

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
экономический университет»**

На правах рукописи

КОЛЕСНИКОВ РОМАН ВИКТОРОВИЧ

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА
ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(Экономика природопользования и землеустройства)

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
доцент, Трейман М.Г.

Санкт-Петербург – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
ГЛАВА 1. Теоретические аспекты устойчивого развития региона в области обращения с отходами производства и потребления	11
1.1. Сущность и характеристика принципов устойчивого развития системы управления отходами в регионе.....	11
1.2. Принципы управления отходами, характерные для Российской Федерации.....	23
1.3. Проблемы в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами.....	40
ГЛАВА 2. Исследование методов обращения с отходами как вторичными материальными ресурсами с учетом принципов устойчивого развития	50
2.1. Анализ существующей системы по обращению с отходами в регионах Российской Федерации.....	50
2.2. Зарубежный опыт управления отходами как ценным ресурсом в рамках принципов экономики замкнутого цикла.....	60
2.3. Анализ методов управления отходами в контексте устойчивого развития региона.....	72
ГЛАВА 3. Совершенствование системы управления отходами с помощью принципов устойчивого развития региона	96
3.1. Создание системы управления отходами производства и потребления в контексте применения цифровых технологий.....	96
3.2. Развитие комплексных подходов к экономической оценке влияния отходов производства и потребления на окружающую природную среду.....	105
3.3. Разработка экономических методов стимулирования населения к внедрению принципов устойчивого развития региона.....	134
Заключение	151
Список литературы	156
Приложение 1	181
Приложение 2	184
Приложение 3	187

Приложение 4	192
Приложение 5	194
Приложение 6	197

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертационного исследования.

В последние десятилетия на глобальном уровне важное место в становлении экологических принципов заняла концепция устойчивого развития, целью которой является сбалансированный экономический прогресс с учетом сохранения социального и экологического потенциала для настоящего и будущих поколений. Стратегическим направлением концепции устойчивого развития является управление отходами для вовлечения их в хозяйственный оборот в рамках принципов экономики замкнутого цикла, снижения негативного воздействия на окружающую среду, предотвращения деградации экосистем и истощения природных ресурсов.

Для России, это также является крайне актуальной проблемой. Несмотря на декларирование национальных целей устойчивого развития в области обращения с отходами, уровень вторичной переработки остается крайне низким. В связи с выше представленными обстоятельствами учеными-природопользователями постоянно проводятся исследования, направленные на поиск, изучение, систематизацию подходов к стимулированию развития сферы переработки и обращения с отходами.

Несмотря на то, что необходимость перехода к модели устойчивого развития на международном и национальном уровнях обсуждается уже на протяжении нескольких десятилетий, достаточный прогресс, в особенности в сфере обращения с отходами, в этом вопросе пока не достигнут. До сих пор отходы являются одним из основных антропогенных источников, вносящих значительный вклад в загрязнение и захламление почв, грунтовых и поверхностных вод и являются одним из основных источников образования выбросов парниковых газов. Основной задачей органов государственной власти и местного самоуправления является создание оптимизированных механизмов управления отходами на федеральном и региональном уровне и создание эколого-экономических инструментов, позволяющих снизить объемы образования отходов, а также создание комплексных принципов обращения с отходами, способствующих

экологизации всей сферы обращения с отходами с помощью внедрения механизмов замкнутого цикла обращения с отходами.

Все представленные ранее причины позволяют отметить, что разработка механизмов обращения с отходами важна для всех сфер жизни государства и общества и позволяет развивать принципы экономики замкнутого цикла на региональном уровне, что позволит формировать механизмы стимулирования, мониторинга и контроля за всеми участниками процессов обращения с отходами, что повышает показатели эффективности и позволяет внедрять элементы устойчивого развития в данную сферу.

Степень разработанности научной проблемы. Вопросами управления отходами как вторичными материальными ресурсами занимались ряд зарубежных и отечественных авторов, исследования которых можно отразить в разрезе следующих научных направлений:

в части изучения аспектов устойчивого развития в области обращения с отходами и их влияния на окружающую природную среду – Е. А. Боркова, Д. В. Бромли, Л. С. Венцюлис, Н. И. Иванова, Т. В. Любинская, Д. А. Массеров, Е. А. Мерзлякова, Н. В. Пахомова, Ю. В. Пластинина, В.М. Разумовский, К. К. Рихтер, А. С. Тулупов, И. М. Шор и др.

в части разработки методов стимулирования субъектов сферы обращения с отходами к снижению образования отходов производства и потребления и внедрению принципов экономики замкнутого цикла – авторы Д. Р. Азнагулов, А. А. Алексеев, А. Г. Бездудная, Ф. Ф. Гаев, Э. Р. Исмагилова, О. И. Лихачева, В. А. Марьев, Ш. А. Миллер, Б. А. Моргунов, Л. А. Мочалова, Р. Пассет, И. В. Припутина, Г. Р. Таишева, М. Г. Трейман, О. С. Чечина, П. А. Чурикова, Я. Г. Шадрин и др.

Однако, несмотря на множество научных публикаций и исследований по теме диссертационного исследования, на сегодняшний день недостаточно изучены вопросы оценки негативного влияния на окружающую среду в сфере обращения с отходами и методы стимулирования субъектов отрасли к отдельному сбору и

переработке вторичных материальных ресурсов из состава твердых коммунальных отходов (далее - ТКО).

Целью диссертационного исследования является развитие методов управления отходами производства и потребления как механизма обращения с отходами с учетом экологических, экономических и социальных особенностей регионального развития.

Реализация поставленных целей требует выполнения следующих задач:

- унифицировать организационно-экономические механизмы обращения с отходами производства и потребления в контексте устойчивого развития;

- сформировать принципы внедрения цифровых технологий в сферу обращения с отходами в рамках экологической, экономической и социальной направленности;

- разработать методику оценки экологических рисков для региона с учетом их влияния на эколого-экономическую обстановку территории;

- разработать методику экономической оценки ущерба, наносимого отходами производства и потребления окружающей природной среде на региональном уровне;

- создать комплексные подходы к регулированию экономического механизма платы за вывоз отходов производства и потребления и алгоритмизировать их на уровне региона.

Объект исследования: регионы, реализующие деятельность по использованию твердых коммунальных отходов.

Предмет исследования: методы управления и стимулирования субъектов сферы обращения с твердыми коммунальными отходами к их использованию на региональном уровне.

Научная гипотеза исследования сформулирована автором исходя из предположения, что функционирующая на региональном уровне система по обращению с твердыми коммунальными отходами не является эффективной с точки зрения принципов устойчивого развития, для ее актуализации необходима разработка методов оценки и стимулирования субъектов, вовлеченных в процесс

обращения, к изменению подходов к управлению отходами с целью исключения их захоронения и повышения доли их вторичного использования.

Теоретической основой исследования являются фундаментальные подходы в следующих научных сферах: экономики замкнутого цикла на основе применения отходов, как составляющей вторичных материальных ресурсов, устойчивого развития в части формирования социо-эколого-экономических систем, экономики природопользования в аспектах управления природными системами и разработки механизмов компенсационной оценки ущерба, экологического менеджмента как составляющей регионального развития эколого-экономических систем.

Методологическую основу исследования составляет совокупность методов и методологий научного исследования, основанных на общенаучных принципах и специализированных методах и инструментах, в том числе включающих аналитические. В исследовании использованы следующие методы: сравнительный, анализа и синтеза, графический, метод формализации, построение экономико-математических моделей и др.

Информационной базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики, нормативно-правовые акты, прогнозные и программные разработки органов управления федерального, регионального и муниципального уровней, официальные отчеты органов исполнительной власти, обзорно-аналитические материалы, опубликованные в периодической печати.

Обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечена использованием фундаментальных теоретических положений в области устойчивого развития, экономики природопользования и основывается на научных положениях и практических рекомендациях отечественных и зарубежных ученых с учетом требований действующего законодательства в области охраны окружающей среды Российской Федерации. В работе применялись статистические данные, информация и отчетность из официальных источников. Основные методы, используемые в исследовании: экспертных оценок, сценарное прогнозирование, системного и сравнительного анализа.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.

Направление научного исследования, представленного в диссертации, соответствует Паспорту научной специальности ВАК РФ 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» – Экономика природопользования и землеустройства: п. 9.7. «Разработка и совершенствование методов и методик экономической оценки и компенсации ущерба окружающей среде», п. 9.8. «Экономические аспекты утилизации отходов. Анализ состояния и определенной возможности использования вторичных материальных ресурсов отраслей (межотраслевого комплекса)».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в формировании системы управления отходами, основанной на организационно-экономических механизмах и методах стимулирования всех участников процесса обращения с твердыми коммунальными отходами к снижению негативного воздействия на окружающую среду и внедрения принципов устойчивого развития на региональном уровне. **К числу наиболее значимых и обладающих новизной научных результатов, полученных лично соискателем, относятся следующие:**

1. Обоснован унифицированный организационно-экономический механизм управления отходами производства и потребления региона, основанный на принципах устойчивого развития, который позволит обосновать роль и место, а также функции участников процесса обращения с отходами и повысить экологическую устойчивость региона.

2. Предложены методические рекомендации по внедрению цифровых технологий в деятельность по обращению с отходами производства и потребления на территориях регионов, что позволит повысить эффективность управления производственными и непроизводственными отходами с учетом принципов устойчивого регионального развития.

3. Разработана методика оценки экологического риска регионального характера с учетом таких факторов как природно-климатические, территориальное расположение, социально-экономические, специфика организации регионального развития и др., что впоследствии позволит прогнозировать возможности внедрения

мероприятий по природопользованию и оценивать их влияние на эколого-экономическую деятельность в рамках региональных экономических систем.

4. Разработаны экономические механизмы стимулирования населения регионов к использованию отходов, основанные на совершенствовании методик расчета ущерба, наносимого окружающей природной среде, и платы за обращение с твердыми коммунальными отходами с учетом специфики экономической деятельности региона, что даст возможность рассчитать в денежном эквиваленте масштаб влияния отходов на окружающую природную среду и внедрять принципы экономики замкнутого цикла на региональном уровне.

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в развитии теоретических и методических основ создания механизмов управления субъектами сферы обращения с твердыми коммунальными отходами с учетом концепции устойчивого развития, а также разработки инструментов оценки и стимулирования, способствующих вовлечению отходов в хозяйственный оборот и способствующий снижению ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с отходами.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности использования результатов исследования в развитии сферы твердых коммунальных отходов на региональном уровне. Разработанные организационно-экономические методы стимулирования различных субъектов сферы обращения с отходами могут быть рекомендованы как типовые для совершенствования управления отходами с целью повышения экологической и экономической эффективности. Результаты исследования могут быть также использованы в высших учебных заведениях при подготовке специалистов, получающих образование по специальностям: «Экологический менеджмент», «Экономика природопользования», «Производственный менеджмент».

Апробация результатов исследования. Результаты, выводы и практические рекомендации проведенного исследования были представлены и получили одобрение на международных и всероссийских научно-практических конференциях, материал которых раскрывает проблемы управления отходами и механизмы их реализации в регионе.

Разработанные методики и подходы внедрены в деятельности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук», Общественная организация «Экономическое общество Республики Татарстан», в учебном процессе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного экономического университета», что подтверждено актами о внедрении.

Публикации результатов исследования. Основные результаты и положения исследования отражены в 15 научных статьях, в том числе в 5 статьях, опубликованных в рецензируемых журналах, включенных в рекомендованный список ВАК Российской Федерации, общим объемом 5,71 п.л. (в том числе авторским – 4,96 п.л.).

Структура диссертации. Цели и задачи диссертационного исследования определили его структуру. Структура диссертационного исследования раскрывается во введении, трех главах, заключении. Диссертационная работа содержит 202 страницы основного текста, включает список использованной литературы из 209 наименований, 44 таблицы, 22 рисунка, 6 приложений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

1.1. Сущность и характеристика принципов устойчивого развития системы управления отходами в регионе

В настоящее время, одним из основных источников антропогенного воздействия на природные комплексы в планетарных масштабах являются твердые коммунальные отходы (далее – ТКО). Они оказывают значительное воздействие на окружающую среду регионов, загрязняют экосистемы и негативно влияют на качество жизни и здоровье человека. Проведем оценку негативного воздействия отходов на окружающую природную среду.

В процессе анаэробного разложения органических веществ, входящих в состав ТКО, в атмосферу выделяется «свалочный газ» (биогаз).¹ По своей сути – это горючий газ, состоящий преимущественно из метана (55–75%), углекислого газа (25–45%) и примесей сероводорода, аммиака, оксидов азота и др. (<1%).² Как известно метан, составляющий основу свалочного газа, вносит существенный вклад в эмиссию парниковых газов.

Оценки вклада свалочного газа в глобальную эмиссию парниковых газов разнятся. По одним из существующих оценок, в планетарном масштабе вклад мест захоронения ТКО в эмиссию парниковых газов составляет порядка 40 млн т/год, что составляет около 15% глобальной эмиссии.³ При этом на долю России приходится порядка 2,5% глобальной эмиссии метана от мест захоронения отходов, что эквивалентно 1,1 млн т в год.⁴ Стоит отметить, что процесс

¹ Шейнер, Е. А. Свалочный газ: решения по модернизации полигонов // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 3(33). – С. 34-35.

² Боровский, М. Я. Свалочный газ: эколого-геофизические аспекты // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2014. – № 1-2(61-62). – С. 9-12.

³ Ножевникова, А. Н. Мусорные залежи — «метановые бомбы» планеты // Природа. 1995. № 6. С. 25-34.

⁴ Любинская, Т.В. Снижение эмиссии биогаза ТБО как важнейший элемент сокращения "парникового" эффекта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 1. – С. 76-81.

разложения является очень длительным по времени, фаза активного разложения с выделением газа варьируется и может достигать до 50 лет.⁵

Помимо выделения загрязняющих веществ в атмосферу, при неправильной организации мест захоронения ТКО, происходит загрязнение водных и почвенных ресурсов. Но самое важное – это деградация почв вследствие захламления их твердыми коммунальными отходами. При размещении на них отходов земли выводятся из экономического оборота на продолжительный срок и становятся непригодными для ведения хозяйственной деятельности, что как следствие приводит к экономическим потерям.

По последним оценкам, площадь полигонов для захоронения твердых коммунальных отходов в России составляет порядка 4,4 млн га⁶, что больше площади таких стран, как Швейцария, Нидерланды или Дания. Для сравнения, в США суммарная площадь свалок составляет около 3 млн га, при этом лишь 0,5 млн га являются действующими.⁷ При этом, уже сегодня в 31 из 85 регионах Российской Федерации наблюдается острая нехватка площадей для захоронения отходов и в скором времени потребуется выделение новых площадей под размещение отходов.⁸

Причина заключается в том, что объемы захоронения образующихся ТКО остаются крайне высокими, что усугубляет негативное воздействие на окружающую среду, качество жизни и здоровье населения и не способствует предотвращению загрязнения экосистем региона. С данным утверждением

⁵ McDonald, J.E., Houghton, J.N., Rooks, D.J., Allison, H.E., McCarthy, A.J. The microbial ecology of anaerobic cellulose degradation in municipal waste landfill sites: evidence of a role for fibrobacters // Environ. Microbiol. – 2012. – Vol. 14. – № 4. – P. 1077-1087.

⁶ Официальный сайт Greenpeace [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2019/10/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf> (Дата обращения: 27.10.2022)

⁷ Системы управления бытовыми отходами разных стран: рецепты для России // Институт экономики роста им. Столыпина П. А. 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stolypin.institute/analytics/sistemy-upravleniya-bytovymi-othodami-gaznyh-stran-retsepty-dlya-rossii/> (Дата обращения: 27.10.2022)

⁸ Бюллетень Счетной Палаты РФ Мусорная реформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/462/46234b3e3624fccbb8base5c892f2f4.pdf> (Дата обращения: 28.10.2022)

согласны множество российских ученых.^{9,10,11,12} Более 90% ТКО, образованных населением и предприятиями в России в 2022 году, было подвергнуто захоронению на полигонах и лишь около 7% вернулось в хозяйственный оборот в качестве вторичных материальных ресурсов.¹³ Вышеупомянутые факторы позволяют заключить, что функционирующая в России система обращения с твердыми коммунальными отходами неэффективна.

Опыт множества зарубежных стран показывает, что существуют более эффективные способы построения системы обращения с твердыми коммунальными отходами, исключая их захоронение. В Китае уровень захоронения составляет около 52%¹⁴, США – 50%¹⁵, Италии – 22%, Германии, Финляндии и Швеции – 1%.¹⁶ Успех этих стран обусловлен внедрением различных технологий обращения с ТКО, соответствующих принципам устойчивого развития. К таким технологиям можно отнести рециклинг, компостирование и энергетическую утилизацию.

С целью формирования знаний о сущности и принципах устойчивого развития, а также его основных целей в контексте управления твердыми коммунальными отходами, следует изучить теоретические основы концепции устойчивого развития и современные научные исследования в изучаемой области.

⁹ Мочалова, Л. А., Гриненко, Д. А., Юрак, В. В. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – № 3(47). – С. 97–101.

¹⁰ Преликова, Е. А., Юшин, В. В., Вертакова, Ю. В. Эколого-экономические приоритеты раздельного сбора отходов // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 1(33). – С. 187–195.

¹¹ Арустамов, Э. А., Гильденскиольд, С. Р. Анализ состояния обращения с отходами в Подмосковье в год экологии России // Отходы и ресурсы. – 2017. – Т. 4. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resources.today/01RRO217.html>

¹² Осипов, В. И. Управление твердыми коммунальными отходами как федеральный экологический проект // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2019. – № 3. – С. 3–11.

¹³ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicators/search?searchText=коммунальные+отходы> (Дата обращения 01.08.2023)

¹⁴ Ding, Y., Zhao, J., Liu, J.-W. and others A review of China's municipal solid waste (MSW) and comparison with international regions: Management and technologies in treatment and resource utilization // Journal of Cleaner Production. – 2021. – №:293. – P.126-144.

¹⁵ United States Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> (Дата обращения 01.08.2023)

¹⁶ Eurostat – European Union Statistical Agency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASMUN__custom_1455932/default/table?lang=en (Дата обращения 01.08.2023)

1. Создание и внедрение концепции устойчивого развития

Термин устойчивое развитие подразумевает, что развитие человечества должно происходить таким образом, чтобы удовлетворить текущие потребности, не нанося ущерба возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Данное понятие содержит в себе два ключевых аспекта: понятие «потребности», которое подразумевает, основные нужды бедных слоев населения мира, которым следует уделять первостепенное внимание и идея об ограничениях, налагаемых состоянием технологий и социальной организацией на способность окружающей среды удовлетворять настоящие и будущие потребности.¹⁷

Сам термин и концепция были впервые сформулированы в 1980 году, когда во всемирной стратегии сохранения природы, разработанной под эгидой ЮНЕП впервые был упомянут термин «устойчивое развитие».¹⁸ Интеграция трех основных сфер - экологической, экономической и социальной явилась катализатором возникновения концепции устойчивого развития. Данная концепция впервые была предложена экономистом Рене Пассе в 1979 году¹⁹ и была впоследствии закреплена в Декларации Тысячелетия Организации Объединенных Наций, принятой генеральной ассамблеей ООН 8 сентября 2000 года и определившей принципы устойчивого развития как экономическое развитие, социальное развитие и охрана окружающей среды²⁰, впоследствии подтвержденные на всемирном саммите по социальному развитию прошедшем в 2005 году в Нью-Йорке.²¹

Задача устойчивого развития с экономической точки зрения заключается в ограничении и управлении потреблением в развитых странах и повышении уровня жизни в развивающихся странах без увеличения текущего уровня использования

¹⁷ United Nations, Brundtland Commission, Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford, UK: Oxford University Press. – 1987. – 412 p.

