DOI: 10.24412/2782-3237-2024-3-4-56-72 УДК 628.4.08; 628.47

Анализ состояния отрасли по обращению с отходами производства и потребления в контексте климатической повестки

Д.В. Шушпанова[1)], А.М. Якушина[1)], И.О. Тихонова[2)], О.В. Голуб[1)]*

[1)] ФГАУ «НИИ «Центр экологической промышленной политики»,
Российская Федерация, 141006, Московская обл., г. Мытищи, Олимпийский проспект, д. 42

[2)] ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
Российская Федерация, 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

*Адрес для переписки: *d.shushpanova@eipc.center*

Реферат. В рамках снижения негативного воздействия на климат и окружающую среду Российская Федерация ведет работу над сокращением количества неутилизированных отходов производства и потребления путем вовлечения их в хозяйственный оборот в виде вторичных материальных и энергетических ресурсов. В 2018 г. утверждена «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» (далее – Стратегия), реализация которой позволит стабилизировать выбросы парниковых газов при снижении полигонного захоронения, увеличения объемов сортировки и переработки, получения вторичных ресурсов и производства вторичного сырья для экономики замкнутого цикла. В статье проанализировано формирование отрасли по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления (далее – отходов) в период 2019-2023 гг., с помощью информационного мониторинга оценена динамика реализации Стратегии в 2019-2023 годах и достижение целевых показателей. Представлены данные по выбросам метана и углекислого газа как основных парниковых газов, выделяемых в процессе обращения с отходами, результаты мониторинга Стратегии с учетом вовлечения в экономику замкнутого цикла отраслей промышленной и коммунальной сферы и применения мер стимулирования на всех уровнях, вплоть до государственного. В заключении даны предложения по актуализации Стратегии, включающие, в том числе, мониторинг выбросов парниковых газов при обращении с отходами.

Ключевые слова. Изменение климата, парниковые газы, отходы производства и потребления, вторичные ресурсы, вторичное сырье, экономика замкнутого цикла.

Industrial and household waste management industry status analysis in the context of climate agenda

*D.V. Shushpanova[1)] *, A.M. Yakushina[1)], I.O. Tikhonova[2)], O.V. Golub[1)]*

[1)] Federal State Autonomous Institution "Research Institute "Environmental Industrial Policy Center", 42, Olympic Avenue, 141006, Moscow Region, Mytishchi, Russian Federation

[2)] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education D.I. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, 9, Miusskaya Square, 125047, Moscow, Russian Federation

*Correspondence address: *d.shushpanova@eipc.center*

Abstract. In order to reduce the negative impact on the climate and the environment, the Russian Federation is working to cut the amount of non-recycled industrial and municipal waste by recycling it as material and energy resources. In 2018, the "Strategy for the Development of the Industry for the Processing, Recycling and Neutralization of Industrial and Municipal Waste for the Period up to 2030" (hereinafter referred to as the Strategy) was approved, the implementation of which will stabilize greenhouse gas emissions while reducing landfills, increasing the volume of sorting and processing, re-obtaining resources and producing recycled raw materials for a circular economy. The article analyzes the formation of the industry for the processing, recycling and neutralization of industrial and municipal waste (hereinafter referred to as waste) in the period 2019-2023, using information monitoring, the dynamics of the Strategy implementation in 2019-2023 and the achievement of target indicators were assessed. Here are the methane and carbon dioxide emissions as the main greenhouse gases emitted during waste management, the results of monitoring the Strategy taking into account the involvement of industrial and municipal sectors in the circular economy and the stimulative promotion at all levels, including the governmental. The conclusion provides proposals for updating the Strategy, with monitoring greenhouse gas emissions during waste management among other.

Keywords. Climate change, greenhouse gases, industrial and municipal waste, secondary resources, secondary raw materials, circular economy.

Введение

В настоящее время человечество сталкивается с кризисом, который определяется мировым сообществом как тройной, и сочетает в себе взаимосвязанные проблемы: изменения климата, деградации природных экосистем и утраты биоразнообразия[1)]. Для преодоления последствий тройного

[1)] What is the Triple Planetary Crisis? United Nations Climate Change. https://unfccc.int/news/what-is-the-triple-planetary-crisis

кризиса разработаны Зеленые проекты[2)] (Макаров и др., 2020), применяемые в настоящее время в политике устойчивого развития (Houssam et al., 2023) с целью сокращения антропогенных выбросов парниковых газов (далее – ПГ).

Российская Федерация ратифицировала климатические конвенции и международные соглашения[3),4),5),6)], выполняет соответствующие обязательства, а также ведет кадастр действий по достижению показателей уровня выбросов ПГ. Дополнительно ведется кадастр отходов производства и потребления, включающий в себя выбросы ПГ от захоронения твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) на свалках и полигонах и сжигания на мусоросжигательных заводах.

Несмотря на то, что углекислый газ (CO_2) по объемам выбросов является самым распространенным ПГ, потенциал глобального потепления метана (CH_4) в 25 раз больше, чем CO_2. Антропогенные выбросы CH_4 приходятся, в основном, на добычу углеводородов, очистку сточных вод и размещение отходов. По данным Росстата, в 2021 г. количество выбросов ПГ при обращении с отходами, составило 96.7 млн т CO_2-экв /г (рис. 1). Эквивалентная доля выбросов метана составила 14.6%.

