



Инвестиционный проект создания замкнутых водооборотных циклов на промышленном предприятии

Надежда Георгиевна Вурдова¹, Юрий Юрьевич Юрьев²

¹Филиал АО «ГМС Нефтемаш», г. Москва, Россия,

²Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

Автор, ответственный за переписку: Вурдова Надежда Георгиевна, nadya_vurdova@mail.ru

Аннотация. Внедрение малосточных и бессточных (замкнутых) систем водного хозяйства на предприятиях – наиболее рациональный способ защиты окружающей среды от загрязнения. Очистка сточных вод промышленного предприятия является весьма дорогостоящим мероприятием. Степень очистки оборотной воды может быть намного ниже, чем это необходимо для сброса в водоем, поэтому организация замкнутых водооборотных систем способна обеспечить как экономический, так и народнохозяйственный эффект защиты окружающей среды. Казалось бы, преимущества такого подхода очевидны, тем не менее он требует серьезной технико-экономической проработки. Согласно ГОСТ Р 58785-2019 «Качество воды. Оценка стоимости жизненного цикла для эффективной работы систем и сооружений водоснабжения и водоотведения» ведется расчет стоимости затрат жизненного цикла объекта строительства. Однако на начальной (предпроектной) стадии возможно проведение расчетов на основе усредненных «обезличенных» данных (*Benchmarks*). Крупные отраслевые компании широко используют зарубежные методы оценки. В работе приведены результаты технико-экономических расчетов для обоснования инвестиций в реконструкцию водоочистных сооружений нефтеперерабатывающего предприятия различными методами.

Ключевые слова: инвестиционный проект, технико-экономическое обоснование, стоимость жизненного цикла объекта строительства, замкнутые системы водного хозяйств, водоочистные сооружения

Для цитирования: Вурдова Н. Г., Юрьев Ю. Ю. Инвестиционный проект создания замкнутых водооборотных циклов на промышленном предприятии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 529–538. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-529-538>.

Original article

Investment project for implementing a closed water circulation system at an industrial company

Nadejda G. Vurdova¹, Yuriy Y. Yuriev²

¹Branch of OJSC “HMS Neftemash”, Moscow, Russia,

²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Corresponding author: Nadejda G. Vurdova, nadya_vurdova@mail.ru

Abstract. Due to the considerable costs involved in industrial wastewater treatment, the introduction of open (low-discharge) and closed water circulation systems is the most sensible way to prevent environmental pollution at industrial companies. Since the level of circulating water treatment can be much lower than that required for discharge into a water body, the installation of closed water circulation systems can achieve both the economic and total effects of environmental protection. Despite the seemingly obvious advantages of this approach, it requires a serious feasibility analysis. The life cycle costs of a construction project can be estimated according to GOST R 58785-2019 *Water Quality. Life Cycle Cost Estimation for Efficient Operation of Water Supply and Sanitation Systems and Facilities*.

However, at the initial (pre-project) stage, the analysis can be based on benchmarks. Large industrial companies make extensive use of foreign estimation methods. The paper presents the results of a feasibility analysis obtained using different methods to justify investments in the reconstruction of water treatment facilities at an oil refinery.

Keywords: investment project, feasibility study, the cost of the life cycle of the construction object, closed water management systems, water treatment facilities

For citation: Vurdova N. G., Yuriev Yu. Yu. Investment project for implementing a closed water circulation system at an industrial company. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(4):529-538. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-529-538>.

ВВЕДЕНИЕ

Опираясь на основные положения наиболее известной международной методики оценки инвестиционных проектов [1], целостный и доступный для широкого понимания механизм, изложенный в «Основных положениях...»¹, подразумевает, что: «...для принятия решения о долгосрочном вложении капитала необходимо располагать информацией, подтверждающей два основных положения:

1) вложенные средства должны быть полностью возмещены;

2) полученная прибыль должна компенсировать временный отказ от использования средств, а также риск, возникающий в силу неопределенности конечного результата».

Следовательно, для поддержки принятия решения о вложениях необходимо максимально полно собрать информацию для разработки развернутого бизнес-плана: провести технико-экономическое обоснование и маркетинговые исследования, осуществить выбор поставщиков, а также оценить возможные последствия от реализации или «незапуска» проекта.

