

Научная статья
УДК 338
DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1408

Leonid Aleksandrovich Ishin
Candidate of Economics,
Executive Director,
Association of designers
“Capital city association of designers”,
self-regulating organization
Moscow, Russian Federation
av103mail@gmail.com

Леонид Александрович Ишин
канд. экон. наук,
исполнительный директор,
Ассоциация проектировщиков
«Столичное объединение проектировщиков»,
саморегулируемая организация
Москва, Российская Федерация
av103mail@gmail.com

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РОССИИ

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика

Аннотация. В статье представлена комплексная экономическая оценка инвестиционных проектов по утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО) в России в контексте перехода от полигоно-ориентированной модели (85,3 % захоронения в 2024 г.) к установленным национальным ориентирам: 100%-й сортировке и сокращению захоронения до 50 % к 2030 г. На основе данных Росприроднадзора, Национального центра государственно-частного партнерства и платформы «Росинфра» проанализированы динамика образования ТКО, структура инвестиций и механизмы финансирования Публично-правовой компании «Российский экологический оператор» (ППК «РЭО»). Обоснованы финансовые, технологические и социальные стимулы, необходимые для масштабирования отрасли, в т. ч. импортозамещение оборудования и рост общественного запроса на раздельный сбор. Представлены сводные таблицы статуса проектов и динамика инвестиций. Проведенная оценка показывает, что достижение целевых показателей полной сортировки и двукратного снижения захоронения ТКО возможно лишь при одновременном применении финансовых, технологических и институциональных инструментов. Ключевыми направлениями признаны: расширение льготного проектного финансирования с уча-

стием государства после завершения проектной стадии; эмиссия «зеленых» облигаций и формирование вторичного рынка концессионных долей как механизмов удешевления капитала; тарифная модель, поощряющая фактическую сортировку; распространение специальных инвестиционных контрактов на создание автоматизированных сортировочных комплексов, пиролиз и комплексы по переработке отходов в энергию (WtE-комплексы); обязательное включение расходов на просвещение населения, унификация методик технико-экономических обоснований и внедрение единой системы ключевых показателей эффективности (KPI). Комплексное применение этих мер ускорит ввод новых мощностей, снизит инвестиционные издержки и сформирует устойчивый рынок вторичных ресурсов и возобновляемой энергии. Результаты могут служить основанием для корректировки отраслевой политики, повышения инвестиционной привлекательности и формирования стратегии развития экономики замкнутого цикла.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы / ТКО, экономическая эффективность, управление, инвестиционная привлекательность, государственно-частное партнерство, вторичные ресурсы, проекты, утилизация, «зеленые» механизмы, циркулярная экономика

Для цитирования: Ишин Л. А. Экономические аспекты проектов утилизации твердых коммунальных отходов в России // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 3(72). С. 114—121. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1408.

Original article

ECONOMIC ASPECTS OF MUNICIPAL SOLID WASTE DISPOSAL PROJECTS IN RUSSIA

5.2.3 — Regional and sectoral economy

Abstract. The article presents a comprehensive economic assessment of investment projects for the disposal of municipal solid waste (MSW) in Russia in the context of the transition from a landfill-oriented model (85.3% landfill disposal in 2024) to established national targets: 100% sorting and reduction of landfill to 50% by 2030. Based on data from Rosprirodnadzor, the National PPP Center, and the Rosinfra platform, the dynamics of MSW generation, the structure of investments, and the financing mechanisms of the REO PPP are analyzed. The financial, technological, and social incentives neces-

sary for scaling up the industry, including import substitution of equipment and growth in public demand for separate collection, are justified. Summary tables of project status and investment dynamics are presented. The assessment shows that achieving the targets for complete sorting and a twofold reduction in MSW landfilling is only possible with the simultaneous use of financial, technological, and institutional instruments. The key areas identified are: expansion of preferential project financing with state participation after completion of the pre-project stage; issuance of green bonds and formation

of a secondary market for concession shares as mechanisms for reducing the cost of capital; a tariff model that encourages actual sorting; the spread of special investment contracts for robotic sorting, pyrolysis, and WtE complexes; the mandatory inclusion of public education costs, the unification of technical and economic justification methodologies, and the introduction of a unified KPI system. The comprehensive application of these measures will accelerate the introduction of new capacities, reduce invest-

ment costs, and form a sustainable market for secondary resources and renewable energy. The results can serve as a basis for adjusting industry policy, increasing investment attractiveness, and forming a strategy for the development of a closed-loop economy.

Keywords: municipal solid waste / MSW, economic efficiency, management, investment attractiveness, public-private partnership, secondary resources, projects, recycling, green mechanisms, circular economy

For citation: Ishin L. A. Economic aspects of municipal solid waste disposal projects in Russia. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2025;3(72):114—121. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1408.

Введение

Актуальность. В 2024 г. в России по данным Росприроднадзора образовалось 47,5 млн т твердых коммунальных отходов (далее — ТКО), и 85,3 % этого объема по-прежнему отправляются на полигоны. Такое соотношение идет вразрез с целевым показателем захоронения не более 50 % к 2030 г., закрепленным в Указе Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Одновременно Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» определяет приоритеты — предотвращение образования и переработка отходов. В этих условиях всесторонняя экономическая оценка инвестиционных проектов по утилизации ТКО становится критически важной.