Снижения уровня выбросов ПГ планируется достичь как за счет уменьшения количества образующихся отходов, так и за счет их рациональной сортировки и переработки во вторичные ресурсы для производства вторичного сырья, в том числе в рамках мер по снижению негативного воздействия на окружающую среду [7),8)]. Такой подход позволяет уже к 2030 году сформировать экономику замкнутого цикла (далее – ЭЗЦ) и развить отрасль промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства

[2)] On the way to 2030. UNESCO reports on science. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235406

[3)] Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (Принята 09.05.1992) https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml

[4)] Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (Принят 11.12.1997) https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml

[5)] Парижское соглашение Организации Объединенных Наций (Принято 12.12.2015) https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement

[6)] Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации»

[7)] Паспорт отраслевой программы «Применение вторичного сырья из отходов в промышленном производстве», утвержден Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Абрамченко от 17.11.2022 № 13493п-П11

[8)] Паспорт отраслевой программы «Применение альтернативного топлива их отходов в промышленном производстве на 2022-2030 годы», утвержден Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Абрамченко от 28.12.2022 № 16042п-П11

и потребления (далее – ППО)[9] для достижения экологического благополучия[10] государства и его населения.

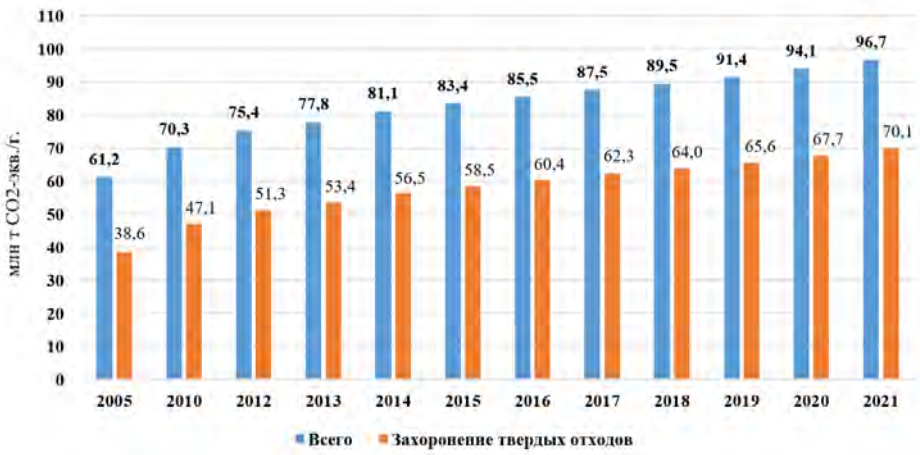

Рисунок 1. Выбросы парниковых газов, связанные с обращением отходами, в период с 2005 по 2021 гг., млн т CO_2-экв./г (составлено авторами по данным Росстата)

Figure 1. Waste management greenhouse gas emissions from 2005 to 2021, million tons of CO_2-eq./year (compiled by the authors based on Rosstat data)

В технологически развитых странах мира переработка отходов превратилась в самостоятельную отрасль экономики, что объясняется не только ростом потребления и удорожанием первичного сырья, но и потребностью в снижении антропогенного воздействия на окружающую среду, осознании негативных климатических эффектов ПГ.

Целью обзора является оценка эффективности развития отрасли ППО, как фактора сохранения климата и снижения уровня выбросов метана. Отслежена хронология формирования промышленной инфраструктуры, проанализирована динамика процесса в 2019-2023 годах, адекватность обозначенных в Стратегии целевых показателей, сформулированы перспективные предложения.

Формирование отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов. Использование вторичных ресурсов. Экономика замкнутого цикла и промышленный симбиоз

Отрасль ППО – это совокупность хозяйствующих субъектов, осуществляющих вовлечение отходов в экономический оборот. Развитие отрасли ППО основано на принципах ресурсосбережения и сопровождается внедре-

[9] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.01.2018 № 84-р «Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года»

[10] Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»

нием инновационных технологий сортировки, переработки и обезвреживания отходов, использованием экологически безопасного промышленного оборудования (Гаев и др., 2021).

ЭЗЦ – это отражение принципов существования естественных систем, в которых образующиеся отходы становятся ресурсом для другого процесса (Аксенова, Максимов, 2021). Концепция ЭЗЦ включает, помимо переработки отходов, повторное использование вторичных ресурсов, ремонт и восстановление готовой продукции с сохранением ее ценности для возврата в биосферу в качестве безопасного объекта по окончании жизненного цикла (рис. 2).

Рисунок 2. Принципы экономики замкнутого цикла (Толстых и др., 2024б)

Figure 2. Principles of the circular economy (Tolstykh et al., 2024)

Одним из подходов к реализации ЭЗЦ является промышленный симбиоз (Толстых и др., 2024а), вносящий весомый вклад в развитие и сотрудничество компаний посредством организации взаимовыгодного экономически эффективного использования первичных и вторичных ресурсов (рис. 3), создания продуктов, безвредно усваиваемых в экосистемах, а также снижения объемов образования отходов и выделяемых парниковых газов (Петросян и др., 2021; Уткина, 2020).

