

УДК 504.064

DOI: 10.17586/2310-1172-2024-17-4-70-82

Научная статья

Совершенствование методологии оценки эффективности системы управления твердыми коммунальными отходами в целях развития экологической ответственности бизнеса

*Д-р с.-х. наук Шелепина Н.В. shel-nv@yandex.ru,
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14*

От эффективности обращения с ТКО во многом зависит состояние окружающей среды и здоровье населения. Значительная роль в успехе реализации федеральных проектов в данной сфере принадлежит выстраиванию эффективной системы управления ТКО, подкрепленной ответственным отношением бизнеса. Цель исследования заключается в раскрытии позиций экологической ответственности бизнеса в сфере обращения с ТКО, систематизации зарубежного и российского опыта по определению критериев и разработке методов оценки эффективности системы управления ТКО, выявлении направлений совершенствования методологии оценки эффективности системы управления ТКО для развития экологической ответственности бизнеса. Объектом исследования является система управления ТКО. В качестве предмета исследования выступают: экологическая ответственность бизнеса, целевые показатели, индикаторы системы управления ТКО, методы оценки ее эффективности. При подготовке статьи использовались методы анализа, систематизации и интерпретации информации, представленной в нормативных документах различного уровня, в научных публикациях, размещенных на платформе eLIBRARY.RU, в международных базах данных Scopus, Web of Science и др., в открытых источниках сети Интернет. В статье обозначены принципы и параметры экологической ответственности бизнеса при обращении с ТКО. Установлено, что как на международном, так и на национальном уровнях принят ряд нормативно-правовых актов, устанавливающих перечень индикаторов, целевых показателей в сфере обращения с ТКО. Большинство субъектов РФ определяют критерии оценки эффективности системы управления ТКО самостоятельно, учитывая уровень развития региона и приоритеты политики в данной сфере. В статье представлены подходы к классификации индикаторов системы управления ТКО по уровням, сферам деятельности, степени переработки отходов. Показано, что недостатком многих предлагаемых для оценки эффективности системы управления ТКО показателей является отсутствие достоверной, статистической информации, необходимой для их расчета. Анализ методов оценки эффективности системы управления ТКО показал, что значительная часть из них основана на определении интегрального показателя с использованием набора индикаторов. Разрозненность подходов к оценке системы управления ТКО снижает эффективность управления в данной сфере на всех уровнях. Отмечена необходимость выработки единой, подкрепленной статистическими данными, методологии оценки эффективности системы управления ТКО, способствующей развитию экологической ответственности бизнеса.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы (ТКО), экологическая ответственность бизнеса, система управления, целевые показатели, индикаторы, критерии, эффективность, методология оценки.

Scientific article

Improving the methodology for evaluating the effectiveness of the solid municipal waste management system in order to develop business environmental responsibility

*D.Sc. Shelepina N.V. shel-nv@yandex.ru
Togliatti State University
445020, Russia, Togliatti, str. Belorusskaya, 14*

The state of the environment and the health of the population largely depends on the effectiveness of the treatment of MSW. A significant role in the success of the implementation of federal projects in this area belongs to the building of an effective MSW management system, supported by a responsible business attitude. The purpose of the study is to reveal the positions of environmental responsibility of business in the field of MSW management, systematize foreign and

Russian experience in determining criteria and developing methods for evaluating the effectiveness of the MSW management system, identify areas for improving the methodology for evaluating the effectiveness of the MSW management system for the development of environmental responsibility of business. The object of the study is the MSW management system. The subject of the study is: environmental responsibility of business, targets, indicators of the MSW management system, methods for evaluating its effectiveness. During the preparation of the article, methods of analysis, systematization and interpretation of information presented in regulatory documents of various levels, in scientific publications posted on the eLibrary platform were used. RU, in the international databases Scopus, Web of Science, etc., in open sources on the Internet. The article outlines the principles and parameters of environmental responsibility of business in the handling of MSW. It has been established that a number of normative legal acts have been adopted at both the international and national levels, establishing a list of indicators and targets in the field of MSW management. Most subjects of the Russian Federation determine criteria for evaluating the effectiveness of the MSW management system independently, taking into account the level of development of the region and policy priorities in this area. The article presents approaches to classifying indicators of the MSW management system by levels, areas of activity, and degree of waste recycling. It is shown that the disadvantage of many indicators proposed for evaluating the effectiveness of the MSW management system is the lack of reliable statistical information necessary for their calculation. An analysis of methods for evaluating the effectiveness of the MSW management system has shown that a significant part of them is based on determining an integral indicator using a set of indicators. The disparity of approaches to the assessment of the MSW management system reduces the effectiveness of management in this area at all levels. The need to develop a unified methodology, supported by statistical data, for evaluating the effectiveness of the MSW management system, contributing to the development of environmental responsibility of business, was noted.

Keywords: solid municipal waste (MSW), environmental responsibility of business, management system, targets, indicators, criteria, efficiency, assessment methodology.

Введение

Несмотря на незначительный удельный вес твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) в структуре отходов, эффективное обращение с ними крайне важно, так как от этого напрямую зависит состояние окружающей среды в местах проживания людей [1]. Накопление отходов негативно сказывается на санитарно-эпидемиологическом состоянии территорий [2] и здоровье населения. По данным 2023 года общий объем ТКО в Российской Федерации (далее – РФ) составил порядка 60 млн тонн, из которых только 10 % было подвергнуто переработке [3].

Для решения проблем, связанных с ТКО, в России был принят ряд основополагающих нормативных документов. В настоящее время действует федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами», благодаря которому производится модернизация объектов обращения с ТКО, повышается уровень обработки отходов. Улучшения в сфере обращения с ТКО отмечают россияне, проживающие в сельской местности, а также в Центральном, Приволжском, Уральском федеральных округах [4]. Вместе с тем, опрос населения, проведенный Общероссийским народным фронтом, показал, что в РФ пока существуют проблемы в системе сбора и вывоза отходов, имеют место стихийные свалки, нарушения при использовании полигонов [5]. Ежегодно на территории нашей страны выявляется значительное количество несанкционированных свалок отходов, в том числе в границах городов. В Северо-Кавказском и Южном федеральных округах, согласно статистическим данным, наблюдается тенденция к увеличению их числа [6, 7]. Проблема усугубляется отсутствием необходимого уровня сортировки ТКО, а также недостаточно развитой инфраструктурой по обращению с отходами.