Изученность проблемы. Исследования последних лет показывают, что экономика проектов утилизации ТКО требует интеграции технологических, финансово-экономических и социальных решений. Современную технологическую повестку обращения с ТКО задают обзоры таких авторов, как О. Б. Колибаба, М. В. Козлова и А. Б. Горяев [1], А. Н. Тугов [2], Т. И. Юганова [3], Д. А. Массеров, А. В. Кирюшин, Д. А. Вавилин, А. А. Храмова, В. О. Кирюхин, И. И. Шилиев [4], Р. В. Кулумбеков, Л. М. Делицын, О. С. Попель, А. И. Карпов, Н. Ю. Свечникова и Ю. В. Рябов демонстрируют технологию переработки твердых продуктов пиролиза с получением углеродсодержащего концентрата, пригодного в качестве топлива [5].

Немаловажны вопросы финансово-экономических механизмов регулирования проектов утилизации ТКО в России. А. А. Гаршина и О. В. Кузнецова исследуют практику корректировки тарифов в сфере обращения с ТКО при запуске новых объектов [6; 7]. Проблемы финансирования проектов утилизации отходов и их возможные решения рассмотрены в работах Е. Б. и А. А. Тютюкиной, М. Н. Демурчевой, М. Б. Траченко, В. И. Чугунова, С. Г. Бусаловой и Э. Р. Горчаковой [8—10]. Вопросы нормативного правового регулирования обращения с ТКО комплексно рассмотрели Н. С. Кулясов, О. В. Девяткин, Е. И. Майорова и А. Ю. Олимпиев [11; 12].

Социально-институциональные факторы, такие как общественное принятие добровольного раздельного сбора среди населения России и инфраструктурные проблемы раздельного сбора отходов, рассматривают М. А. Шабанова, Д. Б. Литвинцев, Н. В. Абрамова, Д. С. Романов, А. Н. Кириллова и Н. Н. Мусинова [13—15]. В совокупности обзор литературы демонстрирует, что стабильное развитие проектов утилизации ТКО требует сочетания технологической модернизации и надежных экономических моделей. Авторы указывают, что с учетом роста городского населения и объемов образования отходов традиционное захоронение становится дорогим и экологически вредным решением. Дальнейшие

исследования должны расширять междисциплинарный анализ, объединяя технические, финансовые и социокультурные аспекты утилизации отходов для выработки эффективных стратегий развития отрасли.

Научная новизна исследования заключается в интеграции финансовых, технологических, регуляторных и социальных мер в единую концепцию стабильного экономического развития активно формирующейся отрасли обращения с ТКО, ориентированную на повышение инвестиционной привлекательности и операционной эффективности с учетом российских реалий и международного опыта.

Целесообразность разработки темы. Преодоление разрыва между текущим уровнем захоронения (85,3 %) и плановым рубежом 50 % к 2030 г. требует обоснованных инвестиционных решений; систематизация подходов к обеспечению их экономической эффективности является необходимым условием для достижения национальных экологических целей.

Цель исследования — предложить научно обоснованные рекомендации по повышению инвестиционной привлекательности и эффективности проектов утилизации ТКО в России.

Задачи исследования:

- проанализировать нормативную и финансовую основу отрасли;
- представить динамику образования и обработки ТКО;
- классифицировать проекты государственно-частного партнерства (далее — ГЧП) по стадиям и объему инвестиций;
- оценить роль механизмов Публично-правовой компании «Российский экологический оператор» (далее — ППК «РЭО») в структуре капиталов;
- выявить технологические и социальные факторы, влияющие на окупаемость;
- сформулировать рекомендации по стимулированию рынка вторичных ресурсов.

Теоретическая значимость исследования заключается в комплексном анализе и адаптации существующих финансовых и регуляторных инструментов к специфике отечественной отрасли обращения с ТКО с акцентом на преодоление ключевых барьеров, а **практическая значимость** состоит в обобщении конкретных ориентиров для государства и бизнеса.

Основная часть

Методология. Использован комплекс методов экономических исследований: сравнительный и факторный анализ, группировка проектов по стадиям, а также графическая визуализация трендов. Информационную базу составили официальные статистические отчеты Росприроднадзора, материалы ППК «РЭО», Национального центра ГЧП и платформы «Росинфра», а также рецензируемые публикации.

Результаты исследования. Основой государственной политики в сфере обращения с отходами является Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Начиная с 2019 г. в рамках «мусорной реформы» введены институт региональных операторов и единый тариф на вывоз ТКО, а в каждом регионе разработана территориальная схема обращения с отходами. Эти меры были ответом на нарастающий кризис, где традиционная система, основанная преимущественно на захоронении отходов, исчерпала себя [16].

Несмотря на расширение мощностей сортировки, по данным Росприроднадзора за 2022—2024 гг., общий объем образования ТКО вновь начал расти, тогда как доля направляемых на обработку отходов остается почти вдвое ниже совокупного потока (см. рис. 1).