Для внедрения ЭЗЦ необходима гармонизация промышленной (стимулирующей) и экологической (природоохранной) политики (Скобелев, 2020; Шубов и др., 2023).

Государственные меры поддержки промышленных симбиозов направлены на развитие проектов ППО в зонах, где наиболее ярко выражено антропогенное воздействие на окружающую среду и климат. Материальное и нематериальное стимулирование помогает преодолевать экономические барьеры и внедрять эко-инновации (Хачатуров и др., 2023), в том числе по контролю выбросов ПГ.

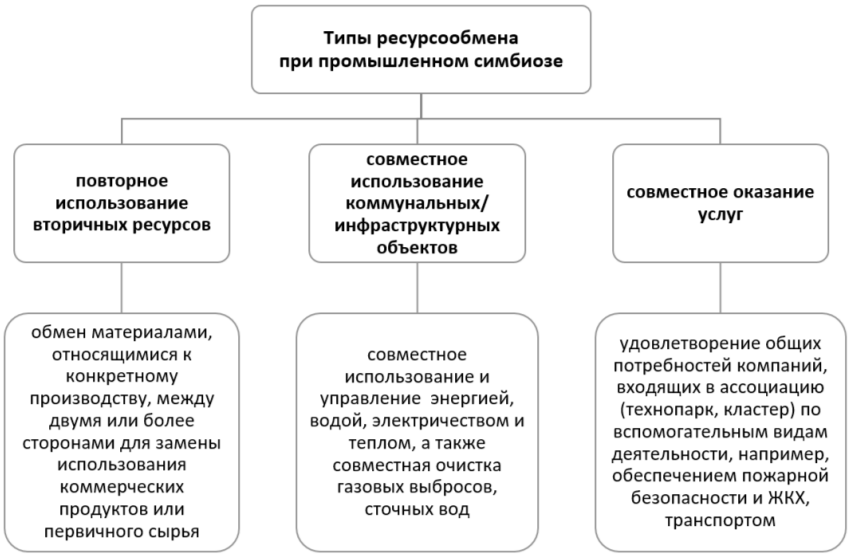

Рисунок 3. Обмен ресурсами при промышленном симбиозе (составлено авторами)

Figure 3. Resource exchange in industrial symbiosis (compiled by the authors)

Образование и накопление отходов производства и потребления. Схемы обращения с опасными и коммунальными отходами

Согласно данным Росприроднадзора[11)] свыше 58 млрд т отходов накоплено в результате прошлой хозяйственной деятельности, выявлено 340 объектов накопленного вреда окружающей среде. С ростом потребления увеличивается количество захоронений отходов, не вовлекающихся во вторичный хозяйственный оборот, что приводит к значительным выбросам парниковых газов, деградации ландшафта и сокращению потенциально продуктивных сельскохозяйственных угодий (Зиновьева, 2023). В 2014 году в стране зафиксировано образование 5.2 млрд т отходов, а в 2023 году – 9.3 млрд т, то есть за 10 лет показатель вырос в 1.8 раза (рис. 4). Что же касается выбросов ПГ, то подобной корреляции с отчетностью 2-ТП (Отходы) не наблюдается (рис. 5).

Добывающая промышленность – это наибольший источник (как правило, наименее опасных) промышленных отходов (рис. 6). В 2023 г. большая часть (93.4%) от общего количества образованных отходов приходилась на топливно-энергетический сектор (в основном на угольные предприятия) в связи с тем, что при добыче и обогащении полезных ископаемых образуется большое количество пустой породы и вскрышных грунтов. ТКО в 2023 г. образовано 47.2 млн т, что на 2.8% выше уровня 2022 г. (45.9 млн т).

[11)] Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления (Отчет по форме 2-ТП (отходы) https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/

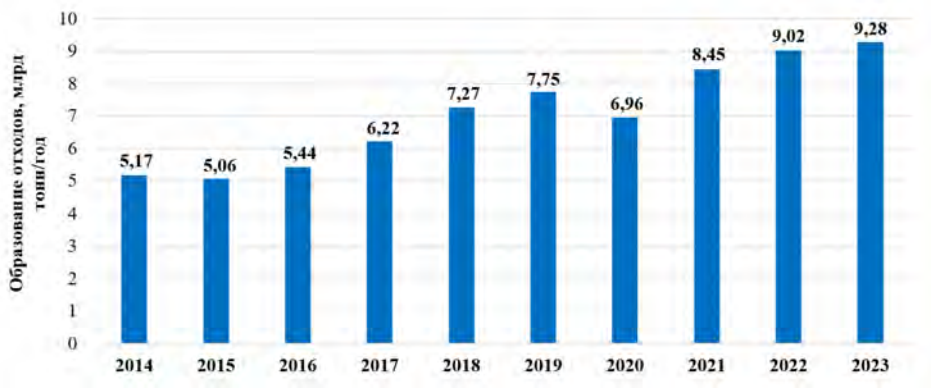

Рисунок 4. Динамика образования отходов в России в 2014-2023 гг.
(составлен авторами по данным 2-ТП (отходы))

Figure 4. Dynamics of waste generation in Russia in 2014-2023
(compiled by the authors based on 2-TP (waste) data)