¹⁸ IUCN-UNEP-WWF World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. – 1980. – 77 p.

¹⁹ Passet, R. L'économique et le vivant, Paris, France: Traces. – 1975. – 287 p.

²⁰ United Nations General Assembly, United Nations Millennium Declaration, Resolution 55/2, adopted by the General Assembly on 8 September 2000. – 2000. – 9 p.

²¹ United Nations General Assembly, 2005 World Summit Outcome, Resolution A/60/1, adopted by the General Assembly on 16 September 2005. – 2005. – 38 p.

ресурсов и увеличения негативного воздействия на окружающую среду. Для решения таких задач должны использоваться такие стратегии развития и технологии, которые разрывают связь между экономическим ростом и безусловным увеличением экологического ущерба и истощением ресурсов обусловленного им.^{22,23}

Экологическая составляющая концепции предполагает, что устойчивое развитие должно обеспечивать целостность биологических и физических природных систем, сохранение способности экосистем к самовосстановлению и адаптации. Основным принцип заключается в том, что здоровые экосистемы обеспечивают жизненно важные товары и услуги для людей. В рамках экологической составляющей были разработаны два основных подхода к снижению негативного воздействия человека на окружающую среду – системы экологический менеджмента и управление потреблением.

Ключевыми элементами социальной составляющей являются популяция, бедность, отношение человека к природе, места проживания людей, права человека, а также мир, безопасность и социальная справедливость. В последние десятилетия популяция человечества стремительно росла и продолжает расти, что ввиду ограниченности таких базовых ресурсов как вода и еда является большой проблемой. Единственным возможным способом обеспечить устойчивость развития популяции является тщательное планирование будущего населения и ограничение рождаемости с целью обеспечения равновесия окружающей среды.

Вместе экономическая, экологическая и социальная компоненты составляют триединую концепцию устойчивого развития. Графически данную концепцию можно представить в виде диаграммы Венна, как три круга перекрывающих друг друга (рис.1).

²² Smith, C., Rees, G. Economic Development, 2nd edition, Basingstoke, UK: Macmillan. – 1998. – 216 p.

²³ Bromley, D. Searching for sustainability: the poverty of spontaneous order // Ecological Economics. – 1998. – № 24. – P. 231–240.



Рисунок 1 – Триединая концепция устойчивого развития

Суть данной концепции заключается в том, что эти три компонента взаимосвязаны и в итоге ни один из них не может существовать самостоятельно. Пренебрежение любым из компонентов выводит систему из равновесия и не позволяет достигнуть устойчивого развития. Можно наделять всех равными правами и более ответственно относиться к окружающей среде, но без экономического развития невозможно поддерживать текущий уровень потребления. Можно установить баланс между экономическим развитием и рациональным использованием поддерживающих экосистем, но без социального развития блага будут распределяться неравномерно. Также можно обеспечить равноправие и поддерживать экономический рост, но без бережного отношения к окружающей среде такое развитие приведет к деградации поддерживающих экосистем и их истощению.

Основная идея устойчивого развития предполагает такое развитие, которое улучшает качество жизни населения в пределах несущей возможности поддерживающих экосистем, основанном на уважении к природе, универсальных правах человека, экономической справедливости и культуре мира. Термин «устойчивость» подразумевает под собой инициативное принятие решений и внедрение инноваций, сводящих к минимуму негативное воздействие человека на

окружающую среду, поддержание баланса интересов между желаемым уровнем развития экономики, устойчивостью экосистем и необходимым уровнем социального прогресса с целью обеспечить наиболее благоприятную окружающую среду для всех проживающих видов сейчас и в будущем. Определение устойчивости и ее концепция важны сами по себе, но без придания им четких целей и задач остаются чем-то абстрактным и философским, поэтому в следующей части работы рассмотрим основные цели и задачи глобального устойчивого развития.

2. Научные исследования в области устойчивого развития системы управления отходами

За минувшие десятилетия, учеными было проведено множество исследований в области управления отходами в контексте национального и регионального устойчивого развития. Существенный вклад в развитие теоретических основ устойчивого развития в контексте управления отходами внесли ряд российских ученых.

Среди наиболее видных отечественных ученых следует отметить Пахомову Н. В. и Рихтера К. К., которые основным барьером на пути устойчивого развития называют необходимость изменения парадигмы социально-экономического развития с линейной модели производства и потребления на замкнутую, то, что принято называть экономикой замкнутого цикла или циркулярной экономикой. В своих работах авторы отмечают среди основных предпосылок необходимости такого перестроения истощение природных ресурсов, усиление загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления, рост площадей свалок.

Это является катализатором необратимых климатических изменений и выведению из хозяйственного оборота ценных в хозяйственном отношении территорий. В своих работах авторы приходят к выводу, что на национальном уровне необходима реорганизация форм производственно-хозяйственной деятельности, их переориентация с потребления первичных ресурсов на возобновляемые. При этом авторами отмечается высокий потенциал твердых

коммунальных отходов для развития переработки, компостирования и извлечения энергии.²⁴

Среди научных работ о проблемах обеспечения регионального устойчивого роста следует отметить работы Мерзляковой Е.А. и Колмыковой Т.С. В своих работах авторы доказывают необходимость дифференцированного подхода к внедрению циркулярной экономики на различных территориях. Необходимость этого авторы обуславливают различиями в преимуществах и рисках внедрения циркулярной экономики связанными с отличиями в развитии отдельных территорий ввиду специфики социально-экономических приоритетов и экологической культуры общества.

Авторами были обоснованы бизнес-модели, способствующие обеспечению устойчивого развития циркулярной экономики. С точки зрения повышения эффективности управления твердыми коммунальными отходами, они должны обеспечивать восстановление ресурсов и базироваться на процессах совершенствования инфраструктуры сбора и сортировки отходов с созданием соответствующих производственных мощностей.²⁵

Некоторые ученые рассматривают устойчивое экономическое развитие через призму создания «зеленой» экономики. Среди российских ученых к таким можно отнести Иванову Н. И. и Левченко Л. В. В своих работах ученые утверждают, что «зеленая» экономика обладает существенным мультипликативным и антикризисным потенциалом. При этом обеспечиваются сопоставимые темпы роста и уровня занятости, как и при традиционном ведении хозяйственной деятельности. Косвенно, это приводит к повышению конкурентоспособности экономики и стимулирует внедрение инноваций.²⁶

²⁴ Пахомова, Н. В., Рихтер, К. К., Ветрова, М. А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2017. – Т. 33. – № 2. – С. 244–268.

²⁵ Мерзлякова, Е. А., Колмыкова, Т. С. Циркулярное воспроизводство и экологические инновации в обеспечении устойчивого роста региональной экономики // Регион: системы, экономика, управление. – 2019. – № 3(46). – С. 104–111.

²⁶ Иванова, Н. И., Левченко, Л. В. "Зеленая" экономика: сущность, принципы и перспективы // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2017. – № 2(58). – С. 19–28.

Совершенствование системы управления отходами рассматривается авторами, как одно из направлений развития «зеленой» экономики. Основным вкладом авторов в развитие теоретических основ и практической реализации принципов устойчивого развития является определение причин и барьеров внедрения «зеленой» экономики в России и выдвинутые предложения по инструментам государственной политики, способствующим экологизации экономики. Авторами предложены следующие методы стимулирования: организационно-распорядительные (создание программ утилизации и переработки отходов); правовые (контроль над деятельностью «зеленых» предприятий на всех этапах производства); экономические (субсидии, гранты, фискальная политика); социально-психологические (просветительские проекты).²⁷

Вопросами регионального развития систем управления отходами в контексте устойчивого развития занимались Алексеев А.А., Карлик А.Е., Махатадзе Л.П. Значимость проведенных исследований заключается в систематизации передового зарубежного опыта создания интегрированной системы управления отходами на региональном уровне и возможностях и барьерах его внедрения в России. Авторами рассматриваются основные принципы построения систем управления отходами в странах Европейского Союза (ЕС) и инициативы, реализованные отдельными странами ЕС.

Среди наиболее важных для целей данного исследования результатов их работы следует выделить: обоснование необходимости создания системы учета и мониторинга в сфере управления отходами и развитие методов экономического стимулирования различных субъектов сферы обращения с отходами. Авторами была сформулирована общая проблематика развития системы управления отходами, характерная для большинства регионов России.²⁸

Говоря о развитии общих принципов устойчивого развития и значимости отдельных его составляющих в контексте управления твердыми коммунальными

²⁷ Иванова, Н. И., Левченко, Л. В. «Зеленая» экономика: сущность, принципы и перспективы // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2017. – № 2(58). – С. 19–28.

²⁸ Алексеев, А. А., Карлик, А. Е., Махатадзе, Л. П. Развитие региональной системы управления отходами: опыт проекта SE500 // Экономика и управление. – 2013. – № 4(90). – С. 12–18.

отходами, следует отметить работу Теличенко В.И и Щербины Е.В. В ней модель устойчивого развития рассматривается как взаимосвязь некоторых отдельных систем (экологической, социальной, экономической, управления и антропогенной), взаимосвязанных между собой. Изменения в одной системе влекут за собой прямое и / или опосредованное изменение в смежных системах.

Учеными доказана важность управляющей и социальной систем для достижения устойчивого развития. Отмечается важность нормативной и научной составляющей в развитии управления, в том числе с целью оценки предлагаемых программ и проектов. Информационно-просветительская деятельность рассматривается как основа формирования в социуме понимания значимости устойчивого развития и определенного образа жизни. Также авторами обоснована необходимость взаимодействия между всеми субъектами сферы обращения с отходами – от производителя товара до конечного потребителя.²⁹

Систематизировав полученные теоретических знания, можно заключить, что сущность устойчивого развития в контексте управления твердыми коммунальными отходами в регионе заключается в создании такой системы управления, которая бы обеспечивала снижение негативного влияния на окружающую среду и население, а также способствовала рациональному использованию имеющихся ресурсов.

Такая система должна основываться на принципах экономики замкнутого цикла – повторного использования и переработки. Суть этих принципов заключается в том, что в конце жизненного цикла товары не отправляются для захоронения на полигонах, как не пригодные для дальнейшего использования, а вовлекаются в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов. Внедрение и стимулирование системы раздельного сбора отходов, а также развитие утилизации отходов безусловно будут способствовать достижению целей устойчивого регионального и национального развития.

²⁹ Теличенко, В. И., Щербина, Е. В. Социально-природно-техногенная система устойчивой среды жизнедеятельности // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 6. – С. 5-12.

3. Критерии оценки достижения целей устойчивого развития

Так называемое измерение устойчивости – это метрики, используемые как для измерения устойчивости в целом, нескольких ее компонент, так и отдельных ее составляющих. Они включают различные виды количественной оценки устойчивости, которые могут выражаться как в конкретных цифрах – индексах, коэффициентах, индикаторах и контрольных показателях, так и в более абстрактных, но все же основанных не только на качественной, но и количественной оценке, аудиторских заключениях, получении сертификатов соответствия и стандартах устойчивости.

Главным и наиболее полным по охвату набором индивидуальных индикаторов принято считать разработанную Комиссией ООН по устойчивому развитию систему индикаторов устойчивого развития, принятую Генеральной Ассамблеей ООН 6 июля 2017 года. Данная система индикаторов включает 231 уникальный индивидуальный индикатор для оценки достижения каждой из 17 целей устойчивого развития, включенных в «План по достижению лучшего и более устойчивого будущего для всех людей и всего мира к 2030 году».³⁰

Среди всех представленных индикаторов, непосредственное отношение к обращению твердыми коммунальными отходами имеет ряд индикаторов (табл. 1).

Таблица 1 – Глобальная система индикаторов достижения ЦУР в области обращения с ТКО [составлено автором]

Цель	Задача	Индикатор
Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов.	К 2030 году уменьшить негативное экологическое воздействие городов в пересчете на душу населения, в том числе посредством обращения особого внимания на качество воздуха и удаление городских и других отходов.	Доля твердых бытовых отходов, которые регулярно собираются и надлежащим образом удаляются, в общей массе городских отходов.
Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства.	К 2030 году существенно уменьшить объем отходов путем принятия мер по предотвращению их образования, их сокращению, переработке и повторному использованию.	Национальный уровень переработки отходов (масса утилизированных материалов в тоннах).

³⁰ United Nations, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution 71/313, adopted by the General Assembly on 6 July 2017. – 2017. – 32 p.

В России набор индикаторов включает в себя 160 показателей, измеряющих степень решения тех или иных задач в рамках каждой из 17 целей глобального устойчивого развития. В части управления отходами, национальный набор индикаторов ЦУР определяет ряд целевых показателей (табл. 2.)³¹.

Таблица 2 – Национальный набор показателей ЦУР России в части управления отходами [составлено автором]

Цель: <i>Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов.</i>			
Задача	Индикаторы	Ответственное ведомство	Степень декомпозиции
К 2030 году существенно уменьшить объем отходов путем принятия мер по предотвращению их образования, их сокращению, переработке и повторному использованию	Доля твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию, в общем объеме образованных твердых коммунальных отходов	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования	по Российской Федерации
	Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку, в общем объеме образованных твердых коммунальных отходов	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования	по Российской Федерации

Эти индикаторы являются показателями оценки качества управления отходами и степень их достижения является приоритетным развитием национальных целей устойчивого развития в области обращения с отходами.

Можно заключить, что отходы оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду, на все элементы природной среды. Опыт зарубежных стран показывает, что внедрение принципов устойчивого развития будет способствовать решению накопившихся проблем. С точки зрения управления твердыми коммунальными отходами, приоритетным, в рамках концепции устойчивого развития, направлением является утилизация отходов. Это

³¹ Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 №204 (ред. от 02.07.2021) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

подтверждается индикаторами, характеризующими достижение целей устойчивого развития в сфере обращения с отходами. Анализ современных отечественных научных исследований в области устойчивого развития системы обращения с отходами подтверждает накопившиеся в стране проблемы. Учеными доказана важность соблюдения принципов концепции устойчивого развития для достижения успехов в сфере обращения с отходами. Сущность устойчивого развития в контексте управления твердыми коммунальными отходами в регионе заключается в создании такой системы управления, которая бы обеспечивала снижение негативного влияния на окружающую среду и здоровье населения, а также способствовала рациональному использованию имеющихся ресурсов. Такая система должна основываться на принципах экономики замкнутого цикла.

1.2. Исследование принципов управления отходами, характерных для регионов Российской Федерации

Развитие системы отдельного сбора и накопления твердых коммунальных отходов с целью выделения из них вторичных материальных ресурсов и их последующей утилизации и переработке является одним из важнейших факторов снижения негативного воздействия отходов на окружающую среду и формирование благоприятной и экологически безопасной среды в регионах.

Основы такого развития закладываются нормативно-правовой базой. Законодательство устанавливает определенные государством правила поведения, общеобязательные в пределах сферы своего действия. Это является базисом формирования правовых основ и инструментов регулирования деятельности по обращению с отходами. От качества и всеобъемлимости нормативно-правовой базы зависит формирование комплексной системы обращения с отходами.

1. Обзор российского законодательства в области обращения с твердыми коммунальными отходами

Обширную нормативно-правовую базу документов в области обращения с твердыми коммунальными отходами можно представить в виде иерархической

структуры, объединяющей все основные законы и подзаконные акты, принятые на территории РФ (рис. 2).

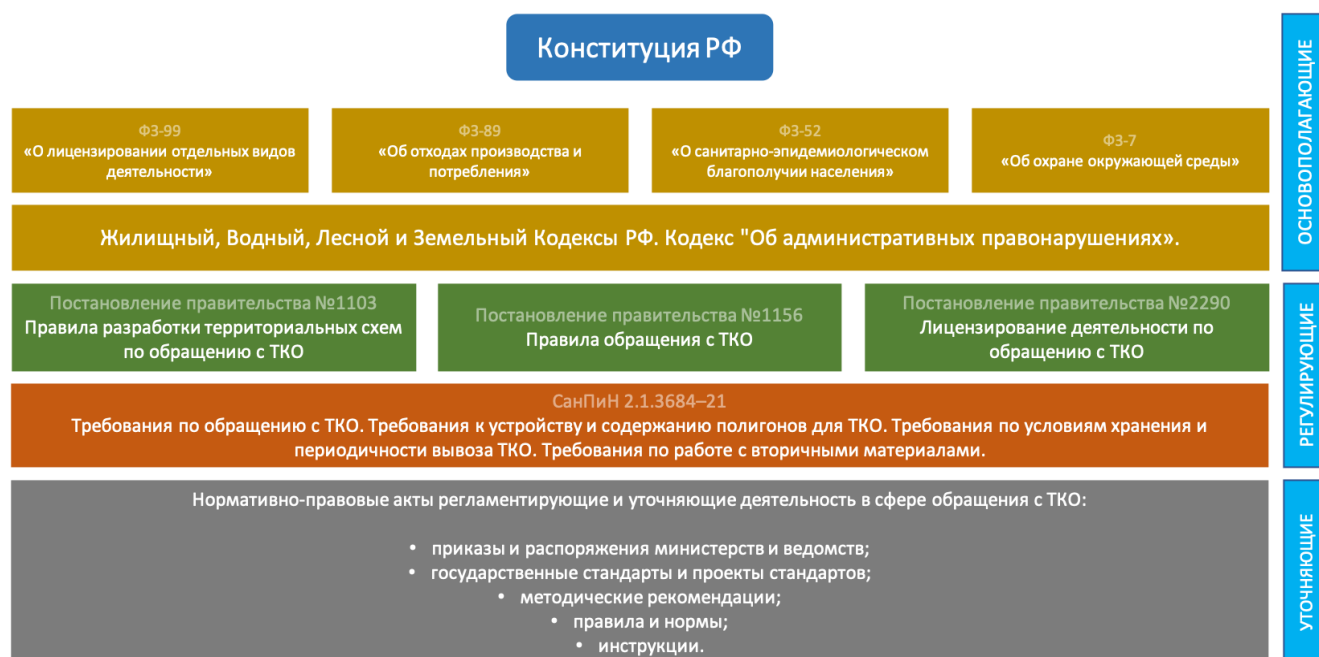


Рисунок 2 – Иерархия законов в области обращения с ТКО в России [составлено автором]

Условно, все нормативно-правовые акты можно разделить на три группы – основополагающие, регулирующие и уточняющие законодательные акты. Первые определяют основную политику государства в области обращения с ТКО и служат ориентиром в деятельности органов исполнительной власти на различных уровнях, к ним относятся Конституция, федеральное законодательство и кодексы. Вторая группа законов устанавливает общие, правила и требования к ведению деятельности в области обращения с ТКО, к ним относятся постановления федеральных и региональных органов исполнительной власти. Третья группа законов предлагает методические рекомендации по реализации отдельных функций и процессов в области обращения с ТКО, вводит единые стандарты осуществления такой деятельности, а также устанавливает нормы и дает инструкции.