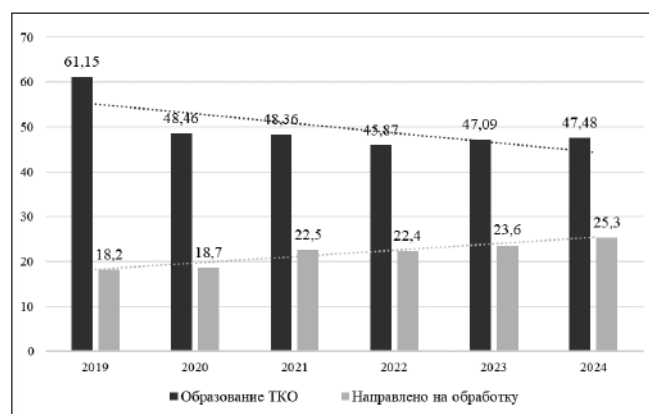


Рис. 1. Динамика образования ТКО и объема, направленного на обработку в России, 2019—2024 гг., млн т (сост. по: Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования : офиц. сайт. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/>)

По расчетам Экспертно-консультационного центра «ИнвестПроект», при сохранении текущих темпов потребительского спроса генерация ТКО продолжит расти и к 2028 г. может достигнуть 51,8 млн т в год. Одновременно прогнозируется увеличение объема перерабатываемых отходов к 2028 г., способного достичь 38 млн т, т. е. более 70 % от прогнозного объема образования (В России продолжает увеличиваться объем мусора и объем его переработки // РБК. 2024. 20 авг. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/15057/>).

В 2024 г. из совокупного потока ТКО на обработку направлено 25,3 млн т отходов, примерно 3,9 млн т утилизированы, и еще около 1,1 млн т направлено на обезвреживание (см. рис. 2).

Текущие темпы переработки отходов далеки от целевых ориентиров, согласно Национальному проекту «Экологическое благополучие» к 2030 г. предстоит обеспечить 100%-ю сортировку отходов, сократить захоронение вдвое и не менее 25 % отходов будут направляться на переработку. Для достижения этих показателей планируется создать и реконструировать 49,9 млн т/год сортировочных мощностей и 15,5 млн т/год мощностей утилизации, что потребует свыше 500 млрд руб. инвестиций, из которых до 350 млрд руб. предполагается привлечь через механизмы ГЧП (Формирование новой системы обращения с твердыми коммунальными отходами. Проблемы и направ-

ления развития / Национальный Центр ГЧП. 2022. 55 с. URL: <https://pppcenter.ru/upload/iblock/37b/37be91149b694122cfed0c24c3b28b2e.pdf>).



Рис. 2. Объемы обработки, утилизации, обезвреживания и захоронения ТКО в России в 2024 г., т (сост. по: Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования : офиц. сайт. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/>)

С 2019 по 2024 г. задачи создания инфраструктуры обращения с ТКО решались в рамках федерального проекта «Комплексная система обращения с ТКО» национального проекта «Экология». С 2025 г. ответственность за отрасль перешла к новому национальному проекту «Экологическое благополучие». Он сохраняет цели предшественника (массовое строительство сортировочных и утилизирующих мощностей, внедрение расширенной ответственности производителей, развитие ГЧП), но масштаб финансирования увеличен. Для решения поставленных задач из федерального бюджета предусмотрено выделение свыше 800 млрд руб., еще около 400 млрд руб. планируется привлечь за счет частных инвестиций, а также 140 млрд руб. на основе концессионных соглашений, финансируемых ППК «РЭО» (Парфененкова М. В России формируется экономика замкнутого цикла // Ведомости. 2025. 23 мая. URL: https://www.vedomosti.ru/esg/national_projects/articles/2025/05/22/1112071-v-rossii-formiruetsya-ekonomika-zamknutogo-tsikla).

ППК «РЭО» обеспечивает финансирование ГЧП-проектов в сфере ТКО посредством комплексной модели, включающей миноритарное участие в уставных капиталах инвесторов (до 28,9 % стоимости проектов), предоставление льготных займов сроком до 12 лет под 7—8 % годовых в объеме до 95 % сметной стоимости, выкуп проектных облигаций с купонной ставкой 3 % (также до 28,9 % от бюджета инициативы) и выпуск собственных «зеленых» облигаций объемом до 100 млрд руб. и сроком обращения до 12 лет, что совместно формирует благоприятные условия для притока частного капитала и ускоряет достижение национальных целей по созданию современной инфраструктуры обращения с отходами [17].

С 2020 по 2023 г. инвестиционный поток в отрасль существенно вырос. Если в начале «реформы» объемы вложений были скромными, то в 2021 г. в новые проекты по обращению с ТКО было инвестировано около 22 млрд руб., и практически 100 % этих средств составил частный капитал. Уже в 2022 г. суммарный объем инвестиций в новых проектах достиг 43 млрд руб., из которых порядка 49 % обеспечили частные инвесторы, а остальное — государственная

поддержка (субсидии, льготное финансирование). В 2023 г. общий объем вложений достиг 59 млрд руб., при этом частный капитал составил около 93 % от общего объема вложений. В 2024 г. инвестиции несколько снизились, но остались на высоком уровне и составили суммарно 51 млрд руб., из них 46 млрд руб. пришлось на частных инвесторов (см. рис. 3).