Рисунок 5. Совокупные выбросы парниковых газов в России в период с 2005 по 2021 гг.
(составлен авторами по данным Росстата)

Figure 5. Total greenhouse gas emissions in Russia from 2005 to 2021
(compiled by the authors based on Rosstat data)

Основную долю от общего количества утилизируемых отходов составляют неопасные отходы, которые в 2023 г. составили 9.3 млрд т или 99.1% от всех образовавшихся в России отходов. Опасные отходы образуются в промышленности, их необходимо обезвреживать, но, в силу халатности или злонамеренности, они оказываются и на полигонах ТКО, что наносит значительный ущерб окружающей среде. В 2019 г. для увеличения доли переработки отходов и борьбы с несанкционированными свалками в стране была возложена ответственность за переработку опасных отходов на компанию

«Федеральный Экологический оператор»[12)], а за переработку ТКО – на компанию «Российский экологический оператор» (далее – РЭО)[13)] и на региональные власти[14)], которые выбирают квалифицированных операторов (Белов, 2023).

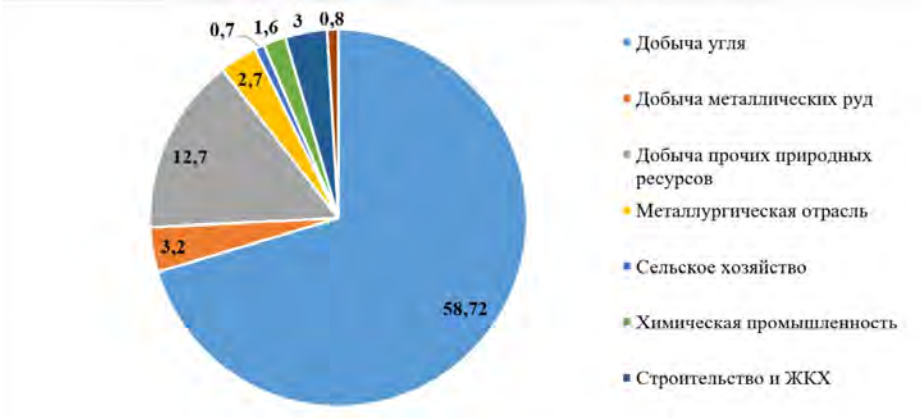

Рисунок 6. Доля отраслей промышленности в образовании отходов в 2023 г., % (составлен авторами по 2-ТП (отходы))

Figure 6. Share in the industrial waste generation in 2023, % (compiled by the authors based on 2-TP (waste) data)

Для выделения максимального количества вторичных ресурсов отходы должны подвергаться сортировке. РЭО разработала федеральную схему[15)] (Задера, 2022), в которой содержится более 1200 объектов – мощностей по сортировке, компостированию, производству альтернативных видов топлива, а также современных полигонов ТКО. Систематизация обращения с ТКО (наиболее сложный и ценный вид отходов) позволит снизить их захоронение на 50% и экономически рационализировать их перемещение, которое вносит значимый вклад в отраслевые выбросы ПГ. В рамках реализации института расширенной ответственности производителей товаров и упаковки[16)] составляется реестр утилизаторов отходов, которые считаются производителями вторичного сырья.

[12)] Распоряжение Правительства РФ от 14.11.2019 № 2684-р «Об определении федерального оператора по обращению с отходами I и II классов опасности»

[13)] Указ Президента РФ от 14.01.2019 № 8 «О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор"

[14)] Статья 24.6 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

[15)] Постановление Правительства РФ от 25.12.2019 N 1814 (ред. от 28.11.2022) «О разработке, утверждении и корректировке федеральной схемы обращения с твердыми коммунальными отходами»

[16)] Федеральный закон от 04.08.2023 № 451-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Раздельный сбор и сортировка отходов производства и потребления

Разделение отходов – практика их сбора и сортировки с учётом происхождения и пригодности к переработке или вторичному использованию (Гаев и др., 2019). Это позволяет сократить расходы на вывоз отходов и их промышленное сепарирование, а также вернуть в экономический оборот максимум полезных материалов.

Извлечение из отходов органической составляющей снижает неорганизованные выбросы метана, а при переработке органических отходов получают биогаз как энергетический ресурс. Наиболее известными примерами разделения отходов являются рециклинг макулатуры, металлолома и стеклотары, применявшиеся на территории стран Европы и Азии, в том числе в СССР, еще в первой половине XX века (Цховребов, 2022). В России с 2000-х годов раздельным сбором занимались индивидуально при поддержке экологических организаций. Реформа 2019 г. предполагает повсеместное внедрение раздельного сбора отходов; уже введены в эксплуатацию опытные системы сортировки ТКО (рис. 7). Это первые попытки создать сферу рециклинга в стране.