Повышенное внимание со стороны государства и общественности к экологической ситуации в стране заставляет промышленные предприятия активно заниматься внедрением малоотходных систем водоподготовки и водоотведения, основанных на современных технологиях. При всей очевидности потребности, предприятия, однако, не спешат вкладываться в дорогостоящие проекты по очистке сточных вод. Причин здесь несколько.

Во-первых, деятельность любого предприятия нацелена на максимизацию прибыли, при этом часто игнорируются социальные и экологические аспекты. Во-вторых, при наличии существующих водоочистных сооружений частично решаются проблемы с природоохранными органами. В-третьих, традиционный подход к экологическому сопровождению при проектировании, строительстве или реконструкции объектов строительства сводится к проведению инженерно-экологических изысканий, разработке «Перечня мероприятий по охране окружающей среды», расчета платы за негативное воздействие и не учитывает влияние реализации экологических рисков. Эти причины являются основными сдерживающими факторами в принятии решения об инвестировании в новое строительство или реконструкцию водоочистных сооружений промышленного предприятия. Тем не менее, как показал опыт отдельных компаний, игнорирование возможных последствий от реализовавшихся экологических рисков – процесс существенно более затратный². По нашему мнению, экологические риски должны быть обязательно учтены в инвестиционных проектах³ [2, 3].

В ходе работы проведено исследование различных методик⁴ [4] и выполнены технико-экономические расчеты для обоснования инвестиций в реконструкцию водоочистных сооружений нефтеперерабатывающего предприятия (НПЗ). Сточные воды НПЗ имеют сложный физико-химический состав, включающий в себя десятки опасных для окружающей среды и жизнедеятельности человека

¹Коммерческая оценка инвестиционных проектов. Основные положения методики. М.-СПб.: Альт-Инвест, 2015. 100 с.

²ЧП в Норильске. Как «рядовая» авария стала экологической катастрофой // Портал для недропользователей – dprom.online. URL: <https://dprom.online/oilngas/chp-v-norilске-kak-ryadovaya-avariya-stala-ekologicheskoy-katastrofoj/> (09.06.2022).

³Донченко В. К., Питулько В. М., Расторгуев В. В., [и др.] Экологическая экспертиза: учеб. пособие / Под ред. В. М. Питулько. М.: ИД «Академия», 2004. 480 с.

⁴Government Construction: Cost Benchmarking Principles and Expectations'. Cabinet Office, 2019. Best Practice in Benchmarking. IPA, 2020.

компонентов, поэтому требуется их многоступенчатая очистка. Очищенные до требуемых нормативов сточные воды, как правило, сбрасываются в близлежащие водоемы. Современные предприятия, опирающиеся на политику устойчивого развития, организуют малосточные и замкнутые водооборотные системы, применяя так называемые технологии ZLD (*Zero Liquid Discharge*)⁵, что, несомненно, является перспективным направлением модернизации производства.

МЕТОДЫ ОБОСНОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ

Методы определения стоимости инвестиционного проекта на предпроектной стадии, применяемые в международной практике, достаточно разнообразны [5–7]. Например, согласно проведенному авторами исследованию [8] отмечено, что системы ценообразования в строительстве США, Германии, Великобритании, Франции являются достаточно эффективными, сложными и многоуровневыми, в которых широко используются базы данных реализованных проектов, опирающихся на лучшие практики – *Benchmarks*. При этом применяются как базисно-индексный, так и ресурсный методы расчетов; определяются показатели для оценки стоимости строительства на различных стадиях реализации инвестиционных проектов, начиная от инвестиционного замысла и обоснования инвестиций и заканчивая собственно взаимодействием между заказчиком и подрядчиком в процессе строительства.

Наиболее известными иностранными профессиональными ассоциациями в сфере ценообразования в строительстве, которые задают «правила игры» и условия обмена знаниями и лучшими практиками являются:

- *AACE – Association for the Advancement of Cost Engineering*;
- *ANSI – American National Standard Institute*;
- *ACostE – Association of Cost Engineers (UK)*;
- *NFP – Norwegian Project Management Association*.

В настоящее время наиболее распространенным в РФ международным стандартом классификации смет является AACE (Международная Ассоциация развития стоимостного

инжиниринга).

На выбор того или иного метода влияют несколько ключевых факторов [9]: специфика инвестиционного проекта, наличие реализованных проектов-аналогов, выбранная контрактная стратегия, система ценообразования и др. Кроме того, отличается подход к оценке инвестиций при государственном и частном финансировании. Так укрупненные нормативы цены строительства разработаны только на различные виды объектов капитального строительства непроизводственного назначения и инженерную инфраструктуру, финансирование которых осуществляется государством. Напротив, в промышленном строительстве с участием частного капитала крупных и средних отраслевых компаний внедряются зарубежные методы оценки.