По оценкам экспертов, «организация вовлечения отходов в глубокую переработку пока остается малоэффективной» [8]. Отмечается необходимость перехода производств на принципы экономики замкнутого цикла, повышения экологической ответственности производителей, внедрения эффективной системы раздельного сбора отходов, наращивания на территории РФ производства оборудования для объектов обращения с ТКО [3, 9, 10]. Значительную роль в успехе реализации реформы в сфере обращения с ТКО играет система управления, эффективность которой в регионах РФ существенно отличается. Согласно «Зеленому рейтингу», ежегодно составляемому Публично-правовой компанией «Российский экологический оператор» (далее – ППК «РЭО»), в 2023 году по сумме статистических и социологических критериев управления ТКО лидирующие позиции заняли г. Москва и Московская область, на втором и третьем местах, соответственно, оказались Тульская и Нижегородская области [11], что объясняется, в том числе, активным вовлечением бизнес-структур данных регионов в реализацию концепции комплексной системы обращения с ТКО.

Цель данного исследования заключалась в раскрытии позиций экологической ответственности бизнеса в сфере обращения с ТКО, систематизации зарубежного и российского опыта по определению критериев и разработке методов оценки эффективности системы управления ТКО, выявлении направлений совершенствования

методологии оценки эффективности системы управления ТКО для развития экологической ответственности бизнеса. В процессе исследования использовались методы анализа, систематизации и интерпретации информации, представленной в нормативных документах различного уровня, в научных публикациях, размещенных на платформе eLIBRARY.RU и в международных базах данных Scopus, Web of Science и др., в открытых источниках сети Интернет.

Экологическая ответственность бизнеса при обращении с ТКО

Концепция корпоративной экологической ответственности как современная философия бизнеса нацелена на снижение неблагоприятного воздействия основной экономической деятельности компаний на окружающую среду [12]. Экологическая ответственность бизнеса должна строиться на ряде принципов:

- обязательное соблюдение требований природоохранного законодательства;
- добровольное принятие экологических обязательств;
- экологизация стратегии развития;
- разработка и реализация экологической политики;
- минимизация, возмещение и предотвращение ущерба от деятельности, восстановление окружающей среды;
- учет интересов всех заинтересованных сторон [13].

Соблюдение указанных принципов способствует формированию экологичного корпоративного имиджа и повышению конкурентоспособности компаний на рынке [14].

В рамках реализации концепции устойчивого развития и ESG (Environmental, Social and Corporate Governance) возрастает роль экологической ответственности бизнеса при обращении с ТКО. Современные компании должны стремиться свести к минимуму образование отходов за счет их сокращения, повторного использования и переработки, обеспечивая ответственную утилизацию и снижая ущерб, наносимый экосистеме [15]. Активное вовлечение бизнеса в ответственное финансирование зеленых проектов в сфере обращения с отходами также призвано сократить негативное воздействие промышленных производств на окружающую среду.

Однако разрозненность подходов к установлению критериев оценки и методам оценки эффективности системы управления ТКО не позволяет объективно оценить уровень корпоративного менеджмента в данной сфере. ППК «РЭО» предложил ESG-стандарт в сфере обращения с ТКО¹, рекомендовав российским компаниям как на этапах проектирования, так и в процессе основной деятельности учитывать параметры всех трех ESG-факторов. Указанные в данном стандарте референсные значения экологических параметров предусматривают, в том числе, соответствие к 2030 году следующим показателям национального проекта «Экология»: направление на обработку 100 % отходов, на утилизацию – не менее 49,5 %, на захоронение – не более 50 % [16].

Нормативно-правовое регулирование целевых показателей в сфере управления ТКО на федеральном уровне

Заявленная в Декларации в области устойчивого развития на период до 2030 года, принятой Организацией Объединенных Наций (далее – ООН), цель №12 «Ответственное производство и потребление» предполагает существенное уменьшение объема отходов путем принятия мер по предотвращению их образования, а также их сокращению, переработке и повторному использованию. Для оценки целей устойчивого развития в области обращения с отходами статистической комиссией ООН в 2017 году был разработан перечень из двухсот тридцати одного индикатора, из которых непосредственно к сфере управления ТКО относились только уровни удаления и переработки отходов [17]. В России для решения проблем в сфере обращения с ТКО в 2013 году была принята «Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации»², определившая приоритеты государственной политики в сфере обращения с отходами.

В рамках создания эффективной системы управления ТКО предполагалось, в том числе, проведение мероприятий по установлению в программах социально-экономического развития субъектов РФ региональных индикаторов и показателей, характеризующих деятельность по обращению с ТКО, а в период до 2030 года – реализация мероприятий, предусматривающих достижение прогнозных региональных индикаторов и показателей.

¹ Политика зеленого финансирования Публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор». Приложение 2 (утв. решением Наблюдательного совета ППК «Российский экологический оператор» 29.07.2022, протокол №25) / Группа компаний АО «Ситиматик» [сайт]. URL: <https://citymatic.ru/upload/als-property-editorblock/68c/7t1uaw54bfiphignokix03wiebc4r3we.pdf>.

² Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации (утв. приказом Минприроды РФ от 14.08.2013 года № 298) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ: [сайт]. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/ofitsialnye_dokumenty/131239/.

Национальным проектом «Экология» были установлены следующие приоритеты комплексной системы обращения с ТКО:

- снижение экологической нагрузки на население за счет сокращения захоронения ТКО;
- создание условий для утилизации запрещенных к захоронению отходов [3].

Принятый в 2018 году федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» в настоящее время реализуется по ряду направлений, включая образовательную, просветительскую и информационно-разъяснительную деятельность; проведение общественного мониторинга и социологической оценки удовлетворенности населения экологической обстановкой; профориентационную работу; создание государственной информационной системы учета отходов; финансирование и строительство объектов инфраструктуры в сфере обращения с ТКО; закупку контейнеров для раздельного накопления ТКО.

Подпрограммой 1 «Регулирование качества окружающей среды» государственной программы РФ «Охрана окружающей среды»³ на период 2021-2024 гг. были установлены следующие целевые показатели в сфере обращения с ТКО:

- доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате разделенного накопления и обработки (сортировки) ТКО, в общей массе образованных ТКО;
- доля ТКО, направленных на обработку (сортировку), в общей массе образованных ТКО;
- доля направленных на захоронение ТКО, в том числе прошедших обработку (сортировку), в общей массе образованных ТКО.