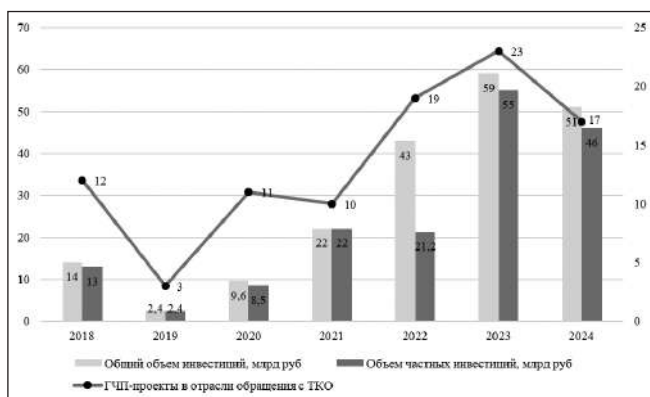


Рис. 3. Инвестиции в инфраструктуру обращения с ТКО в России, 2018—2024 гг.

(сост. по: База проектов // Росинфра. URL: <https://dpo.rosinfra.ru/base-projects>; Формирование новой системы обращения с твердыми коммунальными отходами. Проблемы и направления развития / Национальный Центр ГЧП. 2022. 55 с. URL: <https://pprcenter.ru/upload/iblock/37b/37be91149b694122cfed0c24c3b28b2e.pdf>)

Рисунок 3 показывает, что в 2021—2023 гг. сектор пережил резкий подъем за счет частных средств, и даже после снижения в 2024 г. инвестиционная активность и участие бизнеса остаются значительно выше уровней первых лет реформы. По данным платформы «Росинфра», в России на стадии реализации и отбора инвестора находятся более 4 300 проектов ГЧП, где на сферу обращения с ТКО приходится около 187 концессионных соглашений. Общий объем инвестиций в эти проекты составляет 284,56 млрд руб. Активно привлекают капитал Краснодарский край, Свердловская область, Ханты-мансийский автономный округ, Республика Дагестан и др., где заключены многомиллиардные концессии на строительство современных комплексов по сортировке и утилизации отходов. Таким образом, в России сформировался новый инвестиционный ландшафт отрасли обращения с отходами. Ежегодные вложения исчисляются десятками миллиардов рублей, а структура источников сместилась от преимущественно частных в сторону смешанных (ГЧП). Это свидетельствует о повышении интереса бизнеса к отрасли (как к перспективному сегменту экологии), но и об остающейся необходимости участия государства для обеспечения финансовой устойчивости проектов. В табл. 1 сведены ключевые экономические показатели крупнейших проектов в сфере обращения ТКО, реализуемых в форме концессионных соглашений, прошедших коммерческое закрытие.

Таблица 1

Проекты ГЧП в сфере обращения с ТКО в России с наибольшими инвестициями

Реализуемые проекты	Регион реализации проекта	Стадия реализации	Объем инвестиций, млн руб.		Срок реализации проекта, лет	Дата заключения договора
			всего	в т. ч. частные средства		
Объект по обращению с ТКО для муниципального образования «город Екатеринбург» и Екатеринбургской агломерации	Свердловская область	Инвестиционные мероприятия	13 779	13 779	30	26.07.2021
Комплекс по обращению с отходами «Двуратский»	Краснодарский край	Инвестиционные мероприятия	7 000	6 000	16	16.09.2024
Комплекс по обращению с отходами «Староминский»		Предынвестиционные мероприятия	6 800	5 800		
Объекты по обработке, утилизации и захоронению ТКО на территории Омской области	Омская область	Предынвестиционные мероприятия	6 308	5 766,3	25	18.01.2023
Комплексный межмуниципальный полигон ТКО для городов Сургута, Когалыма, поселений Сургутского района ХМАО	Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	Инвестиционные мероприятия	6 169	6 169	26	28.09.2021
Мусоросортировочный комплекс с межмуниципальным полигоном «Южный — Южно-Сахалинский»	Сахалинская область	Предынвестиционные мероприятия	6 051,4	6 051,4	25	09.12.2022
Объекты обработки и размещения (захоронения) ТКО вблизи города Уфа	Республика Башкортостан	Предынвестиционные мероприятия	5 934,5	5 934,5	27	06.06.2023
Объекты по обработке, обезвреживанию, утилизации и захоронению ТКО в Карабудахкентском и Кумторкалинском районах	Республика Дагестан	Инвестиционные мероприятия	5 750	5 750	25	13.09.2022

Примечание: сост. по: База проектов // Росинфра. URL: <https://dpo.rosinfra.ru/base-projects>.

Совокупный портфель концессионных соглашений в сфере управления ТКО к 2025 г. охватывает полный цикл развития объектов: от конкурса и предынвестиционной подготовки до стадии эксплуатации. В табл. 2 представлена детализация текущего статуса ГЧП-проектов в сфере обращения ТКО, реализуемых в форме концессионных соглашений.

Таблица 2

Текущий статус ГЧП-проектов в сфере обращения ТКО в России, по состоянию на 2025 г.

Этап реализации	Объем инвестиций, млрд руб.	Количество проектов
Эксплуатация	24,9	34
Инвестиционная стадия	56,14	38
Предынвестиционная стадия	147,3	77
Конкурс и (или) подписание соглашения с частной стороной	56,22	38
Итого	284,56	187

Примечание: сост. по: База проектов // Росинфра. URL: <https://dpo.rosinfra.ru/base-projects>.