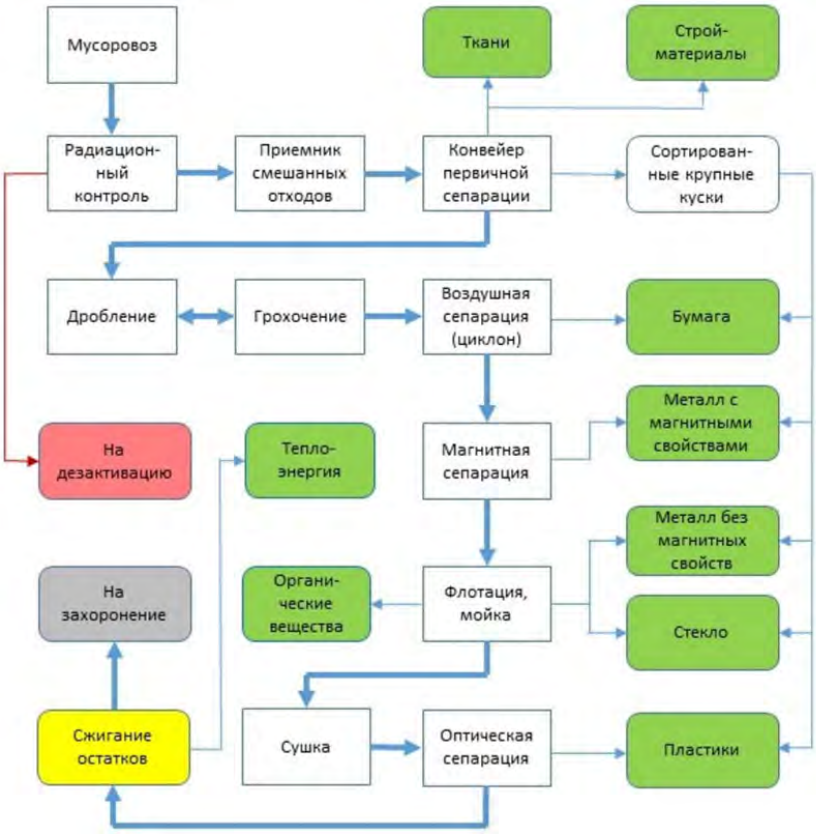

Рисунок 7. Пример разделения ТКО на сортировочном объекте (составлен авторами)

Figure 7. Example of separation of municipal solid waste (MSW) at a sorting facility (compiled by the authors)

Выделение органической составляющей из ТКО наряду с полноценной утилизацией сельскохозяйственных отходов и илов водоочистки представляет наибольший интерес с точки зрения сокращения выбросов ПГ при обращении с отходами. Сжигание отходов допустимо только при условии полезного использования тепла дымовых газов и использования воздухоочистки; при этом такой способ остается единственным экономически оправданным видом утилизации для большого спектра отходов, содержащих ископаемый углерод.

Мониторинг реализации Стратегии, оценка достижения целевых показателей

Отрасль ППО должна быть сформирована к 2030 году, и с момента утверждения Стратегии в 2018 г. проводится мониторинг ее реализации с целью анализа динамики развития инфраструктурных объектов.

Мониторинг реализации Стратегии включает проведение статистического наблюдения, регулярных исследований и подготовку ежегодного аналитического доклада о результатах развития (Смирнова, Голуб, 2024) и выражен в регулярном анализе территориальных схем обращения с отходами, докладов о состоянии окружающей среды, региональных программ в сфере обращения с отходами и иной административной информации. В табл. 1 представлены сводные данные по реализации некоторых целевых показателей реализации Стратегии за период с 2019 по 2023 гг. и планируемых результатов на 2025 и 2030 гг.

Таблица 1. Перечень реализуемых целевых показателей Стратегии в 2019-2023 гг. в соответствии с планируемыми показателями на 2025, 2030 гг. (составлена авторами)

Table 1. List of indicators of the Strategy in 2019-2023 in accordance with targets for 2025, 2030 (compiled by the authors)

№ п/п	Наименование целевого показателя, единица измерения	Фактические значения					План	
		2019	2020	2021	2022	2023	2025	2030
1	Доля утилизированных и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов, %	50.1	49.3	46.6	45.7	42.7	75	86
2	Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку, в общем объеме отходов, вывезенных с мест накопления, %	30	38.6	46.5	48.8	49.9	50	80
3	Количество созданных экотехнопарков, ед.	3	3	7	7	10	30	70

№ п/п	Наименование целевого показателя, единица измерения	Фактические значения					План	
		2019	2020	2021	2022	2023	2025	2030
4	Количество созданных производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, ед.	10	59	333	337	342	101	226
5	Количество созданных мусоросортировочных комплексов твердых коммунальных отходов, ед.	46	282	271	280	292	210	310
6	Количество созданных многофункциональных комплексов по промышленному обезвреживанию отходов, ед.	44	44	135	135	135	50	110
7	Количество созданных многофункциональных сортировочных комплексов, ед.	17	17	25	25	25	50	110
8	Уровень снижения образования отходов, %	-6.7	+10.3	- 21.5	- 6.7	-2.9	- 1.8	- 3.7

В 2023 г. уже удалось достичь ряда показателей, запланированных к 2025 и 2030 гг., наблюдается рост количества экотехнопарков, мусоросортировочных и многофункциональных комплексов, а также организаций и предприятий, осуществляющих сбор, обработку и утилизацию отходов. В настоящее время общее количество предприятий и организаций отрасли составляет 11 910. Из них примерно 40% занимаются сбором и сортировкой отходов и 43% – их утилизацией, примерно 33% производят вторичное сырье; увеличивается количество предприятий, занимающихся утилизацией и обезвреживанием. После провала в годы пандемии стало расти количество средних и крупных предприятий (рис. 8), на которых происходит наиболее комплексная и экологически безопасная утилизация отходов. В отрасли присутствуют как предприятия со значительной долей устаревших фондов, так и принципиально новые, созданные в последние годы.