В 2022 году ППК «РЭО» включил в федеральные критерии оценки эффективности обращения с ТКО показатель, отражающий качество подготовки регионов к инвестированию в инфраструктуру по обращению с ТКО [3].

Целевые показатели в сфере обращения с ТКО на региональном уровне

Начиная с 2019 года субъектам РФ были переданы полномочия по разработке, утверждению и реализации региональных программ в области обращения с ТКО. Перечень целевых показателей обращения с ТКО на региональном уровне отображается в региональных программах и (или) территориальных схемах обращения с отходами. Проведенный нами анализ нормативных документов, принятых на региональном уровне, показал, что целевые показатели, оцениваемые в ходе реализации мероприятий в сфере обращения с ТКО, отличаются по субъектам РФ. При этом значительная часть регионов использует для оценки сферы обращения с ТКО федеральные целевые показатели. В некоторых субъектах нашей страны установлены индикаторы, отражающие уровень развития и приоритеты региональной политики в данной сфере. Также следует отметить, что в отдельных регионах акцент сделан на показатели, характеризующие процессы цифровизации и автоматизации сферы управления ТКО. Для иллюстрации различий в установлении целевых показателей в сфере обращения с ТКО произвольно были выбраны десять субъектов РФ, относящихся к разным федеральным округам (таблица 1).

Проведенный анализ показал, что условно целевые показатели в сфере обращения с ТКО на региональном уровне можно разделить на следующие группы:

- характеризующие систему обращения с ТКО;
- связанные с созданием объектов по обращению с ТКО;
- направленные на устранение ущерба от деятельности в сфере обращения ТКО;
- экономические;
- социальные.

Таблица 1

Целевые показатели региональных программ в сфере обращения с ТКО (составлено автором)

Наименование целевого показателя	Тверская область	Орловская область	Самарская область	Мурманская область	Сахалинская область	Ленинградская область	Республика Дагестан	Кемеровская область-	Свердловская область	Республика Крым
Доля ТКО, направленных на утилизацию, в общем объеме образованных ТКО										

³ Изменения, которые вносятся в государственную программу Российской Федерации «Охрана окружающей среды» (утв. постановлением Правительства РФ от 31.03.2020 № 397) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ: [сайт]. URL: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/9fc/%D0%93%D0%9F%20%D0%9E%D0%9E%D0%A1%202020.pdf>.

Наименование целевого показателя	Тверская область	Орловская область	Самарская область	Мурманская область	Сахалинская область	Ленинградская область	Республика Дагестан	Кемеровская область-	Свердловская область	Республика Крым
Доля ТКО, направленных на обработку, в общем объеме образованных ТКО										
Объем ТКО, направленных на утилизацию (вторичную переработку), нарастающим итогом										
Объем ТКО, направленных на обработку, нарастающим итогом										
Количество разработанных нормативных правовых актов в сфере обращения с отходами, в том числе с ТКО										
Доля охвата населения муниципальных образований системой стационарных и передвижных пунктов комплексного сбора вторичных материальных ресурсов, отходов от использования товаров										
Доля охвата населения муниципальных образований системой раздельного накопления ТКО										
Количество объектов по обработке, обезвреживанию и размещению отходов на территории области в год										
Доля ликвидированных мест несанкционированного складирования отходов, в том числе ТКО										
Количество ликвидированных объектов накопленного вреда окружающей среде, связанных с обращением с отходами										
Численность населения, качество жизни которого улучшится в связи с ликвидацией выявленных на 01.01.2018 года несанкционированных свалок в границах городов и наиболее опасных объектов накопленного экологического ущерба										
Общая площадь восстановленных, в том числе рекультивированных, земель, подверженных негативному воздействию накопленного вреда окружающей среде										
Количество введенных в эксплуатацию межмуниципальных мусороперегрузочных станций										
Количество модернизированных объектов обработки, утилизации, обезвреживания, размещения ТКО										
Доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате раздельного накопления и обработки (сортировки) ТКО, в общей массе образованных ТКО										

Наименование целевого показателя	Тверская область	Орловская область	Самарская область	Мурманская область	Сахалинская область	Ленинградская область	Республика Дагестан	Кемеровская область-	Свердловская область	Республика Крым
Доля направленных на захоронение ТКО, в том числе прошедших обработку (сортировку), в общей массе образованных ТКО										
Количество закупленных контейнеров для раздельного накопления ТКО										
Количество разработанных электронных моделей территориальной схемы обращения с отходами										
Количество откорректированных территориальных схем обращения с отходами										
Доля разработанных электронных моделей территориальных схем обращения с отходами										
Количество региональных операторов по обращению с ТКО, действующих на территории области, которым предоставлено финансовое обеспечение расходов										
Доля населения, охваченного услугой по обращению с ТКО										
Доля обезвреженных ТКО в общем количестве образующихся ТКО										
Доля импорта оборудования для обработки и утилизации ТКО										
Объем ТКО, обрабатываемых на межмуниципальных природоохранных объектах по утилизации										
Объем неутильной части ТКО, подлежащих захоронению										
Количество вторичных материальных ресурсов, отбираемых из отходов и направляемых на утилизацию										
Количество специальной техники и оборудования, приобретенных для использования в системе сбора и вывоза отходов										
Количество созданных рабочих мест										
Доля мест (площадок) накопления ТКО, оборудованных контейнерами для раздельного накопления ТКО и внесенных в реестр мест (площадок) накопления ТКО										
Доля объектов размещения ТКО, оснащенных цифровыми системами весового контроля										
Количество автоматизированных систем, применяемых для контроля и управления потоками ТКО										

Примечание: – целевой показатель включен в региональную программу в сфере обращения с ТКО.

Наиболее развернутый перечень целевых показателей в сфере управления ТКО установлен в Тверской и Орловской областях. В нормативных документах Самарской и Ленинградской областей для оценки системы управления ТКО предусмотрено по три показателя.

Подходы к классификации индикаторов оценки эффективности системы управления ТКО

Проведенный нами анализ показал, что в большинстве исследований для оценки эффективности системы управления ТКО производится классификация индикаторов, с их последующей детализацией.