Основополагающие законодательные акты определяют фундаментальные направления государственной политики в области обращения с отходами и являются базисом для всех других законодательных актов в области обращения с

отходами. В России существует ряд основных нормативно-правовых актов в сфере обращения с отходами (табл. 3).

Таблица 3 – Основные нормативно-правовые акты России в сфере обращения с отходами [составлено автором]

Наименование закона	Область применения
<i>Федеральный закон от 24.06.1998г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»</i>	Основной закон, регулирующий деятельность в области обращения с отходами. Определяет основные термины, устанавливает правовые основы в области лицензирования, нормирования, учета, отчетности и контроля в области обращения с отходами, определяет льготы для участников рынка. ³²
<i>Федеральный закон от 04.05.2011 №99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»</i>	Определяет порядок лицензирования деятельности, связанной с обращением с отходами. ³³
<i>Федеральный закон от 02.04.1999 №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»</i>	Регулирует деятельность, связанную с обезвреживанием, хранением и захоронением отходов с целью предотвращения вредного воздействия на атмосферный воздух. ³⁴
<i>Федеральный закон от 30.03.1999 №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»</i>	Определяет санитарные требования, предъявляемые к каждому из этапов процесса управления отходами, от их сбора до утилизации или захоронения. ³⁵
<i>Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»</i>	Обязывает нормировать образование отходов и лимитировать их размещение, а также устанавливает плату за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов. ³⁶

³² Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления»

³³ Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О лицензировании отдельных видов деятельности»

³⁴ Федеральный закон от 02.04.1999 № 96-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об охране атмосферного воздуха»

³⁵ Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»

³⁶ Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об охране окружающей среды»

<p><i>Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами»</i></p>	<p>Определяет правила обращения непосредственно с твердыми коммунальными отходами.³⁷</p>
<p><i>Постановление Правительства РФ от 22.09.2018 № 1103 «О разработке, общественном обсуждении, утверждении, корректировке территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления...»</i></p>	<p>Определяет основу организации деятельности в области обращения с отходами на региональном уровне.³⁸</p>

Обозначенные выше законодательные акты являются базисом, регулирующим деятельность в области обращения с ТКО и обязывающим классифицировать образующиеся отходы по определенным классам экологической опасности. Помимо этого, существует ряд нормативно-правовых регулирующих определенные аспекты обращения с отходами:

- классификация отходов (Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242³⁹);
- учет ТКО (Постановление Правительства РФ от 03.06.2016 № 505⁴⁰, Приказ Росстата от 15.07.2020 № 383⁴¹, Приказ Росстата от 09.10.2020 № 627⁴²);

³⁷ Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 (ред. от 18.03.2021) «Об обращении с твердыми коммунальными отходами»

³⁸ Постановление Правительства РФ от 22.09.2018 № 1103 «О разработке, общественном обсуждении, утверждении, корректировке территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления, в том числе с твердыми коммунальными отходами, а также о требованиях к составу и содержанию таких схем»

³⁹ Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 29.03.2021) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов»

⁴⁰ Постановление Правительства РФ от 03.06.2016 № 505 (ред. от 15.09.2018) «Об утверждении Правил коммерческого учета объема и (или) массы твердых коммунальных отходов»

⁴¹ Приказ Росстата от 15.07.2020 № 383 (ред. от 30.07.2021) «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за строительством, инвестициями в нефинансовые активы и жилищно-коммунальным хозяйством»

⁴² Приказ Росстата от 09.10.2020 № 627 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения»

- нормативы образования (Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 № 269⁴³, Приказ Минстроя России от 28.07.2016 № 524/пр⁴⁴).

Следует рассмотреть определения термина «отходы», закрепленные в российском законодательстве. Согласно Федеральному закону от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления», отходы производства и потребления (отходы) – вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим Федеральным законом⁴⁵. К сожалению, в Федеральном законе не дается формулировки термина «удаление», представляется верным, что в контексте рассматриваемого закона этот термин означает процесс отбора отходов из мест их образования для дальнейшей обращения с ними.

ГОСТ 30772–2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» называет отходами остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью⁴⁶. Стоит отметить, что данный стандарт, который по своей сути должен иметь направленность на ресурсосбережение, не указывает на отходы как на возможный источник сырья.

Если подходить к определению термина «отходы» с точки зрения устойчивого развития, автор дает следующее определение термина «отходы»: отходы — это материалы, вещества или предметы образующиеся в процессе осуществления предприятиями хозяйственной деятельности, либо в процессе потребления населением товаров и услуг, утратившие свои первоначальные характеристики и непригодные для дальнейшего использования с целью осуществления экономической деятельности или потребления в местах

⁴³ Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 № 269 (ред. от 15.09.2018) «Об определении нормативов накопления твердых коммунальных отходов»

⁴⁴ Приказ Минстроя России от 28.07.2016 № 524/пр. «Об утверждении Методических рекомендаций по вопросам, связанным с определением нормативов накопления твердых коммунальных отходов»

⁴⁵ Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления»

⁴⁶ Постановление Госстандарта России от 28.12.2001 № 607-ст «ГОСТ 30772–2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»

образования и подлежащие удалению с целью извлечения ценных ресурсов и возвращения их в хозяйственный оборот.

Предложенное автором определение термина "отходы" наиболее полно раскрывает сущность отходов в рамках концепции устойчивого развития и реализации политики экономики замкнутого цикла так как предполагает их возвращение в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов. Закрепление единого определения в законодательство позволит избежать появления разночтений и двоякой их интерпретации в чьих-либо интересах.

2. Схема управления отходами в регионах Российской Федерации

Проведенный анализ основных терминов и понятий, закрепленных в основном федеральном законе, регулирующем обращение с отходами производства и потребления, позволяет определить основные этапы процесса обращения с отходами и составить его укрупненную схему, с момента их образования и до стадии утилизации или захоронения (рис. 3).



Рисунок 3 – Укрупненная схема процесса обращения с отходами [составлено автором]

Таким образом, схема обращения с отходами может быть описана как деятельность, направленная на сбор и накопление отходов в местах их образования, их последующую транспортировку к местам проведения обработки отходов с целью их сортировки на годные и негодные остатки. Завершающим этапом является утилизация тех отходов, которые можно повторно использовать и обезвреживание тех остатков, которые непригодны для дальнейшего

использования с целью снижения потенциального негативного их воздействия на окружающую среду и их последующее захоронение.

Помимо ФЗ №89, порядок организации и управления ТКО на уровне региона определяется Постановлением Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами» (ред. от 18.03.2021). Рассматриваемые нормативно-правовые акты возлагают на субъекты сферы обращения с отходами следующие функции:

- региональные власти – организация деятельности по обращению с отходами и осуществление контролирующей и регуляторной функции;

- региональный оператор – непосредственно организация процесса по обращению с отходами на вверенной территории, ответственность за достижение целей национальных проектов в области устойчивого развития.⁴⁷

Рассмотренные выше обстоятельства актуализируют необходимость поиска такого подхода к управлению отходами на региональном уровне, который бы способствовал решению целей и задач всех субъектов сферы обращения с отходами.

Помимо регионального оператора по обращению с ТКО, в непосредственном подчинении региональных властей находятся муниципалитеты. На муниципальные органы власти возложена обязанность по организации деятельности по сбору и накоплению отходов физических и юридических лиц, реализуемые ими через управляющие компании. Организация всего остального процесса обращения с ТКО, включая их удаления из мест, накопления, обработку, утилизацию, обезвреживание и захоронение, возложена на регионального оператора. Непосредственными исполнителями отдельных функций могут выступать сторонние организации. Помимо этого, на схеме управления отражены потребители вторичного сырья, функционирующие автономно и не подчиняющиеся ни одному из субъектов управления.⁴⁸

⁴⁷ Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 (ред. от 18.03.2021) «Об обращении с твердыми коммунальными отходами»

⁴⁸ Колесников, Р. В. Анализ подходов к управлению твердыми коммунальными отходами на региональном уровне // Управленческий учет. – 2021. – № 10–3. – С. 676–681.

Основываясь на этом, можно представить унифицированную для российских регионов схему управления отходами (рис. 4). Представленная схема управления с отходами была разработана для Санкт-Петербурга, с учетом баланса количественных характеристик сферы обращения с отходами.

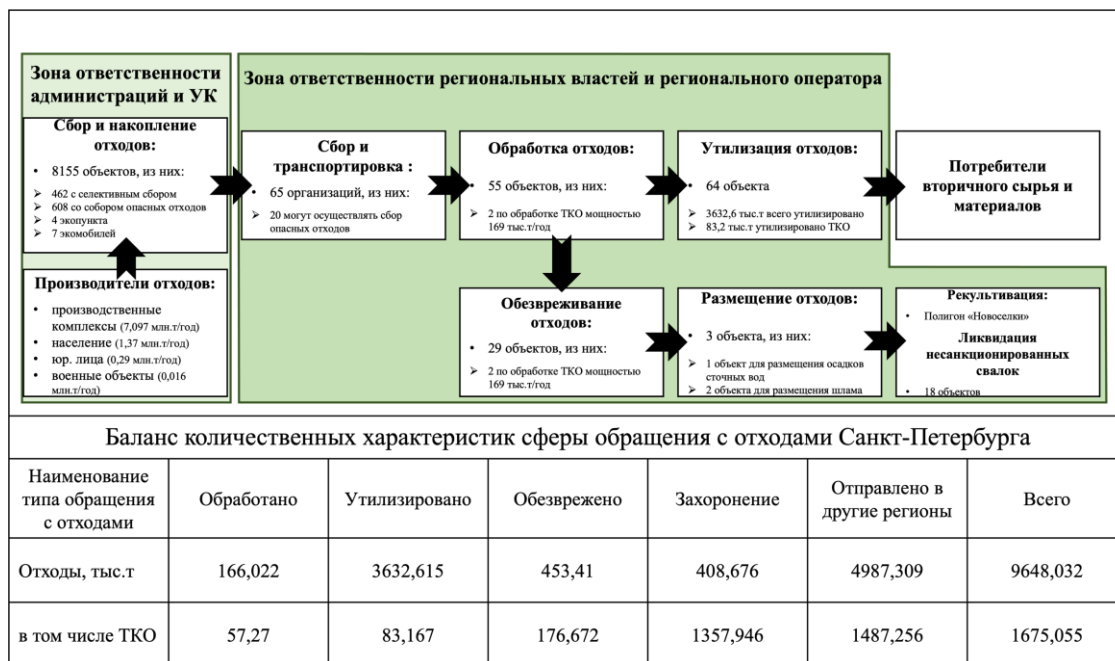


Рисунок 4 – Функциональная схема управления и баланс количественных характеристик сферы обращения с отходами г. Санкт-Петербурга

[составлено автором^{49,50,51}]

Некоторые данные, представленные в балансе количественных характеристик сферы обращения с отходами, требуют уточнения. Так, данные о количестве отходов, отправленных в другие регионы, по всем типам отходов, представлен в виде отдельного показателя, учитываемого в итоговом объеме, в то время как, аналогичный показатель по ТКО выражает количество отходов, обработанных, утилизированы и обезврежены на территории других субъектов и не учитывается в итоговой сумме. Данные по обработке, утилизации и обезвреживании ТКО отражают суммарное количество отходов, прошедших эти

⁴⁹ Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2021/05/21/16/Территориальная_схема.pdf (Дата обращения: 09.09.2022)

⁵⁰ Прием опасных отходов от населения, экопункты и экомобили [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecomobile.infoeco.ru/> (Дата обращения: 10.09.2022)

⁵¹ Список транспортировщиков отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inndex.ru/ul/sankt-peterburg/okved-38.1> (Дата обращения: 10.09.2022)

стадии на территории Санкт-Петербурга и за его пределами. В виду того, что у региона отсутствуют собственные полигоны, захоронение ТКО осуществляется исключительно на территории других субъектов.

Обработка и обезвреживание отходов сосредоточены на двух производственных площадках СПб ГУП «Завод МПБО-2», на Волхонском шоссе и в поселке Янино Ленинградской области. Мусороперерабатывающий завод осуществляет переработку отходов в компост методом аэробного сбраживания.

На основе проведенного анализа текущего состояния сферы обращения с отходами на территории г. Санкт-Петербурга можно сделать следующие выводы: в регионе наблюдается нехватка предприятий по обработке и утилизации ТКО; охват населения местами раздельного сбора отходов и опасных отходов из состава ТКО равны 5,6% и 7,4%, соответственно, что является крайне низким показателем. Также, на территории региона выявлены 18 несанкционированных свалок и объект накопленного ущерба – полигон «Новоселки».⁵²

Данная схема управления сферой обращения с твердыми коммунальными отходами характерна для большинства регионов России. Существенным недостатком действующей схемы управления является отсутствие взаимодействия между всеми субъектами сферы обращения с отходами, так как из нее исключены непосредственные потребители вторичного сырья в регионе. Основываясь на целях устойчивого развития в сфере обращения с отходами, именно их утилизация является основной характеристикой успехов страны в сфере обращения с отходами. Учитывая это, сложившаяся схема управления в ТКО в регионах не может считаться эффективной и соответствующей целям устойчивого развития.

Перспективной схемой управления отходами следует считать ту, которая бы объединяла все субъекты сферы обращения с отходами на региональном уровне. Можно предложить следующую структурно-функциональную модель обращения с твердыми коммунальными отходами на региональном уровне, основанную на процессном подходе к управлению (рис. 5).

⁵² Колесников, Р. В. Формирование системы индикаторов для социо-эколого-экономической оценки региональной системы обращения с твердыми коммунальными отходами // Петербургский экономический журнал. – 2021. – № 4. – С. 103-115.

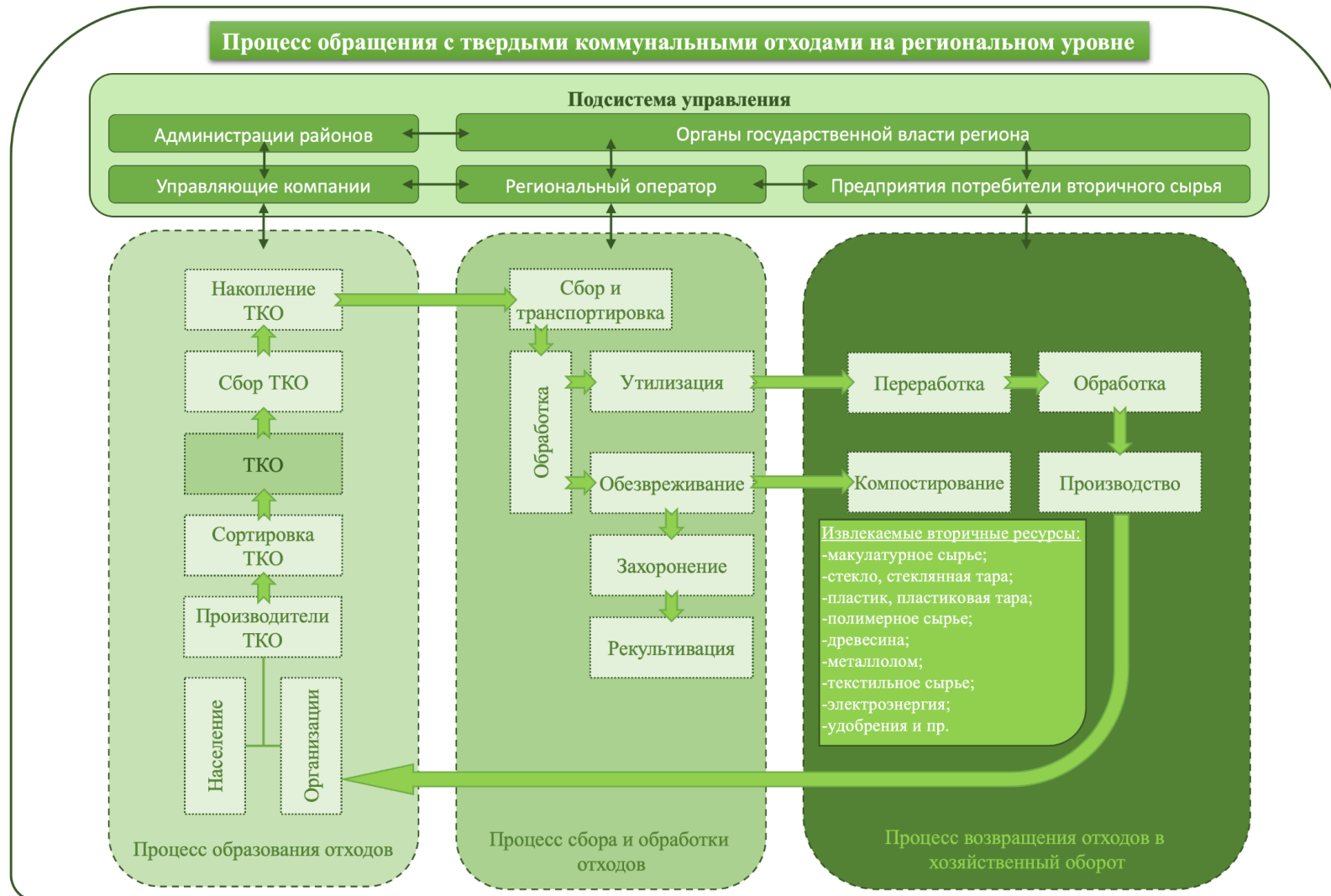


Рисунок 5 – Региональная модель обращения с отходами, согласно структурно-функциональным принципам [составлено автором]

Разработанная функциональная модель позволяет упорядочить процессы обращения с ТКО в рамках их регионального воздействия в соответствии с принципами управления и выделяет в своем составе управляющую подсистему, которая формируется из отдельных взаимосвязанных субъектов управления, ответственных за процессы на различных уровнях. К основным функциональным особенностям предприятий, которые потребляют отходы как основное сырье, является создание возвратных механизмов управления хозяйственными процессами максимально эффективного использования отходов.⁵³

Предлагаемая схема управления позволяет объединить все субъекты сферы обращения с отходами. Схема основана на принципах экономики замкнутого цикла и соответствует целям устойчивого развития. Основной целью, предложенной схемы управления, является не просто удаление твердых коммунальных отходов из мест их образования, но возвращение их в хозяйственный оборот в качестве вторичных материальных ресурсов и продукции готовой к потреблению.

3. Классификация твердых коммунальных отходов

Согласно территориальной схеме по обращению с отходами на территории Санкт-Петербурга, твердые коммунальные отходы делятся по происхождению на следующие виды (табл. 4). Данные представлены в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов.

Таблица 4 – Твердые коммунальные отходы по источникам происхождения [составлено автором⁵⁴]

№ п/п	Источник	Объем, м³	Количество, тонн
1	Отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности населения	7 119 133,80	1 370 789,21

⁵³ Колесников, Р. В. Анализ подходов к управлению твердыми коммунальными отходами на региональном уровне // Управленческий учет. – 2021. – № 10-3. – С. 676-681.