Как правило, расчеты на предпроектной стадии применяются для обоснования инвестиций или технико-экономического обоснования проекта [10].

Отличительной чертой этой стадии является наличие риска, связанного с высокой неопределенностью технологических и стоимостных параметров, выражающийся в расхождении от 30 до 100%. Применительно к предприятиям нефтеперерабатывающего сектора оценка капитальных вложений, основанная на международном стандарте классификации смет AACE⁶, представлена в табл. 1.

Для примера приведем отдельные данные, используемые в дальнейшем для обоснования инвестиций в реконструкцию канализационных очистных сооружений (КОС) нефтеперерабатывающего завода, целью которой являлось внедрение бессточной водооборотной системы.

В соответствии с техническим заданием проведена оценка стоимости реконструкции по 5-му классу точности по объектам-аналогам, а также экспертная оценка на основе технико-коммерческих предложений потенциальных разработчиков и поставщиков оборудования, инжиниринговых компаний, реализовывающих подобные проекты.

Капитальные затраты на реконструкцию КОС производительностью 35 тыс. м³/сут могут составить до 3 млрд руб. (в ценах 2021 г.), при этом годовые эксплуатационные затраты не превышают 350 млн руб. Более точные

⁵*Zero Liquid Discharge* – это процесс очистки сточных вод, у которого нулевое или почти нулевое воздействие на окружающую среду. Путем комбинации нескольких процессов из сточных вод извлекается соль, которую можно вновь использовать, и очищенная вода, которую можно снова использовать в технологии.

⁶AACE International Recommended Practice. No. 18R-97 Cost estimate classification system – As applied in engineering, procurement, and construction for the process industries TCM Framework: 7.3. Cost Estimating and Budgeting, 2005 // AACE International [Электронный ресурс]. URL: https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_18r-97.pdf?sfvrsn=4 (12.09.2022).

расчеты выполняются при составлении смет 4-го класса.

На этапе разработки предпроектных решений или в международной терминологии pre-FEED-проектировании устанавливают предпосылки для плановых или непредвиденных затрат, используют практику «контрольных точек» (vex). После каждой подготовительной фазы проводится анализ и принимается решение продолжать проект или закрыть его, а также выделяется финансирование для следующего этапа. На этой стадии подготавливают сметы 4-го класса, при этом решаются следующие задачи:

1. Определение структуры и способа определения стоимости проекта.

2. Сбор информации о проектах-аналогах.

3. Сопоставление и приведение аналогов технологических установок к требуемым параметрам.

4. Определение стоимости инвестиционного проекта по приведенным проектам-аналогам методом моделирования.

Структура затрат для формирования стоимости инвестиционного проекта с разработкой смет 4-го класса точности на объектах по реконструкции КОС НПЗ представлена в табл. 2.

Таблица 1. Оценка капитальных вложений по международным стандартам AACE

Table 1. Estimate of capital investments according to international AASE standards

Класс оценки	Вид работ	Методы оценки	Диапазон отклонений, Н – нижний, В – верхний	Объем выполнения, %	Техническая документация
5*	Отбор проектов или анализ осуществимости. Определение стратегии	На основе производственной мощности / построение параметрической модели / экспертная оценка или оценка по проекту - аналогу	Н: от -20% до -50 % В: от +30% до +100%	0–2%	Техническая документация не разрабатывается. Расчеты производственной мощности основной технологической установки
4	Анализ стратегии. Разработка ТЭО. Разработка бизнес-плана	Комбинированные методы, моделирование / факторная оценка на основе данных об оборудовании/ построение параметрической модели	Н: от -15% до -30 % В: от +20% до +50%	1–15%	Утверждена производительность установки; имеется <i>pre-FEED</i> проект
3	Разработка проектной документации. Принятие финального инвестиционного решения	Используются единичные расценки на укрупненные виды работ / определяется стоимость оборудования длительного цикла изготовления	Н: от -10% до -20 % В: от +10% до +30%	10–60%	Имеется Проектная документация, либо <i>FEED</i> -проект; получены заключения экспертиз
2**	Проведение тендерных процедур	Используются единичные расценки по видам работ с учетом установленных физических объемов/ утверждается начальная максимальная стоимость оборудования	Н: от -5% до -15% В: от +5% до +20%	30–75%	Утвержден генеральный план площадки строительства, имеются заказные спецификации оборудования, схема P&ID, план производства работ

*используется для самых различных стадий оценки; **используется для целей контроля на стадии реализации проекта.