Так, D.E.T. Cervantes с соавторами указывали на существование более трехсот семидесяти различных показателей, примерно половина из которых касаются технических аспектов управления отходами [18]. K.L. Greene и D.J. Tonjes составили иерархию показателей эффективности системы обращения с отходами, с последующей разработкой системы критериев, сгруппированных на четыре уровня:

- 1 уровень: переработанные тонны, утилизированные тонны, перенаправленные тонны;
- 2 уровень: уровень утилизации отходов, уровень утилизации на обочинах, уровень утечки отходов, уровень захоронения отходов на свалках;
- 3 уровень: переработка отходов на душу населения, захоронение отходов на свалках на душу населения, утечка отходов на душу населения;
- 4 уровень: экономия энергии, сокращение выбросов парниковых газов [19].

Белорусские ученые предложили для оценки эффективности системы управления ТКО учитывать следующие показатели:

- установление источников и объемов образования отходов (по видам);
- наличие существующей системы сбора и транспортировки отходов;
- наличие специализированных и производственных мощностей;
- наличие производств, на которых применяются технологические мощности и существуют экономические предпосылки относительно их перепрофилирования или частичного привлечения к сфере переработки и/или утилизации отходов [20].

А.В. Ерыгина разработала систему технических и экономических индикаторов, разделенных на несколько блоков, включая управление, образование, сбор, транспортировку и утилизацию, с указанием соответствующих количественных показателей [21]. Утилизация, в свою очередь, подразделялась на переработку, компостирование, сжигание и захоронение. Основным недостатком данной системы является то, что большинство индикаторов не включены в государственную статистическую отчетность, что препятствует получению достоверной информации для их расчета. Для успешного функционирования предложенной системы необходимо создание банка данных об услугах, оказываемых региональными операторами.

О.Е. Горячева с соавторами классифицировала показатели переработки ТКО на экологические, экономические и социальные, что позволило оценить эффекты от переработки отходов в разрезе наиболее важных факторов устойчивого развития территорий [22]. Однако использование данной системы индикаторов также затруднено из-за отсутствия необходимых сведений для заполнения данных о показателях переработки.

Канадские ученые предложили три новых показателя: индекс выпуска отходов в сфере управления отходами, соотношение перенаправления и ВВП, а также соотношение перенаправления и расходов [23].

А. Starodubova с соавторами выделила двенадцать показателей оценки эффективности обращения с отходами, с последующим разделением их на две группы: интенсивность образования и эффективность утилизации [24].

В исследовании, объединившем ученых из разных стран, указывалось на необходимость разработки новых индикаторов, которые бы делали акцент на анализе остаточных ТКО, повышении ценности остатков обработки, повторном использовании, технологии улавливания и хранения углерода (CCS), производстве экологически чистой энергии (включая биотопливо) и устойчивости системы обращения с ТКО в целом [25]. Общероссийская общественная организация «Зеленый патруль» для определения рейтинга регионов РФ использовала индексы: природоохранный, социально-экологический и промышленно-экологический. Каждый из них разбивался на семь индикаторов со значениями +1 или –1 в зависимости от характера события (положительного или отрицательного) [26]. ППК «РЭО» разработала систему критериев для оценки сферы обращения ТКО на региональном уровне, основными принципами которой являлись: акцент на приоритетах развития; анализ статистических и социологических показателей; ориентация на практическую реализацию и оценку эффективности мероприятий, направленных на развитие системы обращения с ТКО [3].

Предложенный Р.В. Колесниковым набор экологических, социальных и экономических индикаторов, по мнению автора, «позволит объективно оценить эффективность деятельности отдельных субъектов процесса обращения с отходами, а также разработать интегральный показатель для оценки эффективности управления всей сферой в целом на уровне региона, с возможностью последующего проведения межрегионального сравнения» [27].

Выбранные М. Valeníková и Р. Fandel частные показатели представляли наиболее важные методы обработки

муниципальных отходов, отражающие иерархию управления отходами следующим образом: количество образующихся муниципальных отходов на душу населения и объемы обработанных отходов на душу населения (вторичная переработка – материалы, вторичная переработка – компостирование и сбраживание, утилизация – сжигание с рекуперацией энергии, утилизация – свалка) [28]. По мнению А. Kiselev с соавторами, конкретные показатели, измеряющие долю (или темп) достигнутого успеха в направлении экономики замкнутого цикла (CE), являются наиболее ценным и универсальным инструментом для перехода к данной системе [29].

Методы оценки эффективности системы управления ТКО

В России, в соответствии с ГОСТ Р 57701–2017⁴, оценка эффективности программ в области обращения с ТКО производится по результатам реализации мероприятий в экологической, социальной, технологической и экономической сферах деятельности. Эффективность реализации программ, как правило, заключается в сокращении общего объема ТКО, подлежащих захоронению на территории региона.

A.U. Zaman и M. S. H. Swaran для оценки экологических преимуществ системы обращения с отходами использовали нулевой индекс отходов (ZWI), значение которого указывало на процент первичных материалов, замещаемых системой обращения с отходами [30].

Исследователи из Татарстана присваивали показателям оценки эффективности обращения с отходами баллы в соответствии с разработанной числовой шкалой [24]. Наиболее эффективной считалась политика управления отходами, при которой разница между интенсивностью образования отходов и эффективностью их утилизации наименьшая, а система близка к равновесию. Оценка функционирования системы обращения с ТКО на основе корреляционно-регрессионного анализа по ряду показателей позволила выявить взаимосвязь между количеством образующихся отходов и эффективностью управления ими [31].

Индийские ученые разработали методологию, позволяющую руководителям проектов оценивать уровень их эффективности с точки зрения управления отходами. Было выявлено пятьдесят девять факторов и разработан инструмент оценки, основанный на количественном определении выбранных факторов. Для оценки эффективности деятельности компании в области обращения с отходами предложили инструмент под названием total index score (TI), величина которого варьировала от 0 до 1000 [32].

Рейтинговое агентство RAEX представило методологию оценки качества управления отходами российскими корпорациями [33], устанавливающую такие критерии анализа как качество корпоративных политик и программ в области управления отходами, оценка валовых и удельных показателей образования отходов, доля их повторного использования. Экологические оценки, присваиваемые агентством, определялись на основе отнесения объекта рейтинга к одному из девяти рейтинговых классов в соответствии с рейтинговыми диапазонами [34].