Рентабельность отрасли ППО неуклонно повышается, при этом как раз утилизация отходов, содержащих ископаемый углерод, выглядит как наименее экономически привлекательная (рис. 9). Деятельность по обработке стекла, бумаги и картона, полимеров и резины существует практически только за счет малого бизнеса, что указывает на нестабильность именно тех

секторов обращения с отходами, которые вносят наибольший вклад в выбросы ПГ.

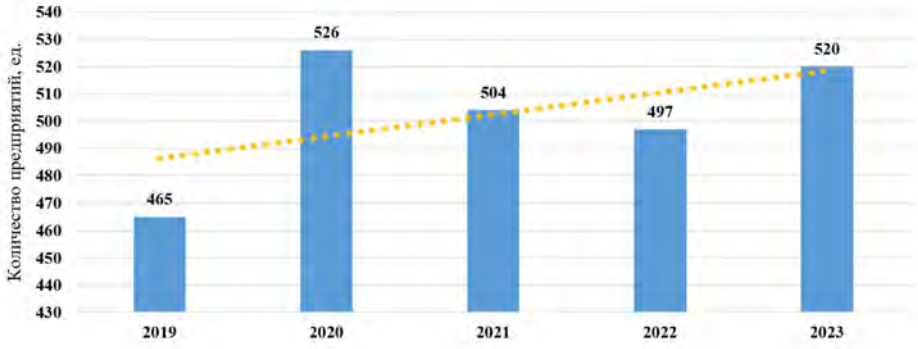

Рисунок 8. Динамика количества средних и крупных предприятий, занимающихся утилизацией и обезвреживанием отходов (составлен авторами по данным ЕГРЮЛ)

Figure 8. Dynamics in the number of medium and large enterprises engaged in waste disposal and neutralization (compiled by the authors based on Unified State Register of Legal Entities data)

Рисунок 9. Уровень рентабельности продукции, работ, услуг в 2022 г. (составлен авторами)

Figure 9. Profitability of products, works, services in 2022 (compiled by the authors)

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что необходимо осуществлять корректировку целевых показателей «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», выявлять причины, в силу которых некоторые целевые показатели не были достигнуты, а также разрабатывать предложения по совершенствованию нормативных правовых актов.

Предлагаемые поправки в Стратегию учитывают сложившиеся изменения в сфере обращения с отходами и основываются на рисках возникновения

неблагоприятных последствий для отрасли в условиях нестабильной санитарно-эпидемиологической ситуации в мире, затяжном восстановлении мировой экономики и структурном замедлении темпов ее роста в среднесрочной перспективе, а также воздействию отрасли ППО на окружающую среду в целом и на климат в частности.

Поправки в Стратегию позволят более качественно и полноценно обеспечить исполнение целевых показателей, установленных Национальными целями развития Российской Федерации на период до 2030 г.[17)]

При актуализации Стратегии считаем целесообразным включить целевой показатель, отражающий оценку выбросов ПГ в отрасли ППО и предложить механизм его учета и контроля.

Кроме изменения целевых показателей предлагается выделить в отдельную товарную группу как ценные материалы, образующиеся при сортировке отходов, так и полуфабрикаты, получаемые при их переработке, а также вторичное сырье. Это позволит предприятию вести обращение с такими продуктами как с товаром, а не как с отходом, что облегчает документооборот и позволяет достовернее рассчитать их углеродоемкость.

В случае принятия решения о внедрении экономических преференций для предприятий, использующих вторичное сырье в производстве, необходимо учитывать ценность используемых технологий с точки зрения минимизации образования ПГ.

Также предлагается ввести учет выбросов ПГ, в том числе метана, в экотехнопарках, на отходоперерабатывающих предприятиях и полигонах, использующих активную систему дегазации.

Для формирования современного облика отрасли необходима долгосрочная политика создания и развития стимулов по вовлечению отходов в экономический оборот, формированию рынка вторичного сырья и улучшения состояния окружающей среды, в том числе через контроль выбросов ПГ.

Список литературы

Аксенова, Е.М., Максимов, И.И. (2021) *Экономика замкнутого цикла. Обзор международных подходов,* Проектно-аналитический отдел, Департамент многостороннего экономического сотрудничества и специальных проектов Минэкономразвития России.

Белов, В. (2023) *Особенности формирования и реализации региональной политики энергосбережения* (Features of formation and implementation of regional energy saving policy), SSRN 4613751, URL: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4613751 (дата обращения: 03.09.2024).

[17)] Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»

Гаев, Ф.Ф., Смирнова, Т.С., Голуб, О.В., Марьев, В.А. (2021) Реализация стратегии развития отходоперерабатывающей отрасли в России, *Экономика устойчивого развития*, № 2 (46), с. 42-46.

Гаев, Ф.Ф., Якушина, А.М., Цховребов, Э.С., Величко, Е.Г., Рахманов, М.Л., Шканов, С.И. (2019) Экономические и организационные аспекты раздельного сбора твердых коммунальных и крупногабаритных отходов, *Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура*, № 1, с. 96-108.