Таким образом, создание современных комплексов переработки ТКО в России имеет высокий потенциал. Во-первых, в отечественной системе обращения с ТКО действует комплекс финансовых стимулов — капитальные гранты, субсидии по процентным ставкам и льготные займы ППК «Российский экологический оператор» — которые повышают инвестиционную привлекательность проектов и ускоряют ввод новых мощностей по переработке отходов [18]. Во-вторых, в России остается огромный неосвоенный потенциал переработки различных фракций отходов, что представляет возможность для новых бизнес-проектов. Исследование показывает, что свыше 50 % морфологического состава отечественных ТКО пригодно для вторичного использования, однако реально во вторичный оборот вовлекается лишь 12—17 % [19]; тем самым более половины перерабатываемых фракций остается вне рынка, что открывает значительный потенциал для новых инвестиционных проектов в сфере глубокой переработки отходов. Кроме того, ТКО содержат значимый энергетический потенциал, который пока используется недостаточно. В настоящее время на энергетическую утилизацию приходится лишь около 2 % потока отходов, тогда как национальная цель предполагает рост показателя до 24 % уже к 2026 г. Например, предприятие в Воскресенском районе Московской области, рассчитанное на 700 тыс. т в год, позволит сократить полигонное захоронение не перерабатываемых фракций на 30 % и обеспечит электроэнергией около 250 тыс. жителей при капитальных вложениях порядка 30 млрд руб. Масштабирование подобных проектов способно превратить энергетическую фракцию ТКО в источник «зеленой» энергии и снизить зависимость от ископаемого топлива [20]. Также внешняя среда стимулирует внедрение современных технологий обращения с отходами. Глобальные тренды — развитие раздельного сбора, автоматизированной сортировки (с применением искусственного интеллекта и робототехники [21]) — дают России значительное преимущество. Импортозамещение в сочетании с госпрограммами (например, платформа «Знай наших» по поиску отечественного оборудования) создает условия для роста отечественных производителей технологий для управления ТКО.

Это не только снижает зависимость от импорта, но и потенциально превращает российские компании в экспортеров технологий на развивающиеся рынки. И, наконец, за последние годы в обществе формируется тренд на ответственное обращение с отходами. Все больше граждан разделяют отходы, участвуют в экологических акциях, требуют от власти и бизнеса экологически безопасных решений [13]. Эмпирические данные городских опросов подтверждают, что сам масштаб общественного интереса способен трансформироваться в устойчивый спрос на услуги отрасли обращения с отходами. Так, в Москве приоритетность наличия раздельных контейнеров у дома признают около трех четвертей горожан, а в Казани — свыше четырех пятых, тогда как даже в менее подготовленном Новосибирске этот показатель превышает половину респондентов. Более того, от 57 до 67 % жителей крупных городов считают критически важными сопутствующие условия — строительство сортировочных комплексов и постоянное информирование о правилах разделения фракций [15]. Для инвесторов это означает возможность долгосрочного спроса, конвертируемого в стабильную выручку отрасли обработки и утилизации ТКО.

Дискуссия. Несмотря на высокий потенциал, ключевые ограничения отрасли относятся к неравномерному распределению капитала по стадиям жизненного цикла, высокой стоимости заемных ресурсов на этапах строительства, технологической импортозависимости и социальному недоверию к системе обращения с отходами. Для повышения инвестиционной привлекательности и операционной эффективности (преимущественно на основе зарубежного опыта) предлагаются следующие направления развития:

1. Укрепить механизмы льготного финансирования, предоставляя субсидии и доленое участие государства после выхода объекта за рамки предынвестиционной фазы. Исследования показывают, что государственные субсидии и льготное финансирование позволяют проектам выйти из предынвестиционной фазы и обеспечить положительный денежный поток [22; 23].

2. Расширить практику «зеленых» облигаций, поскольку высокий спрос на «зеленые» облигации и диверсификация инвесторской базы демонстрируют, что выпуск специальных облигаций может снижать стоимость капитала и привлекать долгосрочные средства для проектов ТКО. Обзор рынка «зеленых» облигаций показывает, что выпуск «зеленых» облигаций увеличивает долю долгосрочных инвесторов на 21 % и инвесторов, ориентированных на экологию, на 75 % [24].

3. Ввести гибкую корректировку единого тарифа с учетом доли сортировки и утилизации в регионе, направляя дополнительный доход на финансирование новых мощностей. Например, исследования в Китае демонстрируют высокую готовность населения платить за утилизацию отходов в зависимости от объема (48,64 % из 1 429 опрошенных фермерских домохозяйств [25]), что подтверждает целесообразность тарифа, особенно при низких ставках.

4. Распространить механизм специальных инвестиционных контрактов на автоматизированные сортировочные комплексы, пиролизные и *WiE*-комплексы, поскольку ряд исследований указывают на нерентабельность таких проектов без поддержки в виде субсидий и налоговых льгот [26—28], а специальный инвестиционный контракт, который обеспечит локализацию узлов и субсидирует закупку оборудования, может сделать данные проекты экономически привлекательными.

Также необходимо закладывать в финансовые модели затраты на информирование населения и обратную связь, унифицировать по всей стране методики подготовки технико-экономических расчетов и оценки социальных и экологических эффектов проектов, а также создать прозрачную, регулярно обновляемую систему *KPI*, позволяющую быстро перенаправлять поддержку к наиболее результативным инициативам и устойчиво загружать новые мощности.