В исследовании E. Olay-Romero с соавторами для каждого из десяти используемых показателей оценки системы обращения с ТКО были установлены контрольные значения, а их эффективность оценивалась с помощью так называемой светофорной системы [35].

В Канаде для оценки общей эффективности системы обращения с отходами использовали индекс эффективности обращения с отходами (WMOI), соотношение утилизации к ВВП (DGDP) и текущие расходы на тонну обработанных отходов (CuPT), на основе качественной оценки с использованием сравнительных рейтингов [36] (рис. 1). Субъекты с наименьшими значениями всех трех показателей эффективности оценивались как 3, субъекты с самыми высокими показателями эффективности – как 15, что указывало на наличие наиболее эффективной системы обращения с отходами.

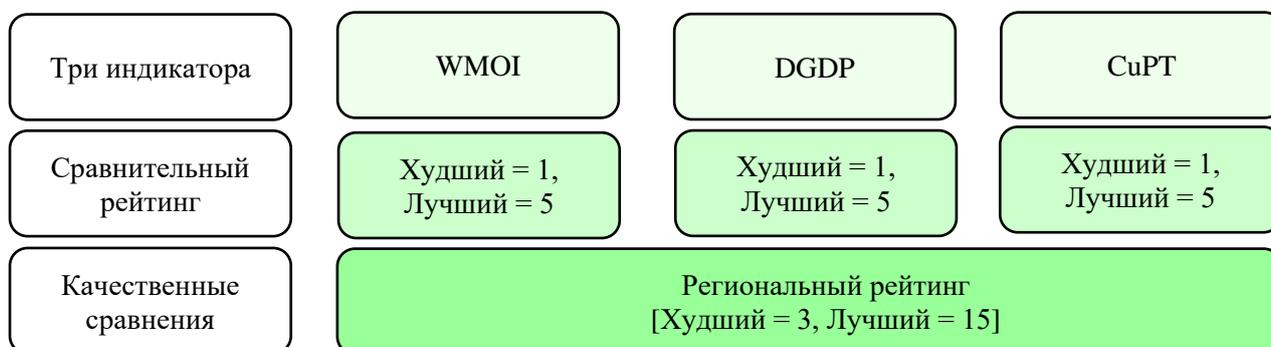


Рис. 1. Качественная система ранжирования индикаторов (переработано автором из [36])

⁴ ГОСТ Р 57701–2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Программы в области обращения с твердыми коммунальными отходами. М., 2019. 22 с.

В исследовании А. Pires и G. Martinho для измерения значимости отходов в рамках экономики замкнутого цикла применительно к ТКО был предложен индекс иерархии отходов (WHI) [37]. При разработке WHI переработка и подготовка к повторному использованию, согласно определению Евростата, рассматривались как положительный вклад в экономику замкнутого цикла, а сжигание и захоронение отходов – как отрицательный вклад. WHI применялся на региональном и национальном уровнях для проверки его потенциала и ограничений.

М. Valeníková и P. Fandel при анализе эффективности обращения с ТКО использовали показатели, относящиеся к частичной обработке, и сводный показатель, основанный на многокритериальном подходе к принятию решений (MCDM) [28]. MCDM представлял собой единый балл или ранг, отражающий общую эффективность оцениваемых структур с учетом множества аспектов или показателей, и рассчитывался методом простой взвешенной суммы.

А. Gaug с соавторами оценивали эффективность системы обращения с ТКО, используя девять критериев, подразделяемых на четыре основные категории: экологические, социальные, финансовые и прибыльные [38]. Вес критериев определяли с использованием данных, собранных в соответствии с мнениями экспертов из соответствующих областей и взвешенных с использованием метода нечеткой аналитической иерархии (Fuzzy АНР). Данные собирались с помощью вопросников по различным методам обращения с ТКО. Затем для ранжирования различных сценариев обращения с отходами применяли метод принятия многокритериальных решений (MCDM), а именно метод нечеткого предпочтения порядка по сходству с идеальными решениями (нечеткий TOPSIS). Аналогичный подход для оценки системы обращения с отходами, только с использованием шестнадцати показателей, предложила А. С. Аладышкина с соавторами [39]. Метод предполагал проведение ранжирования показателей и определение их весовых коэффициентов, с последующим расчетом интегрального индекса.

Заключение

От эффективности обращения с ТКО во многом зависит состояние окружающей среды и здоровье населения. Система управления ТКО, действующая в РФ, имеет ряд проблем, которые усугубляются невысоким уровнем экологической ответственности производителей, отсутствием надлежащей сортировки ТКО, наличием недостаточно развитой инфраструктуры по обращению с отходами. В рамках реализации концепции устойчивого развития и ESG возрастает роль корпоративной экологической ответственности при обращении с ТКО. Современные компании должны стремиться к минимизации образования и ответственной утилизации отходов, а также к участию в финансировании зеленых проектов.

На международном и национальном уровнях принят ряд нормативно-правовых актов, устанавливающих перечень индикаторов (целевых показателей) в сфере обращения с ТКО. Большинство субъектов РФ определяют критерии оценки эффективности системы управления ТКО самостоятельно, учитывая уровень развития региона и приоритеты политики в данной сфере. Классификация индикаторов системы управления ТКО осуществляется по уровням, сферам деятельности, степени переработки отходов. Недостатком многих подходов, предлагаемых для систематизации показателей оценки эффективности системы управления ТКО, является отсутствие необходимой достоверной, статистической информации для их расчета. Для осуществления комплексной оценки сферы обращения с ТКО необходимо использовать набор из социальных, экологических, технологических, экономических и других критериев.

Значительная часть из применяемых в настоящее время методов оценки эффективности системы управления ТКО основана на определении интегрального показателя, для расчета которого используется определенный набор индикаторов. С целью повышения объективности оценки предлагается применять ранжирование показателей и определение их весовых коэффициентов. Разрозненность подходов в оценке эффективности системы управления ТКО не позволяет объективно оценить уровень менеджмента в данной сфере. Для повышения эффективности оценки системы управления ТКО следует выработать единую методологию, интегрирующую различные подходы к выбору индикаторов и методов оценки, с включением предложенных критериев в статистическую отчетность. Такой подход позволит не только объективно оценить систему управления ТКО, выявить существующие проблемы и оперативно их устранить, но также будет способствовать совершенствованию системы обращения с ТКО и развитию экологической ответственности бизнеса в данной сфере.