⁵⁴ Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2021/05/21/16/Территориальная_схема.pdf (Дата обращения: 09.09.2022)

2	Твердые коммунальные отходы, образующихся в результате хозяйственной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (73000000000 - отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве и при предоставлении услуг населению)	–	287 886,521
3	Твердые коммунальные отходы объектов Министерства обороны Российской Федерации на территории Санкт-Петербурга (205 объектов)	85 067,64	16 379,77
Всего:		–	1 675 055,509

Следует рассмотреть долю каждого источника в общем объеме образования ТКО (рис. 6). Как видно из рисунка, около 82% отходов образуется от жизнедеятельности населения региона. На долю отходов (Группа по ФККО – 7 33 000 00 00 0) приходится 13,3% образования ТКО в регионе, 3,88% составляют отходы, образующиеся от уборки территории, вклад объектов Министерства обороны составил 0,98%.

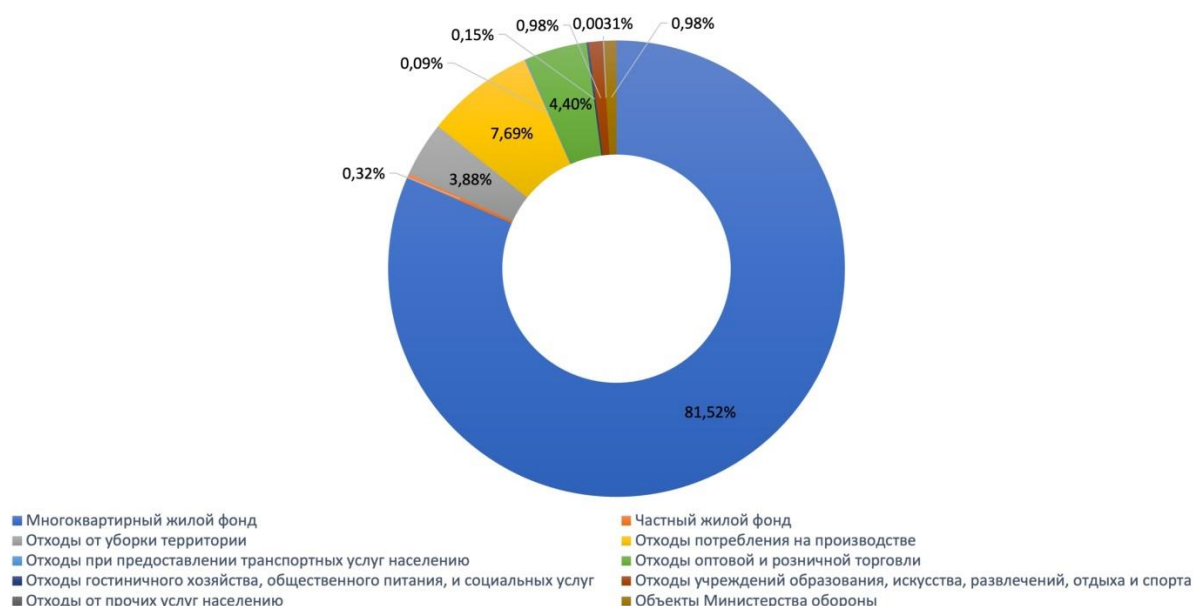


Рисунок 6 – Образование отходов на территории

Санкт-Петербурга в разрезе источников [составлено автором]

Исходя из объемов образования отходов по источникам, укрупненно производителей ТКО можно классифицировать на:

- *Население:*
 - Многоквартирный жилой фонд.

- Частный жилой фонд.
- *Юридические лица и индивидуальные предприниматели:*
 - Отходы от уборки территорий (Коды ФККО 73100000000 группы).
 - Отходы на производстве (офисы) (Коды ФККО 73300000000 группы).
 - Отходы от предоставления транспортных услуг (Коды ФККО 73400000000 группы).
 - Отходы от предоставления услуг оптовой и розничной торговли (Коды ФККО 73500000000 группы).
 - Отходы от предоставления гостиничных, социальных и услуг питания (Коды ФККО 73600000000 группы).
 - Отходы от предоставления образовательных, культурно-развлекательных и спортивных услуг (Коды ФККО 73700000000 группы).
 - Отходы от предоставления парикмахерских и банных услуг (Коды ФККО 73900000000 группы).
- *Объекты министерства обороны.*

Проведенный анализ территориальной схемы по обращению с отходами на территории Санкт-Петербурга и Федерального классификационного каталога отходов позволяет определить следующую классификацию твердых коммунальных отходов в разрезе источников образования (рис.7).

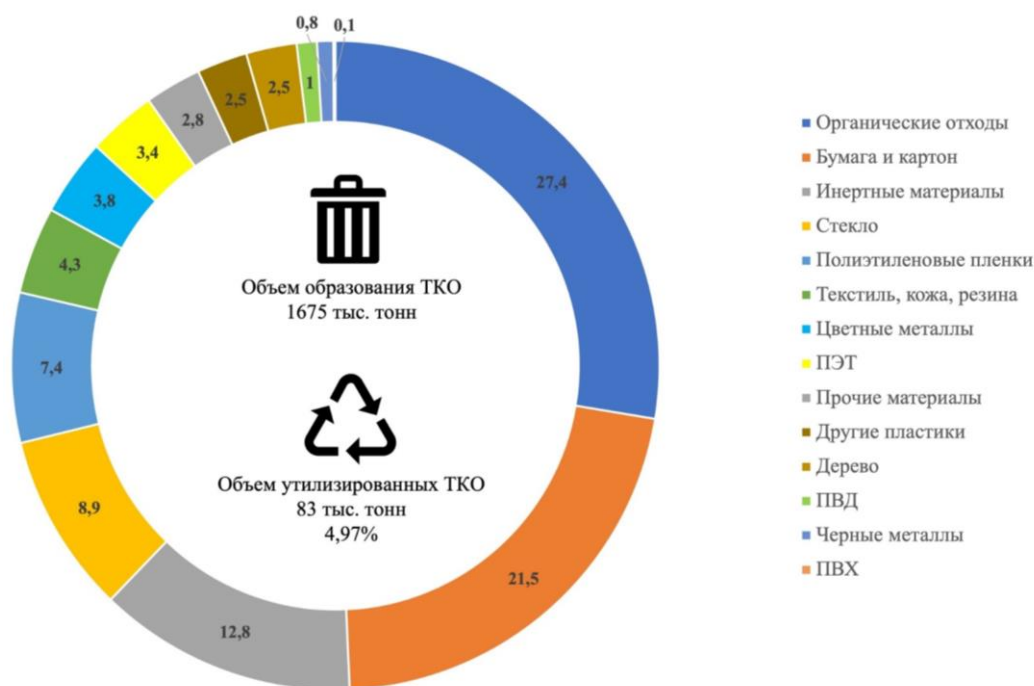
Несмотря на то, что некоторые виды отходов, например от предоставления услуг общественного питания населению, входят в укрупненную группу отходов «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве и при предоставлении услуг населению» (группа кодов ФККО 7 30 000 00 00 0) к ТКО не относятся. Признаком отнесения отхода к ТКО является наличие указания в наименовании группы или подгруппы отходов, что отходы относятся к ТКО. Данное разъяснение содержится в Письме Росприроднадзора от 06.12.2017 № АА-10-04-36/26733 «О направлении информации».

Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве и при предоставлении услуг населению
(Код 7 30 000 00 00 0)

Население	Организации							Военные объекты
<p align="center">Отходы из жилищ (Код 7 31 100 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- При совместном накоплении (Код 7 31 110 00 00 0)</p> <p>- При раздельном накоплении (Код 7 31 120 00 00 0)</p> <p>- Прочие отходы (Код 7 31 900 00 00 0)</p>	<p align="center">Отходы от содержания территории</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Отходы от уборки территории (Код 7 31 200 00 00 0)</p> <p>- Растительные отходы (Код 7 31 300 00 00 0)</p> <p>- Прочие отходы (Код 7 31 900 00 00 0)</p>	<p align="center">Отходы от потребления на производстве (Код 7 33 000 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Мусор от офисных и бытовых помещений (Код 7 33 100 00 00 0)</p> <p>- Прочие отходы потребления на производстве (Код 7 33 900 00 00 0)</p>	<p align="center">Отходы от транспортных услуг населению (Код 7 34 000 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Уборка помещений вокзалов и станций (Код 7 34 100 00 00 0)</p> <p>- Уборка подвижного состава (Код 7 34 200 00 00 0)</p> <p>- Прочие отходы (Код 7 34 900 00 00 0)</p>	<p align="center">Отходы от оптовой и розничной торговли (Код 7 35 000 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Уборка объектов оптово-розничной торговли (Код 7 35 100 00 00 0)</p>	<p align="center">Отходы от гостиничных, социальных и услуг питания (Код 7 36 000 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Уборка мест временного проживания (Код 7 36 200 00 00 0)</p> <p>- Уборка помещений, организаций, оказывающих социальные услуги (Код 7 36 400 00 00 0)</p>	<p align="center">Отходы от образовательных и досуговых услуг (Код 7 37 000 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Уборка учебно-воспитательных учреждений (Код 7 37 100 01 72 5)</p> <p>- Уборка культурно-спортивных учреждений и зрелищных мероприятий (Код 7 37 100 02 72 5)</p>	<p align="center">Отходы от предоставления прочих видов услуг (Код 7 39 000 00 00 0)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>- Отходы от парикмахерских и банных услуг (Код 7 39 400 00 00 0)</p>	<p align="center">Военные объекты</p> <p align="center">Собственные коды ФККО отсутствуют.</p> <p align="center">В зависимости от типа военного объекта их можно условно отнести к следующим категориям:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Места проживания <ul style="list-style-type: none"> - 7 31 100 00 00 0 - 7 31 200 00 00 0 - 7 31 300 00 00 0 2. Адм. объекты <ul style="list-style-type: none"> - 7 33 100 00 00 0

Рисунок 7 – Классификация твердых коммунальных отходов [составлено автором]

С целью формирования знаний об основных ресурсах и материалах, потенциально пригодных для вторичного использования, следует рассмотреть морфологический состав образующихся ТКО. Состав отходов зависит от множества факторов: климатических, пространственных и временных. Также, одним из основополагающих факторов, оказывающих влияние на морфологический состав ТКО, является сложившийся в регионе профиль потребления населения. Приложение 50.2 территориальной схемы по обращению с отходами содержит данные о морфологическом составе ТКО, образующихся на территории Санкт-Петербурга. Согласно данным территориальной схемы, образующиеся отходы имеют в своем составе следующие сырье и материалы (рис. 8).



ПЭТ – полиэтилентерефталат (термопластик); ПВД – пластик высокого давления; ПВХ – поливинилхлорид

Рисунок 8 – Морфологический состав отходов
г. Санкт-Петербурга [составлено автором⁵⁵]

Из графика видно, что больше четверти всех образующихся отходов составляют органический отходы, чуть меньше четверти приходится на бумагу и картон. Высока доля различных видов пластиков – 14,4% и стекла –

⁵⁵ Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2021/05/21/16/Территориальная_схема.pdf (Дата обращения: 09.09.2022)

8,9%, а на долю металлических отходов приходится 4,6%. Таким образом, почти половину отходов составляют условно наиболее легко утилизируемые материалы – бумага, пластик, стекло и металлы. Тем не менее, остальные виды отходов также представляют интерес в целях вторичной переработки, так, например, органические отходы можно переработать в биогаз или удобрения, а из инертных материалов выделяется песок и щебень.

Для понимания ресурсного потенциала, следует оценить количественное образование отходов по видам и потенциальную выгоду от их утилизации. Объем образования и потенциальный доход представлены в таблице (табл. 5).

Таблица 5 – Потенциальный полезный объем отходов и его стоимость [составлено автором]

Вид отхода	Объем образования ТКО в 2022 году, тыс.т/год ⁵⁶	Потенциальный доход с тонны, руб. ⁵⁷	Потенциальный совокупный доход, млн. руб.
Органические отходы	799,21	2 640	2 109,91
Бумага и картон	627,12	9 000	5 644,08
Инертные материалы	373,35	350	130,67
Стекло	259,59	5 000	1 297,95
Пластик	420,02	45 000	18 900,90
Текстиль, кожа, резина	125,42	3 000	376,26
Цветные металлы	110,84	24 000	2 660,16
Черные металлы	23,33	22 000	513,26
Дерево	72,92	2	0,14
Итого:	2 916,83	-	31 633,33

Для расчетов использовались данные о ценах на вторичное несортированное сырье из открытых источников⁵⁸. Так как оценка стоимости несортированных органических отходов затруднена, она была проведена на

⁵⁶ Новая территориальная схема обращения с отходами производства и потребления Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/news/240212/> (Дата обращения: 01.08.2023)

⁵⁷ Промышленный портал, раздел «Вторсырье, отходы в России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promportal.su/g/19187/vtorsire-othodi/> (дата обращения: 07.08.2023)

⁵⁸ Промышленный портал, раздел «Вторсырье, отходы в России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promportal.su/g/19187/vtorsire-othodi/> (Дата обращения: 07.08.2023)

основе стоимости конечного продукта. Так из 1 тонны органических отходов можно получить около 100 м³ биогаза и 200 кг сухих удобрений. Сжигание биогаза позволяет выработать около 200 кВт/час энергии, что при стоимости 5,70 руб. за кВт электроэнергии в Санкт-Петербурге дает доход в размере равный 1 140 руб., также около 1 500 руб. можно выручить с продажи удобрений^{59,60}. Суммарная выручка, без учета себестоимости, составляет около 2 640 руб. с тонны органических отходов.

Основываясь на принятом в территориальной схеме обращения с отходами морфологическом составе, более 95% отходов, образующихся на территории Санкт-Петербурга, являются потенциально пригодными для вторичной переработки. Потенциальная суммарная выручка от направления отходов на вторичную переработку может составить более 31 млрд. руб. Организация раздельного сбора отходов населением, а также осуществление более глубокой сортировки на предприятиях обработки отходов позволяткратно повысить потенциальный доход за счет снижения загрязненности и намочания и более высокого качества подготовки вторичного сырья из состава ТКО.⁶¹

Несмотря на наличие в России достаточной нормативно-правовой базы для выстраивания эффективной системы обращения с отходами, основанной на принципах устойчивого развития, большая часть образующихся ТКО направляется на захоронение.

Причинами этого можно назвать:

⁵⁹ Официальный сайт РБК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/photoreport/16/12/2014/542410a4cbb20fafd901e68a> (Дата обращения: 28.10.2021)

⁶⁰ Тарифы на электроэнергию по СПб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eirc.spb.ru/info/tarif/energostonabzhenie/> (Дата обращения: 01.08.2023)

⁶¹ Колесников, Р. В., Фрейдкина, Е.М. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов: к вопросу об эффективности сжигания отходов для выработки энергии в России // Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения: Материалы III Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов ЦБП, Санкт-Петербург, 08 ноября 2021 года / Ред. О.В. Фёдорова, А.Г. Кузнецов. Том I. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. – С. 61-66.

- существующая схема управления отходами больше ориентирована на своевременное и постоянное удаление отходов, нежели на организацию процесса отбора ВМР из их числа для дальнейшей утилизации и переработки;
- недостаток мощностей и предприятий занятых в утилизации вторичных материальных ресурсов из состава ТКО;
- потребители вторичного сырья не являются непосредственными участниками процесса обращения с отходами.

Необходимость изменения существующей схемы обращения с отходами, развития сферы утилизации и включение потребителей вторичного сырья в процесс обращения с отходами доказаны высоким ресурсным потенциалом образующихся отходов. Основываясь на существующей классификации отходов и их морфологическом составе, около 50% образующихся отходов пригодны для вторичной переработки. Потенциальная стоимость ВМР, рассчитанная для Санкт-Петербурга, составляет более 31 млрд. руб.

1.3. Проблемы в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами на региональном уровне

В СССР широко применялись технологии повторного использования и вторичной переработки таких видов сырья из состава ТКО, как бумага и картон, стеклотара, металлолом. Сбор осуществлялся через разветвленную сеть пунктов приема основных видов вторичного сырья и различные механизмы стимулирования населения к его сбору.

Основой системы вторичной переработки являлась структура, функционировавшая в составе Госснаба СССР – «Союзвторглавресурс». В ее состав входили более 5,5 тысяч пунктов приема вторичного сырья у населения и 527 предприятий вторичных ресурсов. Уже в тот период вторичные ресурсы были неразрывно связаны с обеспечением экономики страны сырьем и

материалами, и являлись ее неотъемлемой частью. К 1989 году на вторичную переработку отправлялось около 25% образующихся ТКО.⁶²

Проводились научные исследования о возможных технологиях обращения с ТКО и способах их переработки. К началу 80-х годов XX века ВИВР Госнаба СССР было сформировано представление о комплексной переработке ТКО, основой которой являлась сортировка отходов и последующее вовлечение отдельных фракций в экономический оборот в качестве вторичных материальных ресурсов.⁶³

С развалом СССР был полностью разрушен институт сбора вторичного сырья, а вопросы обращения с отходами были отодвинуты на второй план. Современная Россия была сфокусирована на решении насущных проблем в сфере экономики. Если обратиться к статистике объемов образования твердых коммунальных отходов в стране, то можно отметить следующие тенденции (рис. 9.):

- в течение последнего десятилетия в стране наблюдается непрекращающийся рост объемов образования ТКО, общий прирост составил 48,5%;
- помимо общего роста объемов образования отходов, наблюдается рост образования отходов в пересчете на душу населения – 573 кг/чел. в год в 2021 году, по сравнению с 412 кг/чел. в год в 2010 году;
- отчетливо прослеживается тенденция на дальнейшее увеличение объемов образования ТКО, ни в одном из рассматриваемых периодов не произошло снижения объемов образования, даже в период эпидемии COVID-2019;

⁶² Колдобская, Н. А. Проблемы переработки мусора в крупных столичных городах на постсоветском пространстве // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика: сборник научных статей, Смоленск, 14–16 октября 2016 года. – Смоленск: Универсум, 2016. – С. 454–462.

⁶³ Доронкина, И. Г., Борисова О. Н. Эволюция технологических подходов при решении проблемы твердых бытовых отходов // Сервис в России и за рубежом. – 2015. – Т. 9. – № 4(60). – С. 102–111.

- несмотря на то, что практически треть образованных в 2021 году отходов была направлена на мусороперерабатывающие заводы, уровень утилизации остается крайне низким – 6,5% в 2021 году.