Таблица 2. Структура затрат и основа для формирования стоимости инвестиционного проекта
Table 2. Cost structure and the basis for the formation of the cost of an investment project

Структура затрат	Доля в общих затратах	Способ расчета / основа формирования стоимости
Затраты на предпроектной стадии	2–3%	Фактические данные по заключенным договорам (ТЭО), прогнозные данные по будущим договорам (прогноз трудозатрат и среднерыночных расценок на разработку бизнес-плана и документации <i>preFEED</i> – предпроектной)
Затраты на строительство КОС	65–85%	По проектам-аналогам с использованием фактической мощности
Затраты на строительство объектов общезаводского хозяйства (к технологической установке)	8–15%	По проектам-аналогам с использованием фактической мощности
Управление проектом	2–4%	На основе разработанного плана мобилизации или путем моделирования
Резерв	5–15%	% от общей предполагаемой стоимости проекта: определяется экспертно, зависит от сложности и степени проработки <i>pre-FEED</i> документации

При сборе информации об объектах-аналогах особое внимание следует обратить на следующие вопросы:

- изучение территории будущего строительства или существующего объекта, климатических условий;
- технологические и массогабаритные параметры основного и вспомогательного оборудования;
- в части инженерно-технического обеспечения – анализ требований к сетям газо-, тепло-, электро-, водоснабжения и водоотведения, сетям телефонизации, радиофикации, телевидения;
- предполагаемые трудозатраты, физические объемы;
- стоимость реализованных проектов-аналогов, их отдельных этапов и компонентов.

На этапе подбора и сопоставления аналогов технологического оборудования к требуемым параметрам выполняется анализ сходства выбранных объектов-аналогов с рассматриваемым объектом (основные технические характеристики конструктивных, объемно-планировочных, технологических решений, состав технологических установок, размеры площадок и особенности компоновок).

При этом определение стоимости объектов по выбранным аналогам может осуществляться:

- по фактору мощности (*Capacity-factored Modeling*) при наличии полных данных о стои-

мости объекта-аналога (*Capex*);

- по методу приведенных объемов (*Quantities Rated Modeling*) при наличии данных о физических объемах, предполагаемых трудозатратах и пр.

Окончательное решение инвестора о вложении средств в реализацию проекта принимается после этапа разработки проектной документации или *front-end engineering and design*. Однако в отличие от стандартной российской проектной документации содержание *FEED* документации гораздо шире. При этом соблюдаются такие важные условия, как:

- все показатели рассчитаны по 3-му классу точности исходя из методологии *AACE*;
- расчеты проведены по принципу «минимального технического решения», по которому минимизируются необоснованные траты при переговорах с подрядчиками;
- проработаны все риски (политические, технические, организационные, экологические риски) и методы по их локализации;
- осуществлена независимая экспертиза предварительных решений.

В последнее время важное значение принимают методики оценки полной стоимости владения закупаемой продукцией⁷.

Применительно к объектам общезаводского хозяйства промышленных предприятий, составной частью которых являются водоочистные сооружения, расхождение между предложениями поставщиков с низкой закупочной

⁷Методические материалы по применению оценки стоимости жизненного цикла продукции при подготовке к закупке ранее не закупавшейся, в том числе инновационной, высокотехнологичной продукции. 01.02.2018 // Garant.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71766688/> (12.11.2022).

стоимостью оборудования и материалов (CAPEX) и поставщиков продукции с более высокой закупочной стоимостью, но более низкой совокупной стоимостью владения (OPEX) может возрастать в несколько раз. Поэтому важно вести сопоставление и анализ стоимости на всех этапах жизненного цикла возводимого или реконструируемого водоочистного сооружения [11, 12, 14].

В дальнейших расчетах были применены именно такие подходы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основной целью реконструкции КОС должно быть сокращение объемов сбрасываемых сточных вод завода и уменьшение забора сырой воды из реки за счет организации подпитки

очищенными стоками современных блоков оборотного водоснабжения. Достижение поставленной цели возможно за счет последовательной поэтапной реализации проекта (табл. 3).