Задера, С. (2022) Минприроды утвердило федеральную схему обращения с ТКО, *Российская газета*, URL: https://rg.ru/2022/12/29/minprirody-utverdilo-federalnuiu-shemu-obrashcheniia-s-tko.html (дата обращения: 03.09.2024).

Зиновьева, О.А. (2023) Реализация Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года, *Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА)*, № 3 (103), с. 139-147.

Киреева, А.В., Золотарева, А.Б. (2023) *Совершенствование расширенной ответственности производителей в контексте «мусорной» реформы*, Трансформация национальной социально-экономической системы России, с. 92-97.

Макаров, И.Н., Дробот, Е.В., Левчегов, О.Н. (2020) Зеленая экономика, цифровые технологии и наноинструментарий: основные базисы трансформации производственных систем в Евразийском экономическом союзе, *Экономические отношения*, т. 10, № 3, с. 719-742.

Петросян, В.С., Тихонова, И.О., Епифанцев, А.С., Щелчков, К.А., Цветкова, Е.А. (2021) Опыт создания промышленного симбиоза предприятий химической промышленности, *Экология и промышленность России*, т. 25, № 8, с. 28-33.

Скобелев, Д.О. (2020) Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития, *Journal of New Economy*, т. 21, № 4, с. 153-173.

Смирнова, Т.С., Голуб, О.В. (2024) Мониторинг реализации отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве», *Экономика устойчивого развития*, № 2 (58), с. 232-237.

Толстых, Т.О., Гераськина, А.А., Щелчков, К.А. (2024а) Перспективы экономики замкнутого цикла в России на этапе глобальных вызовов, *Экономика устойчивого развития*, № 2(58), с. 252-257.

Толстых, Т.О., Гераськина, А.А., Щелчков, К.А. (2024б) Подходы к формированию критериев оценки эффективности промышленных симбиозов, *Регион: системы, экономика, управление*, № 2 (65), с. 113-125.

Уткина, Е.Э. (2020) Анализ и классификация способов оценки промышленно-симбиотических взаимодействий, *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*, т. 17, № 5 (113), с. 26-41.

Хачатуров, А.Е., Гусева, Т.В., Молчанова, Я.П. (2023) Менеджмент инноваций как инструмент обеспечения устойчивого развития, *Менеджмент в России и за рубежом*, № 4, с. 39-47.

Цховребов, Э.С. (2022) Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*, № 4 (40), с. 116-135.

Шубов, Л.Я. Доронкина, И.Г., Смирнова, Т.С., Голуб, О.В. (2023) Промышленная политика модернизации ресурсоемких отраслей, *Экологические системы и приборы*, № 2, с. 29-35.

Houssam, N., Ibrahiem, D., Sucharita, S., El-Aasar, K., Easily, R., Sethi, N. (2023) Assessing the Role of Green Economy on Sustainable Development in Developing Countries, *Heliyon*, vol. 9(6), e17306, doi: 10.1016/ j.heliyon.2023.e17306.

References

Aksenova, E.M., Maksimov, I.I. (2021) *Ekonomika zamknutogo tsikla. Obzor mezhdunarodnykh podkhodov* [Circular economy. Review of international approache], Project and analytical department, Proyektno-analiticheskiy otdel, Departament mnogostoronnego ekonomicheskogo sotrudnichestva i spetsial'nykh proyektov Minekonomrazvitiya Rossii [Department of multilateral economic cooperation and special projects of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation].

Belov, V. (2023) *Osobennosti formirovaniya i realizatsii regional'noy politiki energosberezheniya* [Features of formation and implementation of regional energy saving policy], SSRN 4613751, URL: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4613751 (accessed: 03.09.2024).

Gaev, F.F., Smirnova, T.S., Golub, O.V., Maryev, V.A. (2021) [Realizatsiya strategii razvitiya otkhodopererabatyvayushchey otrasli v Rossii] Implementation of the waste processing industry development strategy in Russia, *Ekonomika ustoychivogo razvitiya*, no. 2 (46), pp. 42-46.

Gaev, F.F., Yakushina, A.M., Tskhovrebov, E.S., Velichko, E.G., Rakhmanov, M.L., Shkanov, S.I. (2019) Ekonomicheskiye i organizatsionnyye aspekty razdel'nogo sbora tverdykh kommunal'nykh i krupnogabaritnykh otkhodov [Economic and organizational aspects of separate collection of municipal solid and bulky waste], *Zhilishchnoye khozyaystvo i kommunal'naya infrastruktura*, no. 1, pp. 96-108.

Zadera, S. (2022) Minprirody utverdilo federal'nuyu skhemu obrashcheniya s TKO [The Ministry of Natural Resources approved the federal scheme for handling

MSW], *Rossiyskaya Gazeta*, URL: https://rg.ru/2022/12/29/minprirody-utverdilo-federalnuiu-shemu-obrashcheniia-s-tko.html (accessed: 03.09.2024).

Zinovieva, O.A. (2023) Realizatsiya Strategii razvitiya promyshlennosti po obrabotke, utilizatsii i obezvrezhivaniyu otkhodov proizvodstva i potrebleniya na period do 2030 goda [Implementation of the Strategy for the development of industry for the processing, recycling and disposal of production and consumption waste for the period up to 2030], *Vestnik Universiteta imeni O.Ye. Kutafina (MGYUA)* [Courier of Kutafin Moscow State Law University (MSAL)], no. 3 (103), pp. 139-147.