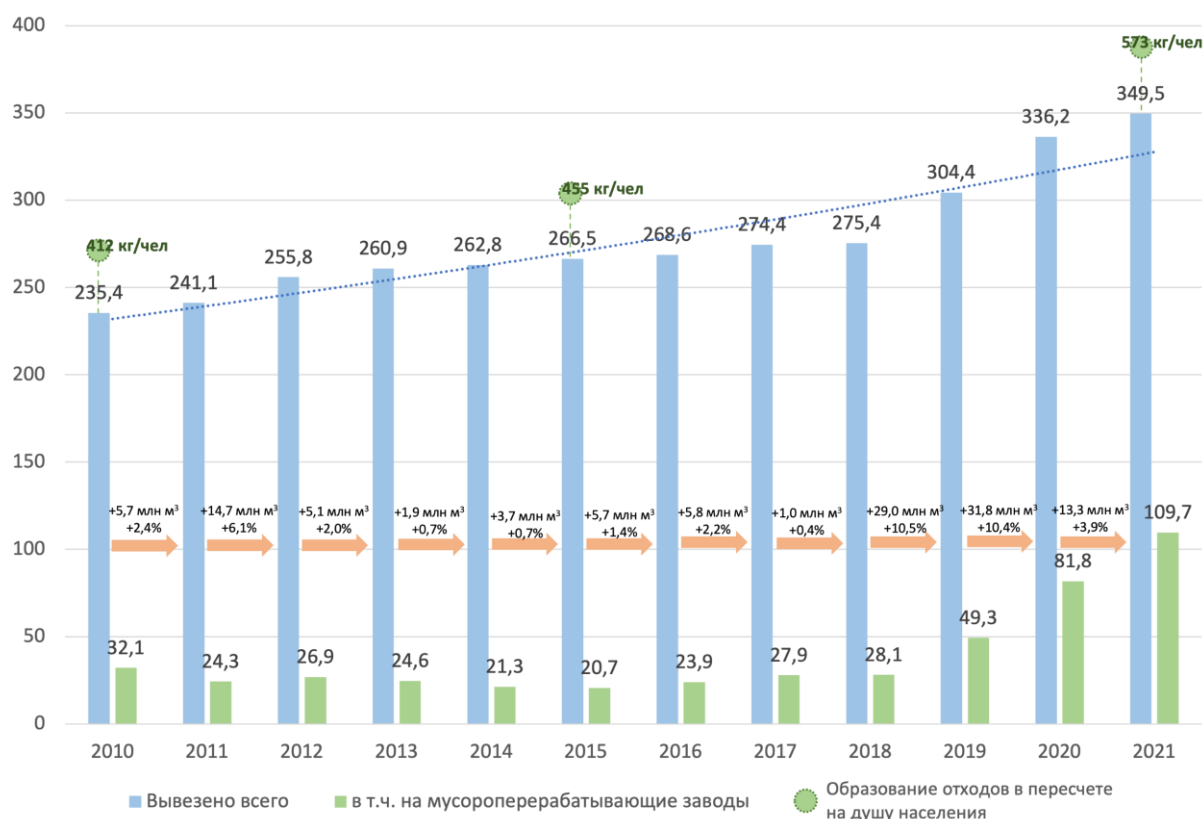


Рисунок 9 – Характеристики образования твердых коммунальных отходов в России за период 2010 – 2021 гг., млн.м³ [составлено автором]⁶⁴

Образующиеся отходы необходимо где-то размещать, выделять новые площади под это, что сокращает пригодную для жизни экосистему. Помимо этого, при размещении отходов на полигонах происходит загрязнение атмосферного воздуха, почвенных и водных ресурсов вредными веществами. Это влияет не только на качество окружающей среды, но и на качество жизни населения региона. Нередки случаи чрезвычайных происшествий в местах захоронения отходов, что создает дополнительные выбросы загрязняющих веществ, и как следствие повышает риск экологической катастрофы в регионе.

⁶⁴ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/> (Дата обращения: 01.08.2023)

Более того, неконтролируемый рост количества отходов повышает риск скорого истощения мощностей существующей инфраструктуры по захоронению отходов и роста количества несанкционированных свалок. Размещение отходов вне специально оборудованных мест создает дополнительные экологические риски из-за невозможности контролировать места расположения этих свалок и следить за уровнем поступающих в окружающую среду загрязняющих веществ. Все это напрямую влияет на уровень экологического риска в регионе.

Одним из путей решения проблемы является сокращение количества образующихся у населения отходов и отборе ВМР из состава ТКО с целью минимизации их захоронения. Однако, инструментарий, позволяющий регулировать количество образующихся у населения отходов весьма ограничен. Недостаточно простого изменения в модели поведения и потребления домохозяйств, необходимы законодательные изменения, которые бы искусственно ограничивали уровень потребления домохозяйств. Введение таких ограничений на сегодняшний день видится мало реалистичным, так как это неизбежно повлечет за собой последствия социального и экономического характера.

Наиболее эффективным способом снижения количества захораниваемых отходов является их отдельный сбор и последующая утилизация, то есть вовлечение их в хозяйственный оборот в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР). Именно отдельный сбор обеспечивает максимальное сохранение изначальных свойств отдельных видов отходов для того, чтобы они были пригодны для вторичной переработки. Общеизвестными лидерами в утилизации отходов являются страны Европейского Союза (ЕС). В среднем, в 27 странах союза утилизируется около 75% образующихся ежегодно коммунальных отходов, в том числе с помощью энергетической утилизации, а в некоторых странах удалось достичь практически 100% утилизации образующихся ТКО,

например, Бельгия и Дания, что означает отсутствие захоронения отходов на полигонах.

Многие страны ЕС начали проводить реформы в сфере обращения с отходами, направленные на их отдельный сбор и утилизацию вместо захоронения, еще в 70-х годах прошлого века. В России же реформа по обращению с отходами производства и потребления стартовала совсем недавно – с 2019 года. «Мусорной реформой» в России принято считать комплекс мероприятий, осуществляемых органами власти в рамках реализации национального проекта «Экология» (табл. 6).

Таблица 6 – Характеристика национального проекта «Экология» относительно обращения отходов в Российской Федерации, 2019–2024 гг.

Цель национального проекта «Экология» по отношению к отходам: эффективное обращение с отходами производства и потребления.	
Задачи и целевые показатели по направлению «Эффективное обращение с отходами производства и потребления»:	
- ликвидация всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных свалок в границах городов (191 шт.);	
- ликвидация наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда (75 шт.);	
- ввод в эксплуатацию производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности (7 ед.);	
- увеличение доли твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию, в общем объеме образованных твердых коммунальных отходов (36%);	
- увеличение доли твердых коммунальных отходов, направленных на обработку, в общем объеме образованных твердых коммунальных отходов (60%).	
Для достижения этих задач и целей приняты федеральные проекты:	
1	«Снижение негативного воздействия на окружающую среду путем ликвидации наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде и несанкционированных свалок в границах городов» («Чистая страна»).
2	«Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами».

Основной целью проводимой реформы является снижение количества отходов, направляемых на захоронение. Достижение цели предполагается добиться путем повышения количества отходов, направляемых на обработку (сортировку) с целью отбора вторичных материальных ресурсов (далее – ВМР) и, как следствие, повышение доли утилизируемых отходов. Конечной целью является вовлечение как можно большего количества отходов в хозяйственный оборот в качестве ВМР.

Можно отметить низкую эффективность проводимых в стране реформ. Вместо внедрения отдельного сбора ТКО, продолжается их совместное накопление. Собранные таким образом отходы затем направляются на обработку (сортировку) для извлечения ВМР. В 2021 году на обработку было направлено 31,4% всех ТКО, а уровень утилизации за тот же период составил лишь 6,5%. Эффективность отбора ВМР при таком способе обращения с ТКО не превышает 15%, что является крайне низким показателем.

Многие регионы еще далеки от полной реализации мероприятий, предусмотренных реформой. Несмотря на то, что уровень утилизации ТКО в 2021 году в России удалось довести до 6,5%, в большинстве из рассматриваемых в рамках данного исследования регионах этот показатель намного ниже и даже равен нулю. Также, как говорилось ранее, в регионах до сих пор отсутствует централизованная система отдельного сбора и накопления отходов, что затрудняет извлечение полезных ВМР из их состава и препятствует достижению целей проводимой реформы.

Причинами этого являются обширные территории страны, что позволяет выделять новые площади под захоронение отходов, доступность первичных ресурсов и существующие цепочки производства, направленные на переработку первичного сырья. Это обуславливает медленное проведение реформ, в первую очередь связанных с внедрением отдельного сбора и накопления отходов и развитием утилизации. Решение проблемы видится во внедрении принципов устойчивого развития на уровне регионов, то есть следование принципу экономики замкнутого цикла. Этому препятствует ряд институциональных проблем в сфере обращения с отходами:

- недостаточность информационно-просветительской работы с населением с целью экологического воспитания⁶⁵;

⁶⁵ Шадрин, Я. Г., Кузнецова, Е. В. Эколого-экономическая эффективность утилизации твердых бытовых отходов // Отходы и ресурсы. – 2019. – Т. 6. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resources.today/10ECOR219.html>

- отсутствие механизмов экономического стимулирования населения к раздельному сбору отходов⁶⁶;
- различия в подходах к тарифообразованию в регионах и отсутствие единой тарифной политики в стране;
- у субъектов сферы обращения с отходами отсутствует экономическая мотивация к утилизации⁶⁷;
- отсутствие национальной и региональной политики по развитию утилизации отходов, которая бы стимулировала создание не только крупных предприятий по переработке отходов, но также малых и микропредприятий⁶⁸;
- предприятия-потребители вторичного сырья не являются частью процесса обращения с отходами, что затрудняет их взаимодействие с остальными участниками процесса;
- в стране отсутствует единая система учета количественных характеристик сферы обращения с отходами, что не дает реальной картины о количестве образующихся ТКО и препятствует планированию развития сферы обращения с отходами^{69,70};
- основным направлением утилизации ТКО, в проводимой реформе, выбрана энергетическая утилизация посредством сжигания с получением попутного тепла и электроэнергии, следует отметить низкую эффективность данного подхода как с экономической, так и с экологической точек зрения⁷¹;

⁶⁶ Соколова, О. Г., Полежаева, М. В., Чухарева, Е. В. Формирование модели управления твердыми коммунальными отходами // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2019. – № 3. – С. 130–143. –

⁶⁷ Шор, И. М. Сдерживающие и стимулирующие факторы создания устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами на основе государственно-частного партнерства // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2022. – № 2. – С. 221–227.

⁶⁸ Лихачева, О. И., Советов, П. М. Методологические аспекты управления сферой обращения с твердыми бытовыми отходами // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10. – № 4. – С. 111–127.

⁶⁹ Марьев, В.А., Гаев, Ф.Ф., Шканов, С.И. и др. Инновационная система организации, учета обращения с твердыми коммунальными и крупногабаритными отходами, экономического стимулирования их раздельного сбора и обработки // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14. – № 1(124). – С. 46–59.

⁷⁰ Колесников, Р. В. Совершенствования статистического обеспечения деятельности по управлению твердыми коммунальными отходами с использованием процессов цифровизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2021. – № 4. – С. 131–141.

⁷¹ Колесников, Р.В., Фрейдкина, Е.М. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов: к вопросу об эффективности сжигания отходов для выработки энергии в России // Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения: Материалы III Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов ЦБП, Санкт-Петербург, 08 ноября 2021 года / Ред.

- затруднена оценка эффективности проводимых мероприятий с учетом ущерба, образующегося от негативного воздействия твердых коммунальных отходов⁷²;
- при планировании развития сферы обращения с ТКО не учитывается региональная специфика⁷³;
- недостаточное внимание уделяется экологическим рискам, связанным со сферой обращения с ТКО, в том числе при их энергетической утилизации.

Обозначенные институциональные проблемы сферы обращения с твердыми коммунальными отходами требуют разработки механизмов и методов управления и оценки, способствующих развитию отрасли и внедрению системы раздельного сбора и накопления отходов в регионах. Необходима разработка методов экономического стимулирования субъектов сферы обращения с отходами и механизмов стимулирования регионов способствующих раздельному сбору ТКО и их последующей утилизации.

Обобщающие выводы к первой главе диссертационного исследования:

1. Существующие характерные особенности сферы обращения с твердыми коммунальными отходами определяют ее значимость как независимого предмета исследования в области экономики природопользования и землеустройства. Среди таких особенностей следует выделить наличие различных подходов к организации системы обращения с отходами, позволяющих регулировать величину негативного влияния, оказываемого на окружающую среду.

О.В. Фёдорова, А.Г. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. – С. 61–66.

⁷² Тулупов, А.С., Витухин, А.Д. Оценка вреда от негативного воздействия твердых коммунальных отходов // Стратегия научно-технологического развития в условиях нестабильности мировых рынков: Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 27–28 июня 2019 года / Под редакцией В.А. Цветкова, К.Х. Зоидова. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем рынка Российской академии наук, 2019. – С. 157-164.

⁷³ Мерзлякова, Е.А., Колмыкова, Т.С. Циркулярное производство и экологические инновации в обеспечении устойчивого роста региональной экономики // Регион: системы, экономика, управление. – 2019. – № 3(46). – С. 104-111.

2. Захоронение отходов, как один из способов обращения с ними, оказывает существенное негативное влияние на окружающую среду. В процессе разложения твердых коммунальных отходов в атмосферу выделяется значительное количество парниковых газов. В планетарных масштабах эмиссия парниковых газов от свалок составляет порядка 15%. Помимо этого, при захоронении отходов из хозяйственного оборота выводятся значительные площади земель. Существующая в России система обращения с отходами не является эффективной. В России полигонами по захоронению отходов занято около 4,4 млн га., а ежегодная эмиссия парниковых газов составляет 1,1 млн т. Это требует изменения в подходах к обращению с отходами с целью исключения их захоронения. Такие подходы могут быть основаны на принципах устойчивого развития, предполагающих извлечение вторичных материальных ресурсов из состава ТКО, их последующую утилизацию и переработку на региональном уровне.

3. Одним из принципов устойчивого развития по отношению к отходам является концепция экономики замкнутого цикла – повторное использование ресурсов. Суть этой концепции заключается в том, что в конце жизненного цикла товары не отправляются для захоронения на полигонах, как не пригодные для дальнейшего использования, а вовлекаются в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов. Внедрение этих принципов будет способствовать снижению негативного влияния на окружающую среду и здоровье населения, а также рациональному использованию имеющихся ресурсов и снижению производственных издержек.

4. Существующая в России система обращения с твердыми коммунальными отходами не позволяет эффективно отбирать вторичные материальные ресурсы из состава ТКО. Эффективность существующих технологий обработки ТКО не превышает 15%. Причина заключается в совместном сборе и накоплении отходов. Исходя из информации о структуре твердых коммунальных отходов, генерируемых населением, можно заключить, что они обладают значительным потенциалом как ресурсы.

Вторичные материальные ресурсы составляют около 50 % от всего объема образующихся ТКО. Из состава ТКО можно выделить такие ВМР, как: бумага и картон, стекло, пластик, металлы. Помимо этого, органическая часть отходов, также, обладает определенным потенциалом для вторичного использования. Основным препятствием к полному использованию потенциала вторичных материальных ресурсов в рамках функционирующей системы обращения с твердыми коммунальными отходами является нехватка предприятий по утилизации отходов.

5. Проведенный анализ позволил выявить ряд институциональных проблем присущих сфере обращения с твердыми коммунальными отходами. Выявленные проблемы служат препятствием ее совершенствованию в соответствии с принципами устойчивого развития. Для их решения необходимо совершенствование методов экономического стимулирования субъектов сферы обращения с отходами и разработка механизмов стимулирования регионов, способствующих отдельному сбору ТКО и их последующей утилизации.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ КАК ВТОРИЧНЫМИ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

2.1. Анализ существующей системы по обращению с отходами в регионах Российской Федерации

Система обращения с твердыми коммунальными отходами является сложной и многофункциональной системой, объединяющей в свой состав большое количество элементов и подсистем, являющихся составными частями устойчивого регионального развития. Несмотря на наличие общенациональных правил и целей организации системы обращения с твердыми коммунальными отходами в контексте устойчивого развития, в регионах наблюдаются существенные различия в подходах к организации такой деятельности.

С целью определения таких различий и выявления организационных проблем следует провести анализ существующей системы по обращению с ТКО в субъектах РФ и оценить их соответствие целям и принципам устойчивого развития. Для формирования наиболее полной картины объекты исследования следует отбирать исходя из их различий. Критериями отбора регионов служили:

- различия в стратегии развития в сфере обращения с отходами;
- климатические условия;
- экономико-географическое положение;
- развитость инфраструктуры;
- бюджетные возможности;
- площадь территории;
- равномерность распределения населения на территории региона.

Базовым регионом исследования является город федерального значения Санкт-Петербург. В силу его географического положения и ограниченной

площади, в Санкт-Петербурге наблюдается дефицит площадей для размещения объектов инфраструктуры по обращению с отходами, в особенности их захоронения. Это отличает его от подавляющего большинства регионов страны. Данная особенность определила выбор следующего для проведения исследования региона – Ленинградской области. Стратегия развития сферы обращения с отходами в Санкт-Петербурге предполагает тесное сотрудничество с областью, так все направляемые на захоронение отходы предполагается размещать на областных полигонах.

Следующую группу составляют Мурманская, Архангельская и Новгородская область – они были выбраны, исходя из их экономико-географического положения, они совместно с Санкт-Петербургом и Ленинградской областью входят в Северо-Западный Федеральный округ (СЗФО). Критериями выбора именно этих регионов СЗФО послужили: малонаселенная территория с компактным расселением большей части населения в нескольких крупных населённых пунктах и экстремальными климатическими условиями (Мурманская область), обширная территория с невысокой плотностью населения, его концентрацией в наиболее крупных городах, и с тяжелыми климатическими условиями (Архангельская область), небольшая площадь с равномерным расселением населения по ее территории и более мягкими климатическими условиями (Новгородская область).

В Центральном Федеральном округе (ЦФО) для исследования были отобраны Воронежская и Рязанская области. Они имеют одинаково хорошо развитую инфраструктуру, однако их площади и численность населения различаются практически в 2 раза. Помимо этого, в них различаются климатические условия, бюджетные возможности, плотность населения и экономическая специализация. Так, Рязанская область больше специализируется на промышленности, тогда как 32% Воронежской области заняты сельским хозяйством, что подразумевает проживание данной части населения в небольших населенных пунктах на территории области. Причинами, обусловившими исключение Москвы из проводимого

исследования связаны с бюджетными возможностями региона, несопоставимыми ни с одним другим субъектом страны. В кооперации с Московской областью, Москве удалось добиться значительных успехов в сфере утилизации, их показатели являются лучшими в стране.

Для исследования были отобраны два субъекта Южного Федерального округа (ЮФО), обладающие значительными рекреационными, климатически, природными ресурсами и сельскохозяйственными угодьями – Краснодарский край и Волгоградская область. Причинами выбора именно этих двух регионов послужило отличие в подходе к организации обращения с отходами на их территории от многих рассмотренных ранее. Так, оба региона делят всю территорию на кластеры, однако, на всей территории Волгоградской области деятельность осуществляет один единственный региональный оператор⁷⁴, в то время как в Краснодарском крае – шесть⁷⁵. Также между ними наблюдается существенная разница в численности населения и его плотности.

Помимо указанных выше были отобраны три региона располагающиеся за пределами европейской части России – Оренбургская, Новосибирская и Сахалинская области. Каждый из них расположен в разных Федеральных округах и имеет свои особенности. Оренбургская область относится к Приволжскому Федеральному округу (ПФО) и располагается на границе Европы и Азии. Научный интерес вызывает протяженность региона, он простирается на 700 км вдоль границы с Казахстаном, и низкая плотность населения, проживающего преимущественно вдоль основной магистрали региона на оси Бузулук–Оренбург–Орск–Красноярский.

Новосибирская область относится к Сибирскому Федеральному округу (СФО) и расположена практически в центре страны. Область с высокой численностью населения, однако, почти 60% его проживает в крупнейшем

⁷⁴ Официальный сайт регионального оператора ООО «СИТИМАТИК-ВОЛГОГРАД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://34.citymatic.ru/> (Дата обращения: 02.10.2022)

⁷⁵ Информационный портал Министерства топливно-энергетического комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Краснодарского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintekgkh.krasnodar.ru/activity/sfera-obrashcheniya-s-tvyerdymi-kommunalnymi-otkhodami/regionalnye-operatoru> (Дата обращения: 02.08.2023)

городе – Новосибирске, являющимся третьим по численности населения городом России. Сахалинская область относится к Дальневосточному Федеральному округу (ДФО) и является уникальным регионом-островом. Отличается труднодоступностью как самого региона, так и отдельных его городов, малонаселенностью и очень низкой плотностью населения. Рассмотренные факторы предполагают особый подход к организации обращения с отходами в этих регионах, что обусловило их выбор.