Выполнен расчет стоимости жизненного цикла (СЖЦ) реконструкции канализационных очистных сооружений НПЗ согласно методике, изложенной в ГОСТ⁸.

Полученные по вариантам данные сведены в табл. 4.

Максимальный учет показателей, определяющих затраты на стадиях строительства и последующей эксплуатации, позволил Заказчику получить полную информацию по каждому из этапов.

Таблица 3. Перечень основных мероприятий по модернизации очистных сооружений и достигаемый результат

Table 3. The list of the main measures for the modernization of WWTP and the achieved result

Этап	Мероприятие	Результат реализации
1	Провести реконструкцию существующих КОС завода: – восстановление бетона; – перекладка сетей; – частичная замена оборудования	Улучшение степени очистки по отдельным показателям, таким как нефтепродукты, взвешенные вещества, сульфиды и др. Разработанные мероприятия позволят возвращать часть очищенных стоков на отдельные блоки оборотного водоснабжения и уменьшить штрафные санкции от городского Водоканала за превышения
2	Построить новые сооружения – блоки биологической очистки	Мероприятия позволят возвращать очищенные стоки на отдельные блоки оборотного водоснабжения, прекратить сброс стоков на городские очистные сооружения, возвращать часть стоков в качестве технической воды для предприятий-абонентов. Избыток можно направлять на сброс в реку
3	Построить новые сооружения – блоки доочистки	Мероприятия позволят возвращать все очищенные стоки на блоки оборотного водоснабжения, прекратить сброс стоков на городские очистные сооружения, прекратить забор речной воды из реки на технические нужды, возвращать всю воду в качестве технической воды для предприятий-абонентов и ТЭЦ

Технико-экономические расчеты вариантов реконструкции очистных сооружений

Для управленческого планирования и анализа производственных возможностей предприятия чаще используется другие методики, например, [13]. Она основана на определении технико-экономических показателей деятельности предприятия, использующихся для оценки трудовых и технических возможностей, эффективности использования производственных фондов и трудовых ресурсов. Полученные

данные являются основой для разработки производственно-финансового плана предприятия, а также установления нормативов на будущие периоды в рамках планирования на предприятии.

Определены затраты на модернизацию канализационных очистных сооружений с поэтапным внедрением новейших технологий, позволяющих организовать замкнутые оборотные циклы на предприятии. Результаты расчета сведены в табл. 5.

⁸ГОСТ Р 58785-2019. Качество воды. Оценка стоимости жизненного цикла для эффективной работы систем и сооружений водоснабжения и водоотведения // Kodeks.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170681> (12.09.2022).

Таблица 4. Результат расчета на основании предлагаемых технических решений по модернизации КОС [12]

Table 4. The result of the calculation based on the proposed technical solutions for the modernization of WWTP [12]

Составляющие элементы СЖЦ по вариантам реконструкции канализационных очистных сооружений (расчетный период – 25 лет, затраты в млн руб.)		Этап 1	Этап 2	Этап 3
C^{3+C}_{ic}	(З – земля), (С – сети)	Не учитывается		
C^{PR}_{ic}	Проектирование	6	45	45
C_{ic}	Капитальная стоимость с ценой оборудования	325	1500	2150
C_{in}	Строительно-монтажные и пусконаладочные работы	58	450	665
КАПИТ	Сумма капитальных затрат	399	1995	2860
C_e	Электроэнергия	600	675	1300
C_o	Оплата труда обслуживающего персонала	Не учитывается		
C_m	Ремонт, сервисное обслуживание, реагенты	1650	7775	11150
C_s	Непредвиденные простои и недополученная продукция	1550	50	–
C_{env}	Охрана окружающей среды и предотвращение ущерба	50	15	–
C_d	Вывод объекта водоснабжения и водоотведения из эксплуатации	Не учитывается		
ЭКСПЛ	Сумма эксплуатационных затрат	3850	8515	12450
СЖЦ	Итого	4249	10510	15310

Таблица 5. Техничко-экономические расчеты вариантов реконструкции очистных сооружений

Table 5. Technical and economic calculations of options for the reconstruction of WWTP