Комплексное внедрение перечисленных мер позволит ускорить переход проектов из предынвестиционной стадии в эксплуатацию, снизить совокупную стоимость капитала, повысить привлекательность отрасли для частных и институциональных инвесторов, а также сформировать устойчивый рынок вторичных ресурсов и «зеленой» энергии.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что ключ к снижению доли захоронения ТКО лежит в комплексной интеграции технологической модернизации, финансовых стимулов и институциональных механизмов. Анализ действующего портфеля ГЧП-проектов показал: устойчивый приток частного капитала возможен при условии сочетания льготного государственного финансирования, «зеленых» облигаций и гибкой тарифной политики, учитывающей фактические результаты сортировки и утилизации.

Дополнительно обоснована важность включения расходов на просвещение населения и унификации методик оценки социально-экологического эффекта, что обеспечивает стабильную загрузку мощностей и прозрачное распределение ресурсов.

Рекомендации сводятся к поэтапному внедрению финансовых инструментов, поддерживающих проекты после предынвестиционной фазы; расширению оборота «зеленых» облигаций и развитию рынка вторичных концессионных долей; а также к стандартизации требований к технико-экономическому обоснованию и системе *KPI*. Эти меры создают условия для ускоренного ввода новых мощностей, формирования рынка вторичных ресурсов и повышения инвестиционной привлекательности отрасли.

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на детальном сравнении моделей тарифного регулирования с учетом региональной специфики, оценке эффективности автоматизированных сортировочных комплексов и химического рециклинга в реальных условиях, а также на разработке цифровых платформ мониторинга, интегрированных с социально-экономическими показателями. Такой междисциплинарный подход позволит уточнить приоритеты государственной поддержки и повысить устойчивость отрасли обращения с отходами в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Колибаба О. Б., Козлова М. В., Гаряев А. Б. Современные тенденции в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами: проблемы и перспективы. Обзор // Вестник Московского энергетического института. 2024. № 4. С. 90—107. DOI: 10.24160/1993-6982-2024-4-90-107.
2. Тугов А. Н. Энергетическая утилизация ТКО: мировой и отечественный опыт (обзор) // Теплоэнергетика. 2022. № 12. С. 5—22. DOI: 10.56304/S0040363622120098.
3. Юганова Т. И. Механико-биологическая обработка ТКО. Часть 1. Этапы обработки, состав отходов // Твердые бытовые отходы. 2024. № 2. С. 22—26.
4. Оценка состояния системы обращения с твердыми коммунальными отходами в России / Д. А. Массеров, А. В. Кирюшин, Д. А. Вавилин и др. // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 5(143). DOI: 10.60797/IRJ.2024.143.27.
5. Переработка твердых продуктов пиролиза коммунальных отходов с получением энергетического топлива / Р. В. Кулумбеков, Л. М. Делицын, О. С. Попель и др. // Теплоэнергетика. 2024. № 11. С. 80—92. DOI: 10.56304/S0040363624700383.
6. Гаршина А. А. Пересмотр тарифов в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами при вводе новых объектов в эксплуатацию // Вестник экономики, права и социологии. 2025. № 1. С. 417—420.
7. Кузнецова О. В. Тарифное регулирование сферы обращения с твердыми коммунальными отходами // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12. № 2. С. 51—58. DOI: 10.18287/2542-0461-2021-12-2-51-58.
8. Тютюкина Е. Б., Тютюкина А. А. Возможности и риски проектного финансирования в системе обращения с твердыми коммунальными отходами // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10. № 4. С. 1167—1180. DOI: 10.18334/err.10.4.100943.
9. Демурчева М. Н., Траченко М. Б. Проблемы финансирования деятельности региональных операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами // Инновации и инвестиции. 2024. № 10. С. 427—432. DOI: 10.24412/2307-180X-2024-10-427-432.
10. Чугунов В. И., Бусалова С. Г., Горчакова Э. Р. Рынок «зеленого» финансирования в России: тенденции и перспективы // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 8. Ч. 1. С. 113—123. DOI: 10.17513/vaael.1264.
11. Кулясов Н. С., Девяткин О. В. Организационно-экономическое регулирование деятельности региональных операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами: проблемы и пути их решения // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2022. № 3. С. 60—68. DOI: 10.21686/2413-2829-2022-3-60-68.
12. Майорова Е. И., Олимпиев А. Ю. Правовые требования к решению проблемы отходов в Российской Федерации // Вестник экономической безопасности. 2020. № 1. С. 45—58.
13. Шабанова М. А. Раздельный сбор бытовых отходов как добровольная практика россиян: динамика, факторы, потенциал // Социологические исследования. 2021. № 8. С. 103—117. DOI: 10.31857/S013216250015256-4.
14. Кириллова А. Н., Мусинова Н. Н. Проблемы организации сбора твердых коммунальных отходов в жилой застройке // Вестник университета. 2022. № 2. С. 64—70. DOI: 10.26425/1816-4277-2022-2-64-70.