Помимо этого, важным фактором отбора являлась информация о доле направленных на утилизацию ТКО в рассматриваемых регионах. Например, в рамках СЗФО, наибольших успехов добилась Мурманская область, где в 2022 году на утилизацию было направлено 16,8% от общей массы образованных отходов. В то же время, в Архангельской области в том же периоде было утилизировано лишь 0,8% ТКО. В целом, можно сказать, что всем регионам характерен низкий уровень утилизации ТКО. Основные социальные, экономические, демографические характеристики отобранных регионов, а также основные данные о сфере обращения с отходами представлены в Приложении № 1.

В большинстве регионов идет процесс по принятию новых, актуализированных с учетом выявленных замечаний, территориальных схем по обращению с отходами (далее – ТСОО). Однако, существует ряд субъектов, где территориальные схемы не менялись с момента их принятия – Мурманская, Рязанская и Новосибирская области, за исключением ежегодной их актуализации отдельными нормативно-правовыми актами. Анализ территориальных схем выявил существенные различия в подходах к их написанию, например, отсутствует единая методика ведения учета объектов, относящихся к сфере обращения с отходами. Из всех рассмотренных территориальных схем по обращению с отходами, наиболее информативными являются схемы, принятые в г. Санкт-Петербург, Архангельской, Сахалинской, Новгородской и Рязанской областях. Однако существует ряд

замечаний к корректности представленных данных, которые будут обозначены далее.

В большинстве из рассматриваемых регионов территориальной схемой предусмотрена работа только одного регионального оператора. Исключением являются Новгородская, Воронежская области и Краснодарский край, на территории которых действует 3, 5 и 6 региональных операторов, соответственно. Сказать однозначно какое количество региональных операторов является оптимальным затруднительно, так как многое зависит от специфики исследуемой территории. В компактных или малонаселенных регионах, вероятно оптимальным является наличие единственного регионального оператора. В крупных или густонаселенных регионах наличие лишь одного регионального оператора может создавать некоторые проблемы, так как необходим учет и контроль большого количества задействованных субъектов сферы обращения с отходами. Можно заключить, что регионы предпочитают проводить весь цикл обращения с отходами на своей территории. Исключением является г. Санкт-Петербург, в котором физически отсутствует место для захоронения отходов, что обуславливает необходимость задействования соседних регионов в организации обращения с отходами, в частности Ленинградской области.

Основные показатели, характеризующие успехи региона в реформировании сферы обращения с отходами закреплены в федеральном проекте «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами». Как было указано ранее, целью федерального проекта является повышение количества обрабатываемых и утилизируемых отходов и соответственно снижение количества захораниваемых отходов, что соответствует целям устойчивого развития.⁷⁶ Основными показателями, характеризующими достижение целей проекта, являются характеристики обращения с отходами на исследуемой территории, выраженные в долях

⁷⁶ Портал Экология России Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecologyofrussia.ru/proekt/infrastruktura-dlya-obrashheniya-s-othodami-i/> (Дата обращения: 30.09.2022)

отходов, направленных на обработку, утилизацию и захоронение. Для оценки использованы последние доступные достигнутые показатели, характеризующие обращение с отходами на территории региона и их прогнозные значения, которых планируется добиться к 2024 году для обеспечения достижения целей устойчивого регионального развития (табл. 7).

Таблица 7 – Основные показатели, характеризующие достижение целей федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» в модельных регионах [составлено автором]

Регион	Год	Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку (сортировку), в общей массе образованных твердых коммунальных отходов ⁷⁷	Доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате раздельного накопления и обработки (сортировки) твердых коммунальных отходов, в общей массе образованных твердых коммунальных отходов ⁷⁸	Доля направленных на захоронение твердых коммунальных отходов, в том числе прошедших обработку (сортировку), в общей массе образованных твердых коммунальных отходов ⁷⁹
г. Санкт-Петербург	2022	44,1	3,7	91,2
	2024	37,6	11,1	88,9
Ленинградская область	2022	64	6,9	93,1
	2024	80	25	75
Мурманская область	2022	82,8	16,8	72,1
	2024	99	52	48
Архангельская область	2022	5,5	0,8	100
	2024	50,2	12,1	87,9
Новгородская область	2022	67,4	9,9	94,2
	2024	94,4	28,9	71,1
Рязанская область	2022	81,9	5,8	94
	2024	78	36	64
Воронежская область	2022	51,2	3,5	96,7
	2024	40,3	3	97
Краснодарский край	2022	36,1	1,9	98,9
	2024	100	15	64,8
Волгоградская область	2022	71,5	3,1	98,6
	2024	56,7	8,5	91,5
Оренбургская область	2022	59	1,6	97,4
	2024	50,2	12,1	87,9
Новосибирская область	2022	11,5	2,5	97,9
	2024	68,2	46	54
Сахалинская область	2022	18,8	1	99
	2024	60	1	99

⁷⁷ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61943> (Дата обращения: 02.08.2023)

⁷⁸ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61941> (Дата обращения: 02.08.2023)

⁷⁹ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61942> (Дата обращения: 02.08.2023)

Наиболее передовыми регионами в части обработки ТКО являются Рязанская и Мурманская области, в которых обработку проходит более 80% отходов, в Рязанской области это уже опережает прогнозный показатель 2024 года равный 78%. Наиболее отстающими являются Архангельская, Новосибирская и Сахалинская области с долей обработки равной 5,5%, 11,5% и 18,8%, соответственно. Всего пять регионов из рассматриваемых уже сейчас выполняют цель 2024 года по доле обрабатываемых ТКО, помимо упомянутой выше Рязанской области, это г. Санкт-Петербург, Воронежская, Волгоградская и Оренбургская области. Большинству же регионов предстоит провести существенные преобразования отрасли для достижения поставленных целей.

Доля направленных на утилизацию отходов является основным показателем достижения целей устойчивого развития на всех уровнях – глобальном, национальном и региональном, что закреплено соответствующими документами. Проведённый анализ позволяет заключить, что несмотря на высокий уровень обработки отходов, лишь малая их часть подвергается утилизации. Это свидетельствует о низкой эффективности применяемых технологий отбора ВМР из состава ТКО и низкой их пригодности для дальнейшей утилизации из-за смешанного сбора и накопления, что не соответствует целям устойчивого развития. Наилучший показатель утилизации у Мурманской области, которая осуществляют энергетическую утилизацию отходов – 16,8 %. Эффективность и экологичность данной технологии, с точки зрения достижения целей устойчивого развития, является спорной. В остальных же регионах доля направленных на утилизацию отходов составляет менее 10%. В 4 регионах наблюдалась негативная тенденция к снижению доли отходов, направленных на утилизацию в 2022 году, по сравнению с 2021 годом.

Большинство регионов сдержаны в оценке доли отходов, которую они планируют направлять на утилизацию к 2024 году. Наиболее амбициозные цели ставят перед собой Мурманская и Новосибирская области –

утилизировать к 2024 году 52% и 46% отходов, соответственно, но, если у Мурманской области есть все предпосылки к достижению этого показателя – утилизируется почти 17% отходов, имеется опыт работы с энергетической утилизацией и отлажена работа мусоросжигательного завода, существуют планы развития, то в Новосибирской области четких планов развития направления утилизации нет, также отсутствуют соответствующий опыт что одновременно с низким уровнем утилизации, всего 2,5%, ставит под сомнение достижимость поставленных целей.

Также возникают вопросы к объективности и целесообразности постановки целей по обработке и утилизации отходов к 2024 году. Например, на территории Сахалинской области планируется обрабатывать 60% всех образующихся ТКО. При этом на утилизацию планируется направлять лишь 1%, что означает эффективность отбора ВМР на уровне ниже 2%. Возникает вопрос об эффективности и целесообразности капитальных вложений в создание инфраструктуры по обработке отходов без создания инфраструктуры для их утилизации. По своей сути такая схема подразумевает дальнейшее захоронение отходов, но, зачем-то, с добавлением дополнительного шага на пути отходов к полигону – их сортировке без фактического выделения ВМР.

В среднем же, рассматриваемые регионы планируют обрабатывать 64,5% от всех образующихся в регионе ТКО. В то же время регионы планируют отправлять на утилизацию в среднем лишь 13,6% отходов. Таким образом, эффективность отбора ВМР в процессе сортировки отходов составит не более 20%.⁸⁰ Соответственно большая часть отходов будет продолжать отправляться на захоронение. Подводя итоги проведенного анализа территориальных схем по обращению с отходами в исследуемых регионах, планов по развитию сферы обращения с отходами и основных показателей, характеризующих успехи региона в реформировании сферы обращения с отходами, можно заключить:

⁸⁰ Расчет средних показателей производился по среднему геометрическому из-за разброса значений. Калькулятор среднего геометрического: <https://allcalc.ru/node/733>

Сбор и накопление ТКО:

- в регионах отсутствует централизованная система раздельного сбора и накопления ТКО;
- существующая система раздельного сбора охватывает лишь малую часть населения региона;
- в подавляющем большинстве регионов, за исключением Новосибирской области, организован раздельный сбор лишь одной фракции ВМР, зачастую пластика;
- большинство регионов, за исключением Ленинградской, Новгородской и Волгоградской областей не имеют четких планов по организации раздельного сбора ТКО.

Обработка ТКО:

- недостаточность информации содержащейся в ТСОО об объектах обработки ТКО;
- в регионах ощущается недостаток объектов обработки ТКО;
- низкая эффективность применяемых технологий сортировки отходов;
- низкий уровень отбора полезных фракций, не превышающий 16%, а зачастую намного меньше;
- планы развития предполагают строительство объектов обработки с применением устаревших технологий, не обеспечивающих эффективный отбор ВМР.

Утилизация ТКО:

- недостаточность информации содержащейся в ТСОО об объектах утилизации ТКО;
- недостаточный учет существующих объектов утилизации отходов;
- недостаток или полное отсутствие объектов утилизации в регионах;
- отсутствие объектов утилизации отдельных видов ВМР в регионах;
- смещение фокуса на утилизацию пластиковых отходов;

- отсутствие в регионах четких планов по обеспечению региона достаточным количеством и мощностями по утилизации отходов.

В целом следует отметить невозможность полноценной оценки существующих мощностей по обработке и утилизации ТКО, так как данная информация либо отсутствует в территориальной схеме по обращению с отходами, либо сами организации, осуществляющие соответствующую деятельность, не предоставили сведения для включения в территориальную схему. Это затрудняет как проведение исследования, так и планирование региональными властями развития сферы обращения с отходами на перспективу. Необходимо проведение дополнительной работы для уточнения всех субъектов, осуществляющих деятельность по обработке и утилизации отходов и их параметров.

Можно констатировать, что планы развития сферы обращения с отходами во всех рассмотренных регионах предполагают продолжение раздельного сбора и накопления отходов. Подтверждением тому служат планы по созданию большого количества мусоросортировочных станций и комплексов на основе устаревающих технологий. Вместо этого, в особенности в тех регионах, которые приняли решение о внедрении раздельного сбора и накопления отходов, необходимо создание современных комплексов утилизации. Такие комплексы должны осуществлять вторичную сортировку поступающих вторичных ресурсов их первичную переработку и формирование товарных партий глубоко-сортированных вторичных материальных ресурсов. Таким образом, будет обеспечиваться максимальная цена вторичных материальных ресурсов.

Анализ территориальных схем по обращению с отходами 12 различных регионов выявил отсутствие системности в представляемых данных. Несмотря на наличие единых правил по составлению таких схем, представляемая регионами информация существенно различается. Это затрудняет не только проведение исследования, но и не дает субъектам сферы обращения с отходами достаточной и объективной информации об объекте

управления. Необходимо проведение работы по выработке единых стандартов формирования территориальных схем по обращению с отходами и информации, включаемой в такую схему, а также актуализации существующих схем.

Отдельно стоит отметить отсутствие в территориальных схемах по обращению с отходами такой важной составляющей как конечные потребители вторичного сырья. Важность отображения таких потоков в территориальных схемах сложно переоценить. Недостаточно провести учет всех объектов обработки и утилизации или организовать отдельный сбор отходов. Необходимо иметь представление кому будут предназначаться товарные партии вторичных материальных ресурсов, какие требования к ним предъявляет непосредственный потребитель, существует ли достаточный спрос на те или иные ресурсы и как далеко от мест накопления, обработки и утилизации находятся потребители.

Сложившаяся система обращения с отходами в регионах и планы по ее развитию не способствуют достижению целей устойчивого развития в контексте управления отходами, что в свою очередь не позволяет экологизировать деятельность по обращению с отходами и служит препятствием к социо-эколого-экономическому развитию, основанному на принципах устойчивого регионального развития.

2.2. Зарубежный опыт управления отходами как ценным ресурсом в рамках принципов экономики замкнутого цикла

Проблема обращения с твердыми коммунальными отходами является общемировой. Подходы к организации сферы обращения с ТКО в отдельных странах различаются. В зависимости от внутренних и внешних факторов страны выбирают различные способы сортировки (предварительная, основная) и переработки отходов (рециклинг, компостирование, энергетическая утилизация, сжигание). Использование совокупности методов

переработки позволяет существенно улучшить национальную систему управления отходами и сократить количество отходов, отправляемых на захоронение. Для полноты исследования следует изучить особенности управления отходами в различных странах мира: Китае, США, Японии, Нидерландах, Швеции. Рассмотрим основные характеристики сферы обращения с ТКО в этих странах (рис. 10).

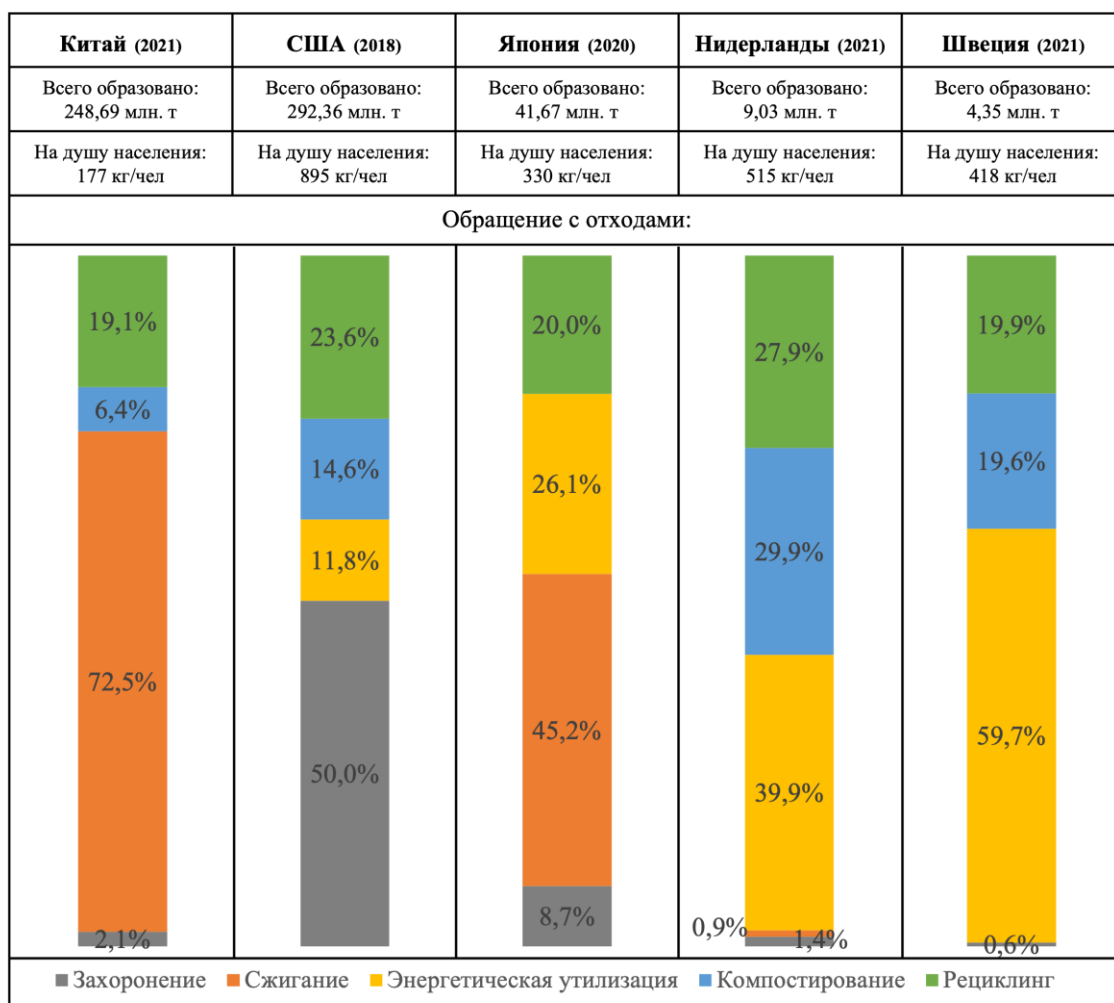


Рисунок 10 – Обращение с твердыми коммунальными отходами в некоторых странах мира [составлено автором^{81,82,83,84,85}]

⁸¹ US Environmental Protection Agency, National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> (Дата обращения: 01.08.2023)

⁸² Eurostat, Municipal waste by waste management operations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasmun/default/table?lang=en (Дата обращения: 02.08.2023)

⁸³ SICAP, China Municipal Solid Waste Management Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sicab.net/wp-content/uploads/2020/05/15.-China-Municipal-Solid-Waste-Management-Industry-Report.pdf> (Дата обращения: 02.08.2023)

⁸⁴ National Bureau of the Statistics of China [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/> (Дата обращения: 02.08.2023)

⁸⁵ Ministry of the Environment of Japan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.env.go.jp/en/headline/2595.html> (Дата обращения: 02.08.2023)

Несмотря на отсутствие единого подхода к организации сферы обращения с отходами, можно отметить сложившийся глобальный тренд на снижение доли захораниваемых отходов и развитие альтернативных направлений обращения с отходами, основанных на принципах устойчивого развития и соответствующих его целям. Для идентификации основных предпосылок к изменению подходов к обращению с отходами, следует рассмотреть более подробно системы управления отходами, принятые в этих странах.