Наименование затрат	Ед. изм.	Затраты на модернизацию			Примечание
		I этап	II этап	III этап	
Производительность сооружения	м³/сут	30 029,00	30 029,00	30 029,00	–
–	тыс. м³/год	10 960,59	10 960,59	10 960,59	–
Капитальные затраты:	–	–	–	–	–
– стоимость нового оборудования	тыс. руб.	300 000,00	1500 000,00	2150 000,00	–
– на монтаж оборудования (10%)	тыс. руб.	30 000,00	150 000,00	215 000,00	–
Итого по п.п. 4,5	тыс. руб.	330 000,00	1650 000,00	2365 000,00	–
Демонтаж оборудования от п.6 (1%)	тыс. руб.	3000,00	15 000,00	21 500,00	–
Неучтенные затраты, 20% от п.6	тыс. руб.	66 000,00	330 000,00	473 000,00	–
Итого: Инвестиционные издержки	тыс. руб.	399 000,00	1995 000,00	2859 500,00	–
Эксплуатационные затраты, в год:	–	–	–	–	–
– амортизация оборудования (4% от п. 9)	тыс. руб.	15 960,00	79 800,00	114 380,00	Нормативный срок службы сооружений – 25 лет. Норма амортизации: $N_a = 100/25 = 4\%$
– содержание оборудования (1% от п. 9)	тыс. руб.	3990,00	19 950,00	28 595,00	–
– текущий ремонт оборудования (3% от п. 9)	тыс. руб.	11 970,00	59 850,00	85 785,00	–
– капитальный ремонт оборудования (5% от п. 9)	тыс. руб.	19 950,00	99 750,00	142 975,00	–
Итого:	тыс. руб.	51 870,00	259 350,00	371 735,00	–

Окончание табл. 5

Наименование затрат	Ед. изм.	Затраты на модернизацию			Примечание
		I этап	II этап	III этап	
Неучтенные затраты (20% от п.15)	тыс. руб.	10 374,00	51 870,00	74 347,00	–
Всего с неучтенными	тыс. руб.	62 244,00	311 220,00	446 082,00	–
Изменение эксплуатационных затрат после модернизации:	–	–	–	–	"+" перерасход, "-" экономия
– эл. энергия на технологические цели	тыс. руб.	-268,00	12612,00	-266,00	–
– содержание, эксплуатация и ремонт оборудования нового оборудования	тыс. руб.	-62244,00	311220,00	446082,00	–
– содержание, эксплуатация и ремонт оборудования старого оборудования	тыс. руб.	90000,00	-90000,00	-90000,00	–
Итого изменение годовых эксплуатационных затрат, в год	тыс. руб.	27 488,00	233832,00	355816,00	–
Платежи за сброс на городские очистные сооружения:	тыс. руб.	–	–	–	–
– штрафы за превышение НДС	тыс. руб.	5000,00	-5000,00	-5000,00	–
– плата за сброс	тыс. руб.	800 000,00	800 000,00	-800 000,00	–
Основные технико-экономические показатели:	тыс. руб.	–	–	–	–
– прирост чистой прибыли	тыс. руб.	24 690,88	173 912,32	874 620,16	24% – налоги
– экономический эффект от реализации проекта по этапам реконструкции	тыс. руб.	-35 159,12	-125 337,68	445 695,16	Учтена депозитная ставка – 15%
Срок окупаемости	год	16	11	3	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены результаты расчетов для технико-экономического обоснования реконструкции КОС НПЗ. Проведение предварительного квалификационного опроса компаний, специализирующихся на поставках технологий и оборудования для очистки сточных вод НПЗ, позволило получить оценку стоимости капитальных вложений, удовлетворяющую требованиям 5-го класса в соответствии с методикой ААСЕ. Для получения более точных результатов была проведена оценка в соответствии с методикой по ГОСТ Р 58785-2019, согласно которой определены затраты полного жизненного цикла объекта строительства.

После оценки на предварительной стадии инвестиционных издержек, заказчиком принято решение о поэтапном проведении дальнейших работ. В соответствии с заданием заказчика были проведены технико-экономические расчеты трех вариантов реконструкции очистных сооружений НПЗ, позволившие разработать программу обоснования инвестиций

с поэтапным строительством.

На первом этапе проводится реконструкция существующих КОС. Результатом реализации запроектированных решений должно стать улучшение степени очистки по отдельным показателям, таким, как нефтепродукты, взвешенные вещества, сульфиды и др. Разработанные мероприятия позволят возвращать часть очищенных стоков на отдельные блоки оборотного водоснабжения и уменьшить штрафные санкции от городского Водоканала за превышения нормативно-допустимого сброса загрязняющих веществ. Инвестиционные издержки составят 399,0 млн руб. Срок окупаемости – 16 лет.