Kireeva, A.V., Zolotareva, A.B. (2023) Sovershenstvovaniye rasshirennoy otvetstvennosti proizvoditeley v kontekste «musornoy» reformy [Improvement of extended producer responsibility in the context of the "garbage" reform], *Transformatsiya natsional'noy sotsial'no-ekonomicheskoy sistemy Rossii* [Transformation of the national socio-economic system of Russia], pp. 92-97.

Makarov, I.N., Drobot, E.V., Levchegov, O.N. (2020) Zelenaya ekonomika, tsifrovyye tekhnologii i nanoinstrumentariy: osnovnyye bazisy transformatsii proizvodstvennykh sistem v Yevraziyskom ekonomicheskom soyuze [Green economy, digital technologies and nanotools: the main bases for the transformation of production systems in the Eurasian Economic Union], *Journal of International Economic Affairs*, vol. 10, no. 3, pp. 719-742.

Petrosyan, V.S., Tikhonova, I.O., Epifantsev, A.S., Shchelchkov, K.A., Tsvetkova, E.A. (2021) Opyt sozdaniya promyshlennogo simbioza predpriyatiy khimicheskoy promyshlennosti [Experience in creating industrial symbiosis of chemical industry enterprises], *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, vol. 25, no. 8, pp. 28-33.

Skobelev, D.O. (2020) Promyshlennaya politika povysheniya resursoef-fektivnosti i dostizheniye tseley ustoychivogo razvitiya [Industrial policy for increasing resource efficiency and achieving sustainable development goals], *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 4, pp. 153-173.

Smirnova, T.S., Golub, O.V. (2024) Monitoring realizatsii otraslevoy programmy «Primeneniye vtorichnykh resursov i vtorichnogo syr'ya iz otkhodov v promyshlennom proizvodstve» [Monitoring the implementation of the industry program "Use of secondary resources and secondary raw materials from waste in industrial production"], *Ekonomika ustoychivogo razvitiya*, no. 2 (58), pp. 232-237.

Tolstykh, T.O., Geraskina, A.A., Shchelchkov, K.A. (2024a) Perspektivy ekonomiki zamknutogo tsikla v Rossii na etape global'nykh vyzovov [Prospects for a closed-loop economy in Russia at the stage of global challenges], *Ekonomika ustoychivogo razvitiya*, no. 2 (58), pp. 252-257.

Tolstykh, T.O., Geraskina, A.A., Shchelchkov, K.A. (2024б) Podkhody k formirovaniyu kriteriyev otsenki effektivnosti promyshlennykh simbiozov [Approaches to the formation of criteria for assessing the effectiveness of industrial

symbioses], *Region: sistemy, ekonomika, upravleniye* [Region: Systems, Economics, Management], no. 2 (65), pp. 113-125.

Utkina, E.E. (2020) Analiz i klassifikatsiya sposobov otsenki promyshlenno-simbioticheskikh vzaimodeystviy [Analysis and classification of methods for assessing industrial-symbiotic interactions], *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova*, vol. 17, no. 5 (113), pp. 26-41.

Khachaturov, A.E., Guseva, T.V., Molchanova, Ya.P. (2023) Menedzhment innovatsiy kak instrument obespecheniya ustoychivogo razvitiya [Innovation management as a tool for ensuring sustainable development], *Menedzhment v Rossii i za rubezhom*, no. 4, pp. 39-47.

Tskhovrebov, E.S. (2022) Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii [Biosphere compatibility: man, region, technology], *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii*, no. 4 (40), pp. 116-135.

Shubov, L.Ya. Doronkina, I.G., Smirnova, T.S., Golub, O.V. (2023) Promyshlennaya politika modernizatsii resursoyemkikh otrasley [Industrial policy for the modernization of resource-intensive industries], *Ekologicheskiye sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices], no. 2, pp. 29-35.

Houssam, N., Ibrahiem, D., Sucharita, S., El-Aasar, K., Easily, R., Sethi, N. (2023) Assessing the Role of Green Economy on Sustainable Development in Developing Countries, *Heliyon*, vol. 9(6), e17306, doi: 10.1016/ j.heliyon.2023.e17306.

Статья поступила в редакцию (Received): 30.10.2024.
Статья доработана после рецензирования (Revised): 28.11.2024.

Для цитирования / For citation:

Шушпанова, Д.В., Якушина, А.М., Тихонова И.О., Голуб, О.В. (2024) Анализ состояния отрасли по обращению с отходами производства и потребления в контексте климатической повестки, *Экологический мониторинг и моделирование экосистем*, т. XXXV, № 3-4, с. 56-72, doi: 10.24412/2782-3237-2024-3-4-56-72.

Shushpanova, D.V., Yakushina, A.M., Tikhonova, I.O. Golub, O.V. (2024) Industrial and household waste management industry status analysis in the context of climate agenda, *Environmental Monitoring and Ecosystem Modelling*, vol. XXXV, no. 3-4, pp. 56-72, doi: 10.24412/2782-3237-2024-3-4-56-72.