Литература

1. Ram C., Kumar A., Rani P. Municipal Solid Waste Management: A Review of Waste to Energy (WtE) Approaches // BioResources. 2021. Vol. 16. № 2. P. 1–47. DOI: 10.15376/biores.16.2.Ram.
2. Ашихмина Т.В., Каверина Н.В., Курпиенко П.С. Анализ негативных экологических последствий эксплуатации полигона твердых коммунальных отходов г. Воронежа на разных этапах его жизненного цикла // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44. № 3. С. 343–358. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-3-343-358.

3. *Гольшиева А.В., Семенцов С.П., Тиньков Н.Г.* Система обращения с ТКО: национальный проект «Экология» // Аналитический бюллетень «Актуальное в ESG-повестке». –М.: Институт ВЭБ, апрель 2023 года. 17 с.
4. РЭО: 60 % россиян заметили улучшения в сфере обращения с отходами. / Российский экологический оператор: 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reo.ru/tpost/9vfhjtaz1-reo-60-rossiyan-zametili-uluchsheniya-v> (дата обращения: 19.09.2024).
5. 34 % россиян заметили позитивные изменения в сфере ТКО / Сетевое издание «56 медиа» 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://56orb.ru/news/2024-09-13/34-rossiyan-zametili-pozitivnye-izmeneniya-v-sfere-tko-5193678> (дата обращения: 19.09.2024).
6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023. 686 с.
7. Количество несанкционированных свалок отходов / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования: 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/authorized-landfill/> (дата обращения: 18.09.2024).
8. *Пляскина Н.И., Харитонова В.Н.* Управление в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами: современное состояние // ЭКО. 2016. № 12 (510). С. 5–19.
9. *Шарно О.И.* Экологическая ответственность бизнеса как критерий ESG и устойчивого развития // Legal Concept = Правовая парадигма. 2022. Т. 21, № 3. С. 29–37. DOI: <https://doi.org/10.15688/lc.jvolsu.2022.3.4>.
10. Висмет Х., Стародубец Н.В. Управление твердыми коммунальными отходами в соответствии с критериями экономики замкнутого цикла: на примере России // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 3. С. 725–738. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-4>.
11. Зелёный рейтинг. Топ-20 регионов рейтинга / Российский экологический оператор: 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reo.ru/rating> (дата обращения: 18.09.2024).
12. *Макаров А.С., Рябова Е.В., Федулеева Д.Д.* Корпоративная экологическая ответственность и финансовая эффективность компаний: взгляд из России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2022. № 3. С. 121–141. DOI: <https://doi.org/10.38050/01300105202237>.
13. *Андреева М.А.* Теоретические подходы к определению экологической ответственности бизнеса // Вестник Бурятского государственного университета // Экономика и менеджмент. 2022. №4. С. 10–17.
14. *Shafiu Alam S.M., Zahidul Islam K.M.* Examining the role of environmental corporate social responsibility in building green corporate image and green competitive advantage // International Journal of Corporate Social Responsibility. 2021. Vol. 6. P. 8.
15. *Kain T.* Corporate Environmental Responsibility: An Overview / Sigma Earth: [website]. 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sigmaearth.com/corporate-environmental-responsibility-an-overview/> (date of application: 29.11.2024).
16. РЭО подготовил стандарт для ESG-трансформации компаний сферы по обращению с ТКО / Российский экологический оператор: 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reo.ru/tpost/sza0siz341-reo-podgotovil-standart-dlya-esg-transfo> (дата обращения: 29.11.2024).
17. *Zaman A.U., Swapan M.S. H.* Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems // Resources, Conservation and Recycling. 2016. Vol. 114. P. 32–41.
18. *Cervantes D.E.T., Martínez A.L., Hernández M.C., de Cortázar A.L.G.* Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: A critical review // Waste Management. 2018. Vol. 80. P. 51–63.
19. *Greene K.L., Tonjes D.J.* Quantitative assessments of municipal waste management systems: Using different indicators to compare and rank programs in New York State // Waste management. 2014. Vol. 34, Iss. 4. P. 825–836.
20. *Раубо В.М., Рыльцов Д.С., Рускевич Г.А.* Направления и оценка эффективности обращения с отходами производства и потребления // В сборнике: Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции. Минск, 2014. С. 339–341.
21. *Ерыгина А.В.* Универсальная система индикаторов управления твердыми коммунальными отходами // Глобальный научный потенциал. 2017. № 8 (77). С. 46–52.
22. *Горячева О.Е., Смирнова Т.А., Говорина О.В.* Разработка системы показателей мониторинга в сфере переработки твердых коммунальных отходов // Петербургский экономический журнал. 2019. № 3. С. 120–130.
23. *Pan C., Bolingbroke D., Ng K.T.W., Richter A., Vu H.L.* The use of waste diversion indices on the analysis of Canadian waste management models // Journal Mater Cycles Waste Management. 2019. Vol. 21. P. 478–487.
24. *Starodubova A., Sultanova D., Karimov A.* The concept of balanced development of waste management // E3S Web of Conferences (ICEPP-2020). 2020. Vol. 161. P. 01053.
25. *Rada E.C., Tolkou A., Katsoyiannis I., Magaril E., Kiselev A., Conti F., Schiavon M., Torretta V.* Evaluating global municipal solid waste management efficiency from a circular economy point of view // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2021. Vol. 253. P. 207–218.