На втором этапе строятся новые блоки биологической очистки. Мероприятия позволят возвращать очищенные стоки на отдельные блоки оборотного водоснабжения, прекратить сброс стоков на городские КОС, возвращать часть стоков в качестве технической воды для предприятий-абонентов. Избыток можно направлять на сброс в реку. Инвестиционные издержки составят 1995,0 млн руб.

Срок окупаемости – 11 лет.

На третьем этапе строятся новые блоки дополнительной доочистки. Мероприятия позволяют возвращать все очищенные стоки на блоки оборотного водоснабжения, прекратить сброс стоков на городские КОС, прекратить забор речной воды на технические нужды, возвращать всю воду в качестве технической воды для предприятий-абонентов и ТЭЦ. Инвестиционные издержки составят 2859,5 млн руб. Срок окупаемости – 3 года. Для рассматриваемого предприятия приверженность стандартам устойчивого развития является одним из приоритетных. Для повышения своей устойчивости, а также обеспече-

ния промышленной и экологической безопасности, предприятие ввело систему риск-менеджмента. Поэтому учет, анализ различных рисков и разработка противорисковых мероприятий проводятся на системной основе. Были рассмотрены варианты количественной оценки вероятности возникновения негативных процессов и явлений, снижающих качество окружающей среды, так и количественная оценка возможных ущербов от их проявления в случае отказа от принятия решения о реконструкции КОС.

Результаты проведенных расчетов и исследований были использованы в инвестиционной программе предприятия на ближайшие 5 лет.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Behrens P., Hawranek M. Manual for the preparation of industrial feasibility studies. Newly revised and expanded edition. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, 1991. 387 p.
2. Скворцов О. В. Минимальная цена контракта и наиболее выгодное предложение для заказчика – понятия совершенно разные // Архитектура и строительство. 2011. № 10 (97). С. 42–44.
3. Новоселов А. Л., Лобковский В. А. Эколого-экономический анализ замещения видов топлива при производстве тепловой и электрической энергии // Проблемы региональной экологии. 2014. № 3. С. 71–76.
4. Тетеркин В. Оценка затрат на ранних этапах крупного проекта. Пример ПАО «Газпромнефть» // Вестник ПМСОФТ. 2017. № 13. С. 13–16.
5. Cokins G. Activity Based Cost Management: An Executive Guide. New York: John Wiley & Sons, 2001. 253 p.
6. Humphreys K. K. Project and cost Engineer's Handbook. 4th ed, New York: Marcel Dekker, Inc., 2005. 325 p.
7. Pinto J. K., Venkataraman R. R. Cost and value management in projects. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2011. 304 p.
8. Ржевская Т. В., Петрова П. А. Методы определения стоимости строительства на предпроектной стадии: международный опыт // Геоинфо [Электронный ресурс]. URL: <https://geoinfo.ru/product/rzhevskaya-tatyana-vasilevna/metody-opredeleniya-stoimosti-stroitelstva-na-predproektnoj-stadii>

- dii-mezhdunarodnyj-opyt-43192.shtml (12.09.2022).
9. Дубовицкая Е. Сходства и различия российского и зарубежного подходов к оценке стоимости строительства нефтегазовых объектов // Вестник ПМСОФТ. 2018. № 14. С. 24–27.
10. Мухаррамова Э. Р. Стоимостной инжиниринг в строительстве // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 10. С. 1179–1196. <http://doi.org/10.18334/rp.17.10.35283>.
11. Гогина Е. С., Гуринович А. Д. Применение методики LCC для оценки эффективности инвестиционных проектов сооружений очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 9. С. 36–41.
12. Баженов В. И., Пупырев Е. И., Самбурский Г. А., Березин С. Е. Разработка методики расчета стоимости жизненного цикла оборудования, систем и сооружений для водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 2. С. 10–19.
13. Нестеров А. К. Основные технико-экономические показатели предприятия // Энциклопедия Нестеровых [Электронный ресурс]. URL: <https://odiplom.ru/lab/osnovnye-tehniko-ekonomicheskie-pokazateli-predpriyatiya.html> (04.05.2022).
14. Paul R., Kenway S., Mukheibir P. How scale and technology influence the energy intensity of water recycling systems – An analytical review // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 215. P. 1457–1480. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.148>.