Обращение с ТКО в Китае

Еще с 80-х годов XX века Китай в больших объемах импортировал ТКО. Более 70% образующегося в мире пластика и около 37% бумаги и картона импортировалось в Китай.⁸⁶ Причина заключалась в потребности обеспечить стремительно растущую экономику сырьем и материалами в ситуации острой нехватки собственных ресурсов. Однако, рост образования собственных отходов совместно с высокими объемами импорта привели к росту экологических проблем и перегрузке существующей инфраструктуры по обработке и переработке отходов. Начиная с 2017 года, в стране был принят ряд законодательных инициатив, направленных на стабилизацию ситуации в сфере обращения с отходами. Среди них следует отметить ряд ограничительных мер, целью которых являлось снижение импорта отходов к концу 2020 года до нуля.^{87,88,89}

Основными законодательными инициативами, направленными на сокращение объемов внутреннего образования отходов, являются запрет

⁸⁶ Feng, H. Foreign Waste Is Banned, but Circular Economy Cannot Be Achieved Overnight [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/ch/10438-Wasteban-forces-unlicensed-recyclers-to-clean-up-act> (Дата обращения: 01.12.2022)

⁸⁷ General Office of the State Council of the People's Republic of China. Prohibition of Foreign Garbage Entry and Promotion of Solid Waste Import Management System Reform Implementation Plan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/27/content_5213738.htm (Дата обращения: 01.12.2022)

⁸⁸ State Council of the People's Republic of China. Opinions on Enhancing the Protection of the Ecological Environment in an Allround Way and Fighting the Strong Battle of Pollution Prevention [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gov.cn/zhengce/2018-06/24/content_5300953.htm (Дата обращения: 01.12.2022)

⁸⁹ Li, H. 32 Categories of Solid Waste Added to the Ban of Foreign Waste. Xinhua News Agency, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.xinhuanet.com/2018-04/20/c_1122712930.htm (Дата обращения: 01.12.2022)

использования пластиковой упаковки и введение платы для населения за образование отходов⁹⁰.

В дополнение к мерам по снижению объема образования отходов, в стране ведется работа по организации раздельного сбора отходов на уровне отдельных городов. Наибольших успехов в этом добились в Шанхае, опыт и стандарты которого распространили на всю страну. Отходы предложено сортировать на органические, вторичное сырье (бумага, пластик, металл, стекло, текстиль и т.д.), опасные и прочие отходы. Уже за первые 2 месяца функционирования такой системы удалось собрать в 5 раз больше вторичного сырья, по сравнению с 2018 годом.

Ключевым элементом стратегии Китая по сокращению количества захораниваемых отходов является их сжигание, в том числе с выработкой попутной энергии. Для чего в стране массово строятся мусоросжигательные заводы⁹¹. Так в 2021 году на сжигание было направлено 72% образовавшихся ТКО, по сравнению с 20% в 2011 году⁹². Однако, уже сейчас отмечаются низкая эффективность такой технологии утилизации отходов и высокий уровень ущерба, наносимый окружающей среде^{93,94,95,96,97,98,99}.

⁹⁰ National Development and Reform Commission, Ministry of Ecology and Environment. Opinions on Further Strengthening the Control of Plastic Pollution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202001/t20200119_1219275.html (Дата обращения: 25.11.2022)

⁹¹ Lee, RP., Meyer, B., Huang Q., Voss R. Sustainable waste management for zero waste cities in China: potential, challenges and opportunities // Clean Energy. – 2020. – № 3, Vol. 4. – P. 169–201.

⁹² China Municipal Solid Waste Management Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sicab.net/wp-content/uploads/2020/05/15.-China-Municipal-Solid-Waste-Management-Industry-Report.pdf> (Дата обращения: 01.08.2022)

⁹³ Lee, RP., Meyer, B., Seidl, L. Future of refuse derived fuels // Umweltmagazin, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. – October–November 2019. – P. 32–33.

⁹⁴ (GIZ) GmbH. Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_WasteToEnergy_Guidelines_2017.pdf (Дата обращения: 25.11.2022)

⁹⁵ Nelles, M., Nassour, A., El Naas, A. Recycling and Recovery of the Biogenic Fractions from Municipal Solid Waste in the PR of China // Rostock: Universität. – 2017. – 116 p.

⁹⁶ Li, Y., Jin, Y., Li, J., et al. Current situation and development of kitchen waste treatment in China // Procedia Environ Sci. – 2016. – № 31. – P. 40–49.

⁹⁷ EPA United States Environmental Protection Agency, Global Greenhouse Gas Emissions Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#maincontent> (Дата обращения: 25.11.2022)

⁹⁸ Tian, H., Gao, J., Lu, L., et al. Temporal trends and spatial variation characteristics of hazardous air pollutant emission inventory from municipal solid waste incineration in China // Environ Sci Technol. – 2012. – №46 (18). – P. 10364–10371.

⁹⁹ Williams, PT. Dioxins and furans from the incineration of municipal solid waste: an overview // J Energy Inst. – 2005. – P. 38–48.

Среди особенностей организации сферы обращения с ТКО В Китае следует отметить, что помимо централизованного сбора отходов развит сбор отдельных фракций отходов для последующего рециклинга. Через этот канал проходит около 28,5% образующихся у населения отходов^{100,101}. Такой подход способствует повышению уровня использования отходов в качестве вторичного сырья. Так, в Китае перерабатывается порядка 60–80% образующегося в стране пластика и около 75% бумаги и картона¹⁰².

Обращение с ТКО в США

Закон о сохранении и восстановлении ресурсов 1976 г. заложил законодательную основу по снижению количества захораниваемых отходов в США. Он послужил основанием для закрытия муниципальных свалок по всей стране и ввел требование о региональном планировании управления ТКО. На сегодняшний день федеральная власть определяет вектор развития отрасли, регионы (штаты) разрабатывают конкретные программы, содействующие переработке отходов, а непосредственно управлением ТКО занимаются муниципалитеты¹⁰³.

В стране отсутствует единый подход к обращению с отходами. Отдельные штаты сами принимают решение о развитии наиболее эффективных способов обращения с отходами с учетом региональной специфики. Например, в центральных регионах страны, доминирующим способом обращения с отходами остается их захоронение, более 70% образующихся отходов. В то же время в Северо-Восточных штатах на захоронение направляется лишь 24% образующихся отходов, 41% подвергается энергетической утилизации, а 27% рециклингу¹⁰⁴.

¹⁰⁰ SICAP, China Municipal Solid Waste Management Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sicab.net/wp-content/uploads/2020/05/15.-China-Municipal-Solid-Waste-Management-Industry-Report.pdf> (Дата обращения: 25.11.2022)

¹⁰¹ China Statistical Yearbook 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexeh.htm> (Дата обращения: 25.11.2022)

¹⁰² Zhu, Y., Zhang, Y., Luo, D., et al. A review of municipal solid waste in China: characteristics, compositions, influential factors and treatment technologies // *Environ Dev Sustain.* – 2021. – № 23. – P.6603–6622.

¹⁰³ Louis, GE. A historical context of municipal solid waste management in the United States // *Waste Manag. Res.* – 2004. – № 22(4). – P. 306-322.

¹⁰⁴ Municipal Solid Waste Factsheet //Center for Sustainable Systems, University of Michigan. – 2021. – № CSS04-15. – 2 p.

Стоит отметить, что сортировка отходов населением не является обязательной на национальном уровне. Лишь чуть более 50% населения участвуют в различных программах по рециклингу отходов. Зачастую, полезные фракции (бумага, стекло, пластик) накапливаются в одном контейнере, смешанным способом, разделение происходит на станциях сортировки вторичных материалов¹⁰⁵.

Среди основных трендов в обращении с ТКО в США стоит отметить компостирование, рециклинг и сжигание. Стоит отметить, что прирост доли отходов, направляемых на компостирование связан с применением более сложных способов переработки органических отходов. К ним относятся получение кормов для животных, материалов на основе биологических отходов и др.¹⁰⁶

С целью дальнейшего снижения объемов захоронения ТКО принимается ряд мер, направленных на снижение объемов образования отходов у населения и повышения уровня их вторичной переработки:

- повторное использование предметов, посредством развития сети комиссионных магазинов;
- снижение количества упаковочного материала и поощрение использования многоразовой упаковки и упаковки, произведенной из вторичного сырья^{107,108};
- взимание платы с населения за обращение с ТКО исходя из их массы¹⁰⁹;

¹⁰⁵ The Recycling Partnership 2020, State of Curbside Recycling Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://recyclingpartnership.org/stateofcurbside/> (Дата обращения: 27.11.2022)

¹⁰⁶ United States Environmental Protection Agency, Advancing Sustainable Materials Management: 2018 Fact Sheet Assessing Trends in Materials Generation and Management in the United States [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-01/documents/2018_ff_fact_sheet_dec_2020_fnl_508.pdf (Дата обращения: 27.11.2022)

¹⁰⁷ United States Environmental Protection Agency, «Reducing and Reusing Basics» (2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/recycle/reducing-and-reusing-basics> (Дата обращения: 27.11.2022)

¹⁰⁸ Shelia A. Miller Five Misperceptions Surrounding the Environmental Impacts of Single-Use Plastic // Environ. Sci. Technol. – 2020. – № 54. – P. 14143–14151.

¹⁰⁹ United States Environmental Protection Agency, «Wastes - Resource Conservation - Conservation Tools - Pay-As-You-Throw» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archive.epa.gov/wastes/conservation/tools/payt/web/html/index.html> (Дата обращения: 27.11.2022)

- внедрение депозитарной системы за бутылки из-под напитков (взимание возвратного депозита за упаковку).¹¹⁰

США являются ярким примером того, что повторное использование и переработка отходов являются существенной частью экономики. Переработка отходов обеспечивает работой почти 700 тыс. жителей США (0,47% всех занятых), чистый приток налоговых поступлений равен 5,5 млрд долларов (0,78% всех поступлений). Ежегодная переработка 1 дополнительной тонны отходов создает 1,17 рабочих мест.¹¹¹

Обращение с ТКО в Японии

Первый закон, обязывающий муниципалитеты организовать вывоз мусора, был принят в стране в 1900 году. На сегодняшний день, основу законодательства в сфере обращения с отходами составляют 15 нормативно-правовых актов. Их основой является строгое следование концепции 3R (Reduce, Reuse and Recycle) способствующей созданию экономики замкнутого цикла.^{112,113}

Принимаемые законодательные инициативы направлены не только на организацию эффективного обращения с отходами, но и на сокращение их образования у населения. Снижение в расчете на душу населения за период с 2011 по 2020 гг. составило около 8%.¹¹⁴ В стране принята строгая иерархия управления отходами: повторное использование, рециклинг в случае

¹¹⁰ National Conference of State Legislatures, «State Beverage Container Deposit Laws» (2020) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncsl.org/research/environment-and-natural-resources/state-beverage-container-laws.aspx> (Дата обращения: 27.11.2022)

¹¹¹ United States Environmental Protection Agency, «Recycling Economic Information (REI) Report» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/smm/recycling-economic-information-rei-report#findings> (Дата обращения: 27.11.2022)

¹¹² Japan Industrial Waste Information Center, Waste Management in Japan - Rules and Figures (2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.jwnet.or.jp/uploads/media/2019/12/2019_Waste_management_in_Japan_2.pdf (Дата обращения: 28.11.2022)

¹¹³ Ministry of the environment of Japan, Annual report on the environment in Japan 2022 FY2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.env.go.jp/content/000084912.pdf> (Дата обращения: 29.11.2022)

¹¹⁴ Statista, Average daily amount of waste generated per capita in Japan from fiscal year 2011 to 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/689423/japan-daily-waste-volume-per-person> (Дата обращения: 28.11.2022)

невозможности повторного использования, энергетическая утилизация при невозможности переработки отходов, захоронение, если иное невозможно.¹¹⁵

Можно отметить, что в стране захоронению подвергается лишь малая часть отходов. На это повлияло экономико-географическое положение страны. Японии характерен гористый ландшафт и большое количество населения, и, как следствие, дефицит площадей для размещения отходов. Поэтому основным направлением обращения с ТКО является их сжигание, позволяющее снизить объёмные характеристики отходов.^{116,117}

Заводы по сжиганию отходов расположены прямо в городах, но, за счет высокой степени фильтрации газов, технология сжигания является полностью безопасной и экологически чистой.¹¹⁸ На сегодняшний день в стране функционирует 1056 заводов по сжиганию отходов, из них 738 с использованием остаточного тепла, 387 с попутной выработкой энергии.¹¹⁹ Образующаяся после сжигания зола используется в строительстве, в том числе для строительства намывных территорий.¹²⁰

Несмотря на превалирование сжигания над другими способами обращения с отходами, около 20% отходов направляется на рециклинг. Для повышения эффективности вторичной переработки отходов, в стране осуществляется отдельный сбор и накопление отходов. Глубина сортировки населением различается в зависимости от законодательного регулирования на

¹¹⁵ Japan Industrial Waste Information Center, Waste Management in Japan - Rules and Figures (2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.jwnet.or.jp/uploads/media/2019/12/2019_Waste_management_in_Japan_2.pdf (Дата обращения: 28.11.2022)

¹¹⁶ Yolin, C. Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies (SMEs focus) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/waste_management_recycling_japan.pdf volume-per-person (Дата обращения: 28.11.2022)

¹¹⁷ Altria, L. The Burning Problem of Japan's Waste Disposal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tokyoreview.net/2019/07/burning-problem-japan-waste-recycling/> (Дата обращения: 28.11.2022)

¹¹⁸ Трейман, М. Г., Бездудная, А. Г., Кадырова, О. В. Управление отходами – новые механизмы и пути решения: отечественный и зарубежный опыт // Проблемы современной экономики. – 2022. – № 1(81). – С. 199-204.

¹¹⁹ Ministry of the Environment of Japan, Municipal solid waste generation and disposal in FY2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.env.go.jp/en/headline/2595.html/> (Дата обращения: 28.11.2022)

¹²⁰ Hornyak, T. Wasteland: Tokyo grows on its own trash [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.japantimes.co.jp/life/2017/02/18/environment/wasteland-tokyo-grows-trash/> (Дата обращения: 28.11.2022)

уровне муниципалитета. Японцы могут сортировать отходы на 30 различных типов.¹²¹

Обращение с ТКО в Нидерландах

Нидерланды являются одним из лидеров в сфере переработки отходов. Катализатором к сокращению доли захораниваемых отходов и стимулированию переработки в 80-х гг. XX века послужили нехватка площадей и рост экологических проблем.¹²² На сегодняшний день, захоронению подвергается лишь 1,3% образующихся ТКО. Остальная часть отходов подвергается рециклингу (27,8%), компостированию (29,9%) и энергетической утилизации (39,9%).¹²³

Ответственность за сбор и сортировку отходов, как и в большинстве рассматриваемых в рамках данного исследования стран, лежит на муниципалитетах.¹²⁴ Они играют важную роль в организации сбора и дальнейшей переработки отходов. Ключевыми элементами системы обращения с ТКО являются:

1. *Неукоснительное следование иерархии предпочтительного обращения с отходами.* Подход Нидерландов заключается (в порядке убывания значимости): в минимизации образования отходов, восстановлению пригодного для использования и ценного сырья, в последнюю очередь – выработке энергии путем сжигания остаточных отходов. Захоронению подлежат только те отходы, переработка или сжигание которых невозможны.

2. *Соблюдение стандартов по обращению с отходами.* В первую очередь, это касается запрета на захоронение практически всех видов отходов, пригодных для переработки или энергетической утилизации, всего 35 видов. Помимо этого, в стране приняты жесткие экологические требования к

¹²¹ Yolin, C. Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies (SMEs focus) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/waste_management_recycling_japan.pdf volume-per-person (Дата обращения: 28.11.2022)

¹²² Dijkgraaf, E., Gradus, R. Waste management in the Netherlands [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/297843543_Waste_management_in_the_Netherlands (Дата обращения: 30.11.2022)

¹²³ Eurostat, Municipal waste by waste management operations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasmun/default/table?lang=en (Дата обращения: 02.08.2023)

качеству конечных продуктов, получаемых при переработке отходов (строительные материалы, органические удобрения) и выбросам в атмосферу при энергетической утилизации.

3. Планирование. Планирование развития сферы обращения с отходами происходит на национальном уровне в тесной кооперации с региональными и муниципальными властями. Сотрудничество между различными уровнями власти способствует выработке совместного и согласованного подхода к проблеме обращения с отходами.

4. Использование различных инструментов стимулирования. Правовое регулирование, в том числе отслеживания и мониторинга отходов. Экономические – налог на захоронение и плата за обращение с ТКО, исходя из объема вывезенных отходов. Обязательный отдельный сбор органических отходов, бумаги и картона, пластика и стекла. Повышение осведомленности общества посредством образования и социальной рекламы.¹²⁵

Дальнейшее развитие сферы обращения с отходами строится на основе принципов экономики замкнутого цикла. Принята государственная программа «The Netherlands Circular in 2050» целью которой является построение экономики замкнутого цикла, не производящей отходов уже к 2050 году. Для достижения целей предполагается замена первичных ресурсов на вторичные, получаемые из отходов.¹²⁶

Обращение с ТКО в Швеции

Швеция является одним из лидеров в сфере обращения с ТКО. Практически все образующиеся у населения отходы перерабатываются. Количество отходов, направляемых на захоронение, составляет лишь 0,5%. Эффективность политики в области управления ТКО подтверждается снижением удельного уровня образования отходов в пересчете на душу населения. Рост объемов образования отходов в стране происходит

¹²⁵ Rijkswaterstaat, Elements of Dutch waste management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rwsenvironment.eu/subjects/from-waste-resources/elements-dutch-waste/> (Дата обращения: 30.11.2022)

¹²⁶ Comparative study of municipal solid waste (MSW) management regulations in each country [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blockwasteproject.eu/wp-content/uploads/2021/12/O1.A1.-Comparative-study-of-Municipal-Solid-Waste.pdf> (Дата обращения: 30.11.2022)

исключительно за счет роста численности населения, а не роста потребления и, следовательно, образования отходов у населения.

Государственная политика Швеции направлена на то, чтобы свести вывоз отходов на полигоны к нулю и впоследствии брать на переработку отходы соседних стран.¹²⁷ Для этого в стране применяются следующие механизмы стимулирования переработки отходов:

1. Законодательный запрет на захоронение любых видов отходов, из которых можно получить энергию.
2. Налог на захоронение отходов.
3. Налог на сжигание отходов без выработки попутной энергии или топлива.
4. Поддержка инициатив, направленных на производство и потребление биогаза и других возобновляемых газов, вырабатываемых из ТКО.
5. Дифференцированный размер платы за обращение с ТКО для населения в зависимости от глубины сортировки отходов и их веса.^{128,129,130}

Среди особенностей организации сферы обращения с отходами в Швеции можно отметить роль, отводимую муниципалитетам в системе обращения с отходами. Они являются ее ключевым звеном и организуют сбор и переработку отходов, исходя из сложившихся в муниципалитетах условий. Также в Швеции особое внимание уделяется воспитательной функции для выработки определенной модели поведения и потребления населения, которая способствует снижению образования отходов и их отдельному сбору.

Это способствовало развитию в шведском обществе неформального подхода к отдельному сбору отходов. Помимо этого, в стране развито повторное использование вещей. Население предпочитает приобретать

¹²⁷ Трейман, М. Г., Бездудная, А. Г., Кадырова, О. В. Управление отходами – новые механизмы и пути решения: отечественный и зарубежный опыт // Проблемы современной экономики. – 2022. – № 1(81). – С. 199-204.

¹²⁸ Торговое представительство РФ в Швеции, Организация переработки отходов в Швеции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rysslandshandel.se/i/OTN/obr%20s%20oth.pdf> (Дата обращения: 26.10.2022)

¹²⁹ Официальный сайт Королевства Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.sweden.se/klimat/pravila-eko-zhizni/musor-ili-ty-kto-kogo> (Дата обращения: 27.10.2022)

¹³⁰ Avfall Sverige – организация по обращению с отходами в Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.avfallsverige.se/in-english/> (Дата обращения: 28.10.2022)

товары в секунд-хендах и сданные в места накопления крупно габаритных отходов предметы мебели и строительные материалы.