26. Национальный экологический рейтинг регионов. Идеология, концептуальная модель и методология расчета рейтинга / Общероссийская общественная организация «Зелёный патруль» 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://greenpatrol-backend.ru/pdf/rating/ner_prezentaciya_3mb.pdf (дата обращения: 18.09.2024).
27. Колесников П.В. Формирование системы индикаторов для социо-эколого-экономической оценки региональной системы обращения с твердыми коммунальными отходами // Петербургский экономический журнал. 2021. № 4. С. 103–115.
28. Valenčíková M., Fandel P. Assessing waste management efficiency in the European Union: A focus on the Slovak Republic // *Ecocycles*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 7–25. DOI: 10.19040/ecocycles.v9i2.285.
29. Kiselev A., Magaril E., Rada E.C. Energy and sustainability assessment of municipal wastewater treatment under circular economy paradigm // *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2019. Vol. 237. P. 109–120. DOI: 10.2495/ESUS190101.
30. Zaman A.U., Swapan M.S.H. Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems // *Resources, Conservation and Recycling*. 2016. Vol. 114. P. 32–41. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.020>.
31. Ginevičius R. The efficiency of municipal waste management systems in the environmental context in the countries of the European Union // *Journal of International Studies*. 2022. Vol. 15, № 4. P. 63–79. DOI: 10.14254/2071-8330.2022/15-4/4.
32. Kolaventi S.S., Prasad J.R. Improving Waste Management Performance of Construction Projects by Assessing Influence Factors // *International Journal of Engineering Research & Technology*. 2014. Vol. 3, № 3. P. 1991–1995. DOI: 10.17577/IJERTV3IS031389.
33. RAEX оценило качество управления отходами в российских компаниях / Рейтинговый консорциум RAEX : [сайт]. 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/waste_management/2024/analytics/waste_management_ESG_analytics/ (дата обращения: 29.11.2024).
34. Методика присвоения ESG-рейтингов компаниям и финансовым институтам, версия 3.1.1 / Рейтинговый консорциум RAEX. 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://raex-rr.com/files/methods/RAEX_ESG_method_project.pdf (дата обращения: 29.11.2024).
35. Olay-Romero E., Turcott-Cervantes D.E., Hernández-Berriel M. Del C., Lobo-García de Cortázar A., Cuartas-Hernández M., de la Rosa-Gómez I. Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico // *Waste Management*. 2020. Vol. 107. P. 201–210. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.03.039.
36. Mensah D., Karimi N., Ng K.T.W., Mahmud T.S., Tang Y., Igoniko S. Ranking Canadian waste management system efficiencies using three waste performance indicators // *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. Vol. 30. P. 51030–51041. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25866-0>.
37. Pires A, Martinho G. Waste hierarchy index for circular economy in waste management // *Waste Management*. 2019. Vol. 95. P. 298–305. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>.
38. Gaur A., Prakash H., Anand K., Kumar G., Hussain A. Evaluation of Municipal Solid Waste Management Scenarios using Multi-Criteria Decision Making under Fuzzy Environment / *Process Integr Optim Sustain*. 2022. Vol. 6. P. 307–321. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41660-021-00215-1>.
39. Аладышкина А.С., Леонова Л.А., Краснов А.Н. Индекс экологической эффективности муниципальной системы управления: возможности и ограничения / *Экология и промышленность России*. 2017. Т. 21, № 1. С. 56–63. DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-1-56-63>.

References

1. Ram C., Kumar A., Rani R. Municipal Solid Waste Management: A Review of Waste to Energy (WtE) Approaches // *BioResources*. 2021. Vol. 16. № 2. P. 1–47. DOI: 10.15376/biores.16.2.Ram.
2. Ashikhmina T.V., Kaverina N.V., Kuprienko P.S. Analiz negativnykh ekologicheskikh posledstviy ekspluatatsii poligona tverdykh kommunal'nykh otkhodov g. Voronezha na raznykh etapakh ego zhiznennogo tsikla // *Regional'nye geosistemy*. 2020. Т. 44. № 3. С. 343–358. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-3-343-358.
3. Golysheva A.V., Sementsov S.P., Tin'kov N.G. Sistema obrashcheniya s TKO: natsional'nyi proekt «Ekologiya» // *Analiticheskii byulleten' «Aktual'noe v ESG-povestke»*. –М.: Institut VEB, aprel' 2023 goda. 17 s.
4. REO: 60 % rossiyan zametili uluchsheniya v sfere obrashcheniya s otkhodami. / Rossiiskii ekologicheskii operator: 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://reo.ru/tpost/9vfhjtasz1-reo-60-rossiyan-zametili-uluchsheniya-v-sfere-obrashcheniya> (data obrashcheniya: 19.09.2024).
5. 34 % rossiyan zametili pozitivnye izmeneniya v sfere TKO / Setevoe izdanie «56 media» 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://56orb.ru/news/2024-09-13/34-rossiyan-zametili-pozitivnye-izmeneniya-v-sfere-tko-5193678> (data obrashcheniya: 19.09.2024).

6. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2022 godu. Gosudarstvennyi doklad. –M.: Minprirody Rossii; MGU imeni M. V. Lomonosova, 2023. 686 s.
7. Kolichestvo nesanktsionirovannykh svalok otkhodov / Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere prirodopol'zovaniya: 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/unauthorized-landfill/> (data obrashcheniya: 18.09.2024).
8. Plyaskina N.I., Kharitonova V.N. Upravlenie v sfere obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami: sovremennoe sostoyanie // *EKO*. 2016. № 12 (510). С. 5–19.
9. Sharno O.I. Ekologicheskaya otvetstvennost' biznesa kak kriterii ESG i ustoichivogo razvitiya // *Legal Concept = Pravovaya paradigma*. 2022. Т. 21, № 3. С. 29–37. DOI: <https://doi.org/10.15688/lc.jvolsu.2022.3.4>.
10. Vismet Kh., Starodubets N.V. Upravlenie tverdymi kommunal'nymi otkhodami v sootvetstvii s kriteriyami ekonomiki zamknutogo tsikla: na primere Rossii // *Ekonomika regiona*. 2020. Т. 16, № 3. С. 725–738. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-4>.
11. Zelenyi reiting. Top-20 regionov reitinga / Rossiiskii ekologicheskii operator: 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://reo.ru/rating> (data obrashcheniya: 18.09.2024).
12. Makarov A.S., Ryabova E.V., Feduleeva D.D. Korporativnaya ekologicheskaya otvetstvennost' i finansovaya effektivnost' kompanii: vzglyad iz Rossii // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika*. 2022. № 3. С. 121–141. DOI: <https://doi.org/10.38050/01300105202237>.
13. Andreeva M.A. Teoreticheskie podkhody k opredeleniyu ekologicheskoi otvetstvennosti biznesa // *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment*. 2022. №4. С. 10–17.
14. Shafiul Alam S.M., Zahidul Islam K.M. Examining the role of environmental corporate social responsibility in building green corporate image and green competitive advantage // *International Journal of Corporate Social Responsibility*. 2021. Vol. 6. R. 8.
15. Kain T. Corporate Environmental Responsibility: An Overview / Sigma Earth: [website]. 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://sigmaearth.com/corporate-environmental-responsibility-an-overview/> (date of application: 29.11.2024).
16. REO podgotovil standart dlya ESG-transformatsii kompanii sfery po obrashcheniyu s TKO / Rossiiskii ekologicheskii operator: 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://reo.ru/tpost/sza0siz341-reo-podgotovil-standart-dlya-esg-transfo> (data obrashcheniya: 29.11.2024).
17. Zaman A.U., Swapan M.S.H. Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems // *Resources, Conservation and Recycling*. 2016. Vol. 114. R. 32–41.
18. Cervantes D.E.T., Martínez A.L., Hernández M.C., de Cortázar A.L.G. Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: A critical review // *Waste Management*. 2018. Vol. 80. P. 51–63.
19. Greene K.L., Tonjes D.J. Quantitative assessments of municipal waste management systems: Using different indicators to compare and rank programs in New York State // *Waste management*. 2014. Vol. 34, Iss. 4. P. 825–836.
20. Raubo V.M., Ryl'tsov D.S., Ruskevich G.A. Napravleniya i otsenka effektivnosti obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya // V sbornike: Tekhnicheskoe i kadrovoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologii v sel'skom khozyaistve. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Minsk, 2014. С. 339–341.
21. Erygina A.V. Universal'naya sistema indikatorov upravleniya tverdymi kommunal'nymi otkhodami // *Global'nyi nauchnyi potentsial*. 2017. № 8 (77). С. 46–52.
22. Goryacheva O.E., Smirnova T.A., Govorina O.V. Razrabotka sistemy pokazatelei monitoringa v sfere pererabotki tverdyykh kommunal'nykh otkhodov // *Peterburgskii ekonomicheskii zhurnal*. 2019. № 3. С. 120–130.
23. Pan C., Bolingbroke D., Ng K.T.W., Richter A., Vu H.L. The use of waste diversion indices on the analysis of Canadian waste management models // *Journal Mater Cycles Waste Management*. 2019. Vol. 21. P. 478–487.
24. Starodubova A., Sultanova D., Karimov A. The concept of balanced development of waste management // *E3S Web of Conferences (ICEPP-2020)*. 2020. Vol. 161. R. 01053.
25. Rada E.C., Tolkou A., Katsoyiannis I., Magaril E., Kiselev A., Conti F., Schiavon M., Torretta V. Evaluating global municipal solid waste management efficiency from a circular economy point of view // *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2021. Vol. 253. R. 207–218.
26. Natsional'nyi ekologicheskii reiting regionov. Ideologiya, kontseptual'naya model' i metodologiya rascheta reitinga / Obshcherossiiskaya obshchestvennaya organizatsiya «Zelenyi patrol» 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: https://greenpatrol-backend.ru/pdf/rating/ner_prezentaciya_3mb.pdf (data obrashcheniya: 18.09.2024).
27. Kolesnikov R.V. Formirovanie sistemy indikatorov dlya sotsio-ekologo-ekonomicheskoi otsenki regional'noi sistemy obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami // *Peterburgskii ekonomicheskii zhurnal*. 2021. № 4. С. 103–115.
28. Valeníková M., Fandel P. Assessing waste management efficiency in the European Union: A focus on the Slovak Republic // *Ecocycles*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 7–25. DOI: 10.19040/ecocycles.v9i2.285.
29. Kiselev A., Magaril E., Rada E.C. Energy and sustainability assessment of municipal wastewater treatment under

- circular economy paradigm // *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2019. Vol. 237. P. 109–120. DOI: 10.2495/ESUS190101.
30. Zaman A.U., Swapan M.S.H. Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems // *Resources, Conservation and Recycling*. 2016. Vol. 114. R. 32–41. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.020>.
31. Ginevičius R. The efficiency of municipal waste management systems in the environmental context in the countries of the European Union // *Journal of International Studies*. 2022. Vol. 15, № 4. R. 63–79. DOI: 10.14254/2071-8330.2022/15-4/4.
32. Kolaventi S.S., Prasad J.R. Improving Waste Management Performance of Construction Projects by Assessing Influence Factors // *International Journal of Engineering Research & Technology*. 2014. Vol. 3, № 3. P. 1991–1995. DOI: 10.17577/IJERTV3IS031389.
33. RAEX otsenilo kachestvo upravleniya otkhodami v rossiiskikh kompaniyakh / Reitingovi konsortsiy RAEX : [sait]. 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/waste_management/2024/analytics/waste_management_ESG_analytics/ (data obrashcheniya: 29.11.2024).
34. Metodika prisvoeniya ESG-reitingov kompaniyam i finansovym institutam, versiya 3.1.1 / Reitingovi konsortsiy RAEX. 2024. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: https://raex-rr.com/files/methods/RAEX_ESG_method_project.pdf (data obrashcheniya: 29.11.2024).
35. Olay-Romero E., Turcott-Cervantes D.E., Hernández-Berriel M. Del C., Lobo-García de Cortázar A., Cuartas-Hernández M., de la Rosa-Gómez I. Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico // *Waste Management*. 2020. Vol. 107. P. 201–210. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.03.039.
36. Mensah D., Karimi N., Ng K.T.W., Mahmud T.S., Tang Y., Igoniko S. Ranking Canadian waste management system efficiencies using three waste performance indicators // *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. Vol. 30. P. 51030–51041. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25866-0>.
37. Pires A, Martinho G. Waste hierarchy index for circular economy in waste management // *Waste Management*. 2019. Vol. 95. P. 298–305. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>.
38. Gaur A., Prakash H., Anand K., Kumar G., Hussain A. Evaluation of Municipal Solid Waste Management Scenarios using Multi-Criteria Decision Making under Fuzzy Environment // *Process Integr Optim Sustain*. 2022. Vol. 6. P. 307–321. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41660-021-00215-1>.
39. Aladyshkina A.S., Leonova L.A., Krasnov A.N. Indeks ekologicheskoi effektivnosti munitsipal'noi sistemy upravleniya: vozmozhnosti i ogranicheniya // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2017. T. 21, № 1. S. 56–63. DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-1-56-63>.

Статья поступила в редакцию 01.10.2024
Принята к публикации 17.12.2024

Received 01.10.2024
Accepted for publication 17.12.2024