REFERENCES

1. Behrens P., Hawranek M. Manual for the preparation of industrial feasibility studies. Newly revised and expanded edition. Vienna: United Nations Industrial Development Organization; 1991. 387 p.
2. Skvortsov O. V. The minimum contract price and the most favorable offer for the customer are completely different concepts. *Arkhitectura i stroitel'stvo*. 2011;10:42-44. (In Russ.).

3. Novoselov A. L., Lobkovsky V. A. The ecological and economic analysis of replacement of fuels in the production of thermal and electric energy. *Problemy regional'noi ekologii = Regional Environmental Issues*. 2014;3:71-76. (In Russ.).
4. Teterkin V. Cost estimation in the early stages of a major project. Example of JSC Gazpromneft. *Vestnik PMSOFT*. 2017;13:13-16. (In Russ.).

5. Cokins G. Activity based cost management: an executive guide. New York: John Wiley & Sons; 2001. 253 p.
6. Humphreys K. K. Project and cost Engineer's Handbook. 4th ed, New York: Marcel Dekker Inc.; 2005. 325 p.
7. Pinto J. K., Venkataraman R. R. Cost and value management in projects. New Jersey: John Wiley & Sons; 2011. 304 p.
8. Rzhetskaya T. V., Petrova P. A. Methods of determining the cost of construction at the pre-project stage: international experience. *Geoinfo*. Available from: <https://geoinfo.ru/product/rzhetskaya-tatyana-vasilevna/metody-opredeleniya-stoimosti-stroitelstva-na-predproektnoj-stadii-mezhdunarodnyj-opyt-43192.shtml> [12th September 2022].
9. Dubovitskaya E. Similarities and differences between Russian and foreign approaches to estimating the cost of construction of oil and gas facilities. *Vestnik PMSOFT*. 2018;14:24-27. (In Russ.).
10. Muharramova E. R. Cost engineering in construction. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo = Russian journal of entrepreneurship*. 2016;17(10):1179-1196.

Информация об авторах

Н. Г. Вурдова,

кандидат технических наук, EMBA, доцент,
начальник Управления проектирования
объектов водоподготовки и водоочистки,
филиал АО «ГМС Нефтемаш»,
105203, г. Москва, ул. Первомайская, 126, Россия,
e-mail: nadya_vurdova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9572-7733>

Ю. Ю. Юрьев,

кандидат технических наук, доцент кафедры
водоснабжения и водоотведения,
Волгоградский государственный технический
университет,
400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, Россия,
e-mail: yuriy-yuriev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3683-3998>

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 14.11.2022.
Одобрена после рецензирования 28.11.2022.
Принята к публикации 29.11.2022.

(In Russ.). <https://doi.org/10.18334/rp.17.10.35283>.

11. Gogina E. S., Gurinovich A. D. The use of LCC method in evaluating the efficiency of investment projects of wastewater treatment facilities. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2016;9:36-41. (In Russ.).
12. Bazhenov V. I., Pupyrev E. I., Samburskii G. A., Berezin S. E. Development of the method of life cycle costing of the equipment, systems and facilities for water supply and wastewater disposal. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2018;2:10-19. (In Russ.).
13. Nasterov A. K. The main technical and economic indicators of the enterprise. *Encyclopedia of the Nesterovs*. Available from: <https://odiplom.ru/lab/osnovnye-tehniko-ekonomicheskie-pokazateli-predpriyatiya.html> [12th November 2022]. (In Russ.).
14. Paul R., Kenway S. Mukheibir P. How scale and technology influence the energy intensity of water recycling systems – An analytical review. *Journal of Cleaner Production*. 2019;215:1457-1480. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.148>.

Information about authors

Nadejda G. Vurdova,

Cand. Sci. (Eng.), EMBA, Associate Professor,
Head of the Design Department
of Water Treatment and Water Treatment
Facilities, Branch of OJSC "HMS Neftemash",
Pervomaiskaya st., 126, Moscow, 105203, Russia,
e-mail: nadya_vurdova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9572-7733>

Yuriy Y. Yuriev,

Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor of the Department
of Water Supply and Sanitation,
Volgograd State Technical University,
1 Akademicheskaya St., Volgograd 400074, Russia,
e-mail: yuriy-yuriev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3683-3998>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 14.11.2022.
Approved after reviewing 28.11.2022.
Accepted for publication 29.11.2022.