15. Литвинцев Д. Б., Абрамова Н. В., Романов Д. С. Раздельный сбор мусора: институциональные проблемы формирования проэкологических практик повседневности // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2023. № 3. С. 169—185. DOI: 10.14515/monitoring.2023.3.2149.
16. Рогачев Н. С. ТКО в России: верным путем идем?... // ЭКО. 2024. № 2. С. 187—200.
17. Маслова С. В. Региональные проекты ГЧП в сфере обращения с отходами: переход к экономике замкнутого цикла и обеспечению устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2023. Т. 22. Вып. 4. С. 556—579. DOI: 10.21638/11701/spbu08.2023.405.
18. Шкодинский С. В., Рыкова И. Н., Юрьева А. А. Анализ существующей в России системы поддержки инвестиционных проектов в сфере обработки и утилизации отходов // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 5. DOI: 10.15862/02ECVN521.
19. Путинцева Н. А., Ушакова Е. В. Направления совершенствования обращения с твердыми отходами и вторичными ресурсами в регионах современной России // Экономика и управление. 2024. Т. 30. № 10. С. 1223—1234. DOI: 10.35854/1998-1627-2024-10-1223-1234.
20. Потравный И. М., Баах Д. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов в контексте низкоуглеродного развития // Управленческие науки. 2021. Т. 11. № 3. С. 6—22. DOI: 10.26794/2404-022X-2021-11-3-6-22.
21. Башкатов Д. А., Русинов Р. А., Полулях Л. А. Подходы к применению искусственного интеллекта для сортировки твердых отходов в России // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 1(151). DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.72.
22. Life-Cycle-Based Greenhouse Gas, Energy, and Economic Analysis of Municipal Solid Waste Management Using System Dynamics Model / D. Lu, A. Iqbal, F. Zan et al. // Sustainability. 2021. Vol. 13. Iss. 4. Art. 1641. DOI: 10.3390/su13041641.
23. Integrated assessment of environmental and economic impact of municipal solid waste incineration for power generation: A case study in China / H. Sun, W. Li, J. Wang et al. // Heliyon. 2024. Vol. 10. Iss. 13. Art. e33700. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e33700.
24. Deschryver P., de Mariz F. What Future for the Green Bond Market? How Can Policymakers, Companies, and Investors Unlock the Potential of the Green Bond Market? // Journal of Risk and Financial Management. 2020. Vol. 13. Iss. 3. Art. 61. DOI: 10.3390/jrfm13030061.
25. Lu S., Wang F., An R. Willingness to Pay for Domestic Waste of Rural Households Under Low-Carbon Society Transition: A Case Study of Underdeveloped Mountainous Areas in Shaanxi, China // Sustainability. 2024. Vol. 16. Iss. 23. Art. 10204. DOI: 10.3390/su162310204.
26. Techno-Economic Assessment of Municipal Solid Waste (MSW) Incineration in Ghana / N. Yakah, A. A. Kwarteng, C. Addy et al. // Processes. 2024. Vol. 12. Iss. 7. Art. 1286. DOI: 10.3390/pr12071286.
27. Vukovic N., Makogon E. Waste-to-Energy Generation: Complex World Project Analysis // Sustainability. 2024. Vol. 16. Iss. 9. Art. 3531. DOI: 10.3390/su16093531.
28. Zein S. H., Grogan C. T., Yansaneh O. Y., Putranto A. Pyrolysis of High-Density Polyethylene Waste Plastic to Liquid Fuels—Modelling and Economic Analysis // Processes. 2022. Vol. 10. Iss. 8. Art. 1503. DOI: 10.3390/pr10081503.

REFERENCES

1. Kolibaba O. B., Kozlova M. V., Garyaev A. B. Current Trends in the Field of Solid Municipal Waste Management: Problems and Prospects. Review. *Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta = Bulletin of Moscow Power Engineering Institute*. 2024;4:90—107. (In Russ.) DOI: 10.24160/1993-6982-2024-4-90-107.
2. Tugov A. N. Municipal solid wastes-to-energy conversion: global and domestic experience (review). *Teploenergetika = Thermal Engineering*. 2022;12:5—22. (In Russ.) DOI: 10.56304/S0040363622120098.
3. Yuganova T. I. Mechanical-biological treatment of MSW. Part 1: Process stages and waste composition. *Tverdye bytovye otkhody*. 2024;2:22—26. (In Russ.)
4. Masserov D. A., Kiryushin A. V., Vavilin D. A. et al. An evaluation of the state of the municipal solid waste management system in Russia. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*. 2024;5(143). (In Russ.) DOI: 10.60797/IRJ.2024.143.27.
5. Kulumbegov R. V., Delitsyn L. M., Popel' O. S. et al. Recycling of solid products of municipal waste pyrolysis with production of energy fuel. *Teploenergetika = Thermal Engineering*. 2024;11:80—92. (In Russ.) DOI: 10.56304/S0040363624700383.
6. Garshina A. A. Revision of tariffs in the field of municipal solid waste management during the commissioning of new facilities. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii = Review of economy, the law and sociology*. 2025;1:417—420. (In Russ.)
7. Kuznetsova O. V. Rates regulation of the sphere of solid municipal waste management. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*. 2021;12(2):51—58. (In Russ.) DOI: 10.18287/2542-0461-2021-12-2-51-58.
8. Tyutyukina E. B., Tyutyukina A. A. Opportunities and risks of project financing in the system of solid municipal waste management. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo = Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2020;10(4):1167—1180. (In Russ.) DOI: 10.18334/ep.10.4.100943.
9. Demurcheva M. N., Trachenko M. B. Problems of financing the activities of regional operators for handling municipal solid waste. *Innovatsii i investitsii = Innovation & Investment*. 2024;10:427—432. (In Russ.) DOI: 10.24412/2307-180X-2024-10-427-432.
10. Chugunov V. I., Busalova S. G., Gorchakova E. R. The market of «green» finance in Russia: trends and perspective. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava = Journal of Altai academy of economics and law*. 2020;8-1:113—123. (In Russ.) DOI: 10.17513/vaael.1264.

11. Kulyasov N. S., Devyatkin O. V. Organizational and Economic Regulation of Regional Operators' Work Dealing with Solid Municipal Waste Treatment: Problems and Their Solution. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova = Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2022;3:60—68. (In Russ.) DOI: 10.21686/2413-2829-2022-3-60-68.
12. Mayorova E. I., Olimp'ev A. Yu. Legal requirements for solving the problem of waste in the Russian Federation. *Vestnik ekonomicheskoi bezopasnosti = Bulletin of economic security*. 2020;1:45—58. (In Russ.)
13. Shabanova M. A. Separate Waste Collection as Russians' Voluntary Practice: The Dynamics, Factors and Potential. *Sotsiologicheskie issledovaniya*. 2021;8:103—117. (In Russ.) DOI: 10.31857/S013216250015256-4.
14. Kirillova A. N., Musinova N. N. Problems of organising the solid municipal waste collection in residential buildings. *Vestnik Universiteta*. 2022;2:64—70. (In Russ.) DOI: 10.26425/1816-4277-2022-2-64-70.
15. Litvintsev D. B., Abramova N. V., Romanov D. S. Separate Waste Collection: Institutional Problems of Developing Pro-ecological Practices in Everyday Life. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny = Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*. 2023;3:169—185. (In Russ.) DOI: 10.14515/monitoring.2023.3.2149.
16. Rogachev N. S. Solid waste management in Russia: are we on the right track?.. *ECO*. 2024;2:187—200. (In Russ.)
17. Maslova S. V. Regional projects of public-private partnership in the field of waste management: The transition to a circular economy and sustainable development. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Menedzhment = Vestnik of Saint Petersburg University. Management*. 2023;22(4):556—579. (In Russ.) DOI: 10.21638/11701/spbu08.2023.405.
18. Shkodinsky S. V., Rykova I. N., Yuryeva A. A. Analysis of the system for supporting investment projects in the sphere of processing and disposal of waste existing in Russia. *Vestnik evraziiskoi nauki = The Eurasian Scientific Journal*. 2021;13(5). (In Russ.) DOI: 10.15862/02ECVN521.
19. Putinceva N. A., Ushakova E. V. Routes for improving the management of solid waste and secondary resources in the regions of modern Russia. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2024;30(10):1223—1234. (In Russ.) DOI: 10.35854/1998-1627-2024-10-1223-1234.
20. Potravny I. M., Baah D. Energy Management of Municipal Solid waste in the Context of Low Carbon Development. *Upravlencheskie nauki = Management Sciences*. 2021;11(3):6—22. (In Russ.) DOI: 10.26794/2404-022X-2021-11-3-6-22.
21. Bashkatov D. A., Rusinov R. A., Polulyakh L. A. Approaches to application of artificial intelligence for solid waste sorting in Russia. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*. 2025;1(151). (In Russ.) DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.72.
22. Lu D., Iqbal A., Zan F. et al. Life-Cycle-Based Greenhouse Gas, Energy, and Economic Analysis of Municipal Solid Waste Management Using System Dynamics Model. *Sustainability*. 2021;13(4):1641. DOI: 10.3390/su13041641.
23. Sun H., Li W., Wang J. et al. Integrated assessment of environmental and economic impact of municipal solid waste incineration for power generation: A case study in China. *Heliyon*. 2024;10(13):e33700. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e33700.
24. Deschryver P., de Mariz F. What Future for the Green Bond Market? How Can Policymakers, Companies, and Investors Unlock the Potential of the Green Bond Market?. *Journal of Risk and Financial Management*. 2020;13(3):61. DOI: 10.3390/jrfm13030061.
25. Lu S., Wang F., An R. Willingness to Pay for Domestic Waste of Rural Households Under Low-Carbon Society Transition: A Case Study of Underdeveloped Mountainous Areas in Shaanxi, China. *Sustainability*. 2024;16(23):10204. DOI: 10.3390/su162310204.
26. Yakah N., Kwarteng A. A., Addy C. et al. Techno-Economic Assessment of Municipal Solid Waste (MSW) Incineration in Ghana. *Processes*. 2024;12(7):1286. DOI: 10.3390/pr12071286.
27. Vukovic N., Makogon E. Waste-to-Energy Generation: Complex World Project Analysis. *Sustainability*. 2024;16(9):3531. DOI: 10.3390/su16093531.
28. Zein S. H., Grogan C. T., Yansaneh O. Y., Putranto A. Pyrolysis of High-Density Polyethylene Waste Plastic to Liquid Fuels—Modelling and Economic Analysis. *Processes*. 2022;10(8):1503. DOI: 10.3390/pr10081503.

Статья поступила в редакцию 09.08.2025; одобрена после рецензирования 30.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.
The article was submitted 09.08.2025; approved after reviewing 30.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.