Среди основных результатов проведенного анализа зарубежных подходов к управлению отходами, можно выделить следующие наиболее распространённые и доказавшие эффективность инструменты стимулирования переработки отходов и способствующих достижению целей устойчивого развития по снижению объемов захоронения отходов:

1. Законодательный запрет на захоронение материальных ресурсов из состава ТКО, которые можно переработать посредством рециклинга, компостирования или энергетической утилизации.

2. Следование иерархии предпочтительного обращения с отходами: а. Предотвращение образования; б. Рециклинг и компостирование; в. Энергетическая утилизация; г. Захоронение.

3. Внедрение обязательной сортировки отходов населением.

4. Внедрение на национальном уровне принципов экономики замкнутого цикла.

5. Экономические инструменты стимулирования населения к снижению объемов образования отходов и их сортировке – плата за обращение с ТКО исходя из их веса и глубины сортировки.

6. Экономические инструменты стимулирования предприятий, занятых в сфере обращения с отходами – налоги на сжигание отходов и на их захоронение.

7. Тщательный контроль за потоками отходов и информационное обеспечение всех участников процесса по обращению с отходами.

Отдельно стоит отметить ключевую роль, отводимую муниципалитетам в сфере обращения с ТКО за рубежом, что качественно отличает их от российского подхода. Доказано, что рынок вторичных материальных ресурсов формирует положительный социальный, экологический и экономический эффект. В большинстве стран, предпосылками к изменению подходов к обращению с отходами явились растущие экологические проблемы, что

делает важным внедрение инструментов оценки существующих экологических рисков.

2.3. Анализ методов управления отходами в контексте устойчивого развития региона

Проведённый анализ российского и зарубежного опыта позволяет выделить ряд механизмов и инструментов, наиболее широко применяемых в сфере обращения с отходами. Условно их можно объединить в следующие группы методов управления: правовые, экономические, организационно-распорядительные и социально-психологические.

К правовым методам управления можно отнести законодательство в экологической сфере и при обращении с отходами. Основными инструментами являются законодательные инициативы, часто выраженные в форме запретов и норм, например запрет на захоронение отдельных фракций отходов из состава ТКО.

Экономические методы управления подразумевают стоимостное воздействие на объект управления с целью достижения необходимых результатов. Основу экономических методов управления в сфере обращения с отходами составляют тарификация и тарифообразование, фискальная политика государства, плата за негативное влияние на окружающую природную среду, инвестирование в природоохранную деятельность и др.

Организационно-распорядительные методы управления представляют собой совокупность приемов и средств прямого (административного) воздействия на объект управления для побуждения его к выполнению закрепленных за ним функций. К наиболее широко применяемым в сфере обращения с отходами методам можно отнести механизмы автоматизации и цифровизации, установление нормативов и оценочных расчетных показателей эффективности в сфере ТКО, экологическая оценка риска и др.

Основу социально-психологических методов составляет просветительская работа с субъектами сферы обращения с отходами. С точки зрения управления отходами, целью такой работы является выработка определённого типа поведения и потребления посредством применения совокупности приемов и способов социального и психологического воздействия.

Применение совокупности данных методов позволяет управлять отходами как вторичными материальными ресурсами на основе принципов устойчивого развития. В рамках проводимого диссертационного исследования будут рассмотрены специфические методы оценки, управления и стимулирования различных субъектов сферы обращения с отходами, способствующие достижению целей устойчивого регионального развития посредством внедрения раздельного сбора и накопления отходов и их дальнейшей переработке в качестве вторичных материальных ресурсов.

Метод №1. Цифровизация сферы обращения с отходами

Быстро меняющаяся внешняя среда актуализирует потребность наличия достоверных данных для подготовки и принятия своевременных и обоснованных решений. Основой принятия управленческих решений в любой сфере и обоснования необходимости применения тех или иных методов управления служат данные об объекте управления. Источником такой информации служат статистические данные.¹³¹

Анализ работ зарубежных и отечественных ученых показал наличие всемирной тенденции к применению цифровых технологий во всех областях общественной деятельности. Катализатором этих изменений послужили существенное удешевление цифровых технологий. Глобальное развитие цифровых технологий направлено на создание инфраструктуры, соответствующей принципам устойчивого развития, которая будет служить

¹³¹ Карманов, М. В., Кузнецов, В. И. О роли статистики в управлении // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2015. – № 1. – С. 155-161.

интересам государства, бизнеса и общества. Данные технологии имеют огромный потенциал их использования для сбора, обобщения и визуализации статистической информации, однако, до сих пор они не получили широкого распространения в сфере обращения с ТКО, что и послужило основой для проведения исследования.

Развитие цифровизации в контексте управления отходами в Европе направлено на теоретическое формулирование концепции цифрового управления отходами в устойчивых городах¹³², внедрение технологий в процессы диспетчеризации и маршрутизации¹³³, создание интегрированной системы интеллектуальных контейнеров¹³⁴, использование машинного обучения для классификации изображений с целью сортировки отходов¹³⁵ и другие.

В работах европейских ученых-исследователей отмечается возрастающая роль цифровых технологий в обеспечении процесса управления отходами.¹³⁶ Для целей настоящего исследования следует рассмотреть публикации, связанные с изучением целей компаний в области цифровизации управления отходами.¹³⁷

Например, Европейское агентство по окружающей среде, среди основных целей цифровизации деятельности организаций сферы обращения с отходами отмечает повышение прозрачности, оптимизацию и повышение эффективности протекающих в них процессов, снижение затрат и повышение качества управления. Утверждается, что более широкое внедрение цифровых

¹³² Esmailian, B., Wang, B., Lewis, K., et al. The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper // *Waste Management*. – 2018. – № 81. – P. 177–195.

¹³³ Shah, P.J., Anagnostopoulos, T., Zaslaysky, A., et al. A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities // *Waste Management*. – 2018. – № 78. – P. 104–114.

¹³⁴ Rovetta, A., Xiumin, F., Vicentini, F., et al. Early detection and evaluation of waste through sensorized containers for a collection monitoring application // *Waste Management*. – 2009. – № 29. – P. 2939–2949.

¹³⁵ Wagland, S.T., Veltre, F., Longhurst, P.J. Development of an image-based analysis method to determine the physical composition of a mixed waste material // *Waste Management*. – 2012. – № 32. – P. 245–248.

¹³⁶ Borchard, R., Zeiss, R., Recker, J. Digitalization of waste management: Insights from German private and public waste management firms // *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*. – 2021. – № 40(6). – P. 775–792.

¹³⁷ Berg, H., Sebestyén, J., Bendix, P., Blevennec, K., Eionet, K. V. Report ETC/WMGE 2020/4 September 2020 Digital waste management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://europa.eu>

технологий играет важную роль в процессе перехода к устойчивому управлению вторичными ресурсами в рамках функционирующих систем обращения с отходами.¹³⁸

В отчете отмечается, что рассматриваемые технологии позволят качественно улучшить процесс переработки отходов и будут способствовать выработке более обоснованных управленческих решений. Информация, собранная с применением цифровых технологий, за счет наличия данных о пространственном образовании отходов, позволит оптимизировать логистические процессы потребителей вторичного сырья.

Можно заключить, что цифровизация в сфере обращения с отходами в Европе доказала свою высокую значимость, позволяя улучшить управление и принимать более обоснованные решения. Далее следует изучить аспекты и тенденции развития цифровых технологий в области управления отходами в России.

На сегодняшний день учет твердых коммунальных отходов в России осуществляется на основе статистических форм отчетности №2-ТП (отходы) и №1-КХ (коммунальное хозяйство). Функционирующая в России система статистического учета отходов несовершенна ввиду сложной цепочки лиц и ведомств, задействованных в сборе информации, что влечет за собой ошибки в заполнении форм и как следствие публикацию недостоверных данных. Существенным недостатком является отсутствие оперативной информации о сфере обращения с отходами, так как большинство данных публикуются лишь периодически.

Можно сделать вывод, что существующая на мезоуровне система учета ТКО, не отвечает современным вызовам в области обращения с отходами и не способствует достижению глобальных и национальных целей устойчивого развития.

¹³⁸ European Environment Agency, Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe, Briefing № 26/2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more> (Дата обращения: 28.09.2021)

Метод 2. Оценка экологических рисков в области обращения с ТКО

Как показал опыт зарубежных стран, основным катализатором проводимых реформ в сфере обращения с отходами послужили растущие экологические проблемы и сопряжённые с ними риски. Основным фактором, оказывающим влияние на уровень экологического риска в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), является непрекращающийся рост количества образующихся отходов у населения, что создает дополнительное влияние на окружающую среду.

Так за период с 2010 по 2021 год количество вывезенных за год отходов в России выросло на 48,5%¹³⁹, с 235 411,1 тыс. м³ до 349 468,6 тыс. м³, что соответствует 48,3 млн тонн отходов¹⁴⁰ вывезенных в 2021 году, а совокупная площадь свалок на сегодняшний день составляет около 40 тыс. км², что сопоставимо по площади с такими странами как Швейцария или Нидерланды.¹⁴¹

Многие регионы пренебрегают существующими экологическими рисками, связанными с обращением с ТКО. Причинами этого являются обширные территории страны, что позволяет выделять новые площади под захоронение отходов, доступностью первичных ресурсов и существующими цепочками производства, направленными на переработку первичного сырья. Это обуславливает столь медленное проведение реформ, в первую очередь связанных с внедрением отдельного сбора и накопления отходов и развитием утилизации, и делает достижение целей устойчивого национального и регионального развития невыполнимой задачей. Поэтому, для обоснования целесообразности внедрения отдельного сбора ТКО в регионах, и определения временных рамок таких изменений следует, в том числе,

¹³⁹ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/36702> (Дата обращения: 02.08.2023)

¹⁴⁰ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61082#> (Дата обращения: 02.08.2023)

¹⁴¹ Официальный сайт Greenpeace [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2019/10/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf> (Дата обращения: 27.10.2022)

опираться на оценку текущего уровня экологического риска в регионе, что обуславливает актуальность проводимого исследования.

Анализ отечественных и зарубежных подходов к определению термина «риск», позволяет сформулировать его как вероятность реализации какого-либо нежелательного события, которое может привести к нежелательным последствиям.^{142,143,144,145,146} Основные черты присущие ситуации риска: наличие неопределенности, необходимость выбора одной из альтернатив и наличие возможности провести оценку вероятности осуществления рассматриваемых вариантов.

Для того чтобы утверждать, что рассматриваемый субъект находится в ситуации риска необходимо наличие как минимум двух альтернативных вариантов развития событий: наличие риска связанного с выбором оптимального варианта вследствие неопределенности, возможность оценки вероятности реализации выбранной стратегии и расчет ее наиболее значимых параметров. При этом риск выполняет две основные функции:

- стимулирующая (конструктивный и деструктивный аспекты);
- защитная (историко-генетический и социально-правовой аспекты).

Сущность стимулирующей функции риска заключается в том, что с одной стороны риск выступает двигателем прогресса, катализатором инновационных решений. С другой стороны, принятие необоснованных решений в ситуации риска может привести к рискованным поступкам ради достижения случайного успеха, выгоды. Сущность защитной функции риска с одной стороны заключается в том, что в процессе эволюции человечество ищет способы и средства защиты от неблагоприятных последствий (историко-генетический аспект). С другой стороны, социально-правовой аспект,

¹⁴² Альгин, А. П. Риск в предпринимательстве. СПб. – 1992. – 95 с.

¹⁴³ Хохлов, Н. В. Управление риском. М.: «Юнити-Дана». – 2001. – 240 с.

¹⁴⁴ Андреева, М. А. Эволюция подходов к определению риска // Актуальные вопросы современной науки и образования: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 05 февраля 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). – 2022. – С. 14-16.

¹⁴⁵ Бригхэм, Ю., Гапенски, Л. Финансовый менеджмент. СПб.: Экономическая школа. – 1998. – 497 с.

¹⁴⁶ Рэдхэд, К., Хьюс, С. Управление финансовыми рисками. М.: ИНФРА-М. – 1996. – 288 с.

предполагает внедрение понятий риск и определение правомерности риска в различных сферах права.

Существует множество различных классификаций риска. Виды риска, присущие объекту управления, напрямую зависят от сложившихся особенностей сферы деятельности рассматриваемого субъекта, особенностей его функционирования, институциональных факторов внешней среды, выбранных классификационных признаков и др. Следует отметить работу Куроптева Н.Б., который предложил собственную классификацию рисков применительно к предприятиям целлюлозно-бумажной промышленности (рис. 11). Однако, на наш взгляд, предложенная классификация является достаточно универсальной. Она применима не только к производственным предприятиям, но и к другим хозяйствующим субъектам и сферам жизни человека.



Рисунок 11 – Классификация рисков¹⁴⁷

¹⁴⁷ Куроптев, Н. Б. Управление рисками на предприятиях целлюлозно-бумажной отрасли Северо-западного региона: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Куроптев Никита Борисович. – СПб. – 2005. – 125 с.

Преимуществами рассмотренной классификации является разделение рисков на группы управляемых и не управляемых на уровне хозяйствующего субъекта, а также их разделение на чистые и спекулятивные риски.

Предметом проводимого исследования является изучение факторов экологического риска, оказывающих влияние на величину экологического риска в отдельных регионах и определение уровня риска для исследуемых регионов. Поэтому в дальнейшем в центре внимания исследования находятся те факторы, которые оказывают влияние на изменения в качестве окружающей среды и ее деградации и помимо экологических рисков, несущие в себе риски для здоровья населения. Ухудшение экологической обстановки в местах компактного проживания населения и последствиями медицинского характера, вызванными неблагоприятной экологической обстановкой. Помимо хронических болезней, длительное воздействие негативных источников на человека может привести к смерти.

На сегодняшний день учеными сформулировано множество методов выявления, анализа и оценки различных видов рисков. Касательно экологических рисков большинство ученых сходятся во мнении, что количественная оценка экологического риска должна быть основана на определении вероятности наступления неблагоприятного события и масштаба его последствий выраженного величиной ущерба.¹⁴⁸ Во многих странах мира соответствующими государственными институтами разработаны методические рекомендации по оценке экологических рисков. Рекомендации детально описывают анализ и оценку экологического риска от этапа формулирования проблемы до этапа непосредственного управления риском.

¹⁴⁸ Припутина, И. В., Башкин, В. Н. Экологические риски в связи с техногенным загрязнением окружающей среды: анализ подходов и методов оценки // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 4-25.

Анализ ряда методических рекомендаций зарубежных стран^{149,150,151,152,153,154} позволяет формализовать и систематизировать все этапы процесса анализа и оценки экологического риска (рис. 12).

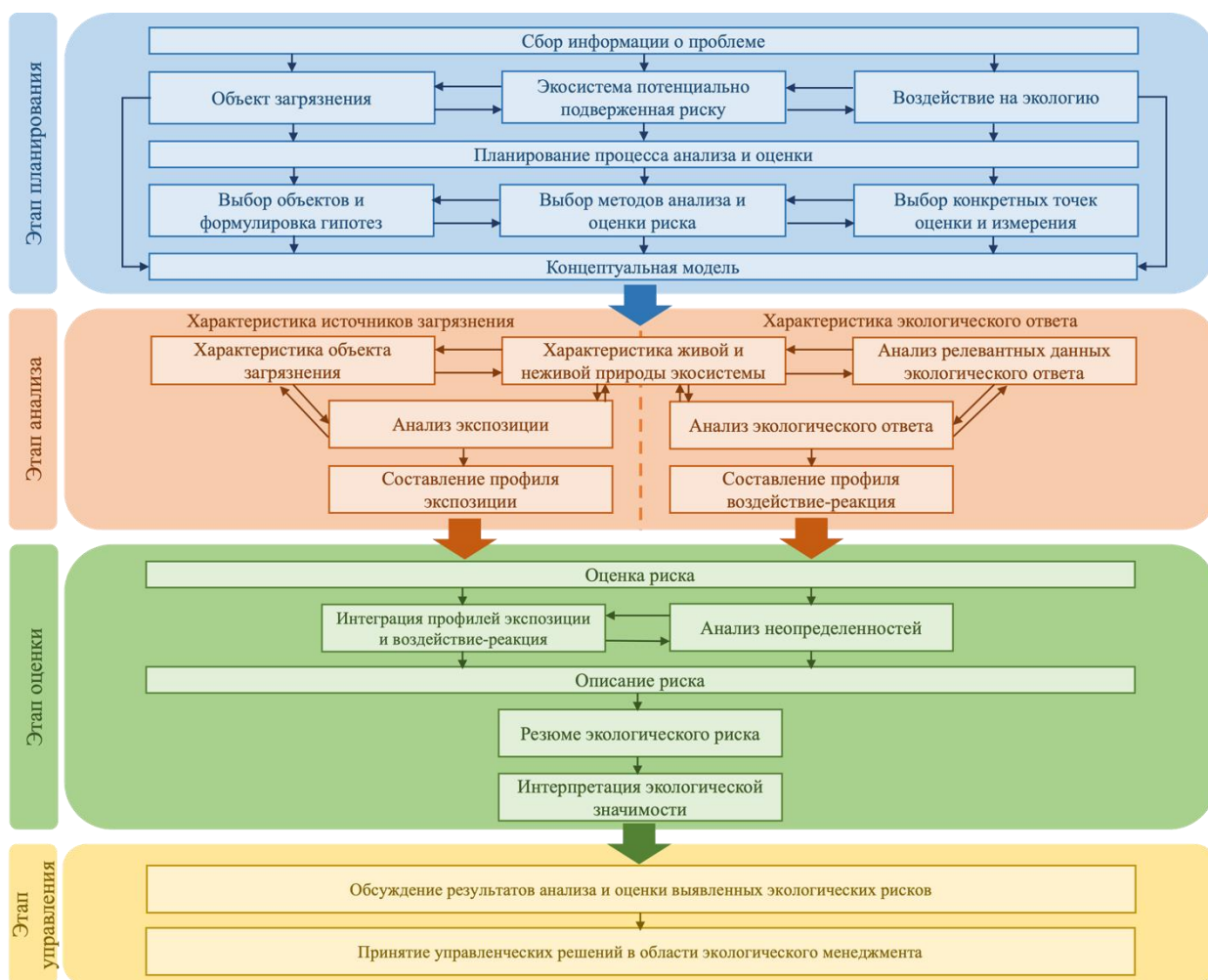


Рисунок 12 – Процесс анализа и оценки экологического риска

[составлено автором]

¹⁴⁹ Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69450/pb13670-green-leaves-iii-1111071.pdf (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁵⁰ Ecological Risk Assessment Guidelines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/TT-151-01.pdf> (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁵¹ Guideline on Ecological Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nepc.gov.au/system/files/resources/93ae0e77-e697-e494-656f-afaaf9fb4277/files/schedule-b5a-guideline-ecological-risk-assessment-sep10-0.pdf> (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁵² Framework for Ecological Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rais.ornl.gov/documents/FRMWRK_ERA.PDF (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁵³ Guidelines for Ecological Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/eco_risk_assessment1998.pdf (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁵⁴ Ecological Risk Assessment Guidance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/fcs-scf/B15E990A-C0A8-4780-9124-07650F3A68EA/ERA-20Guidance-2030-20March-202012_FINAL_En.pdf (Дата обращения: 02.08.2022)

Условно, процесс анализа и оценки экологического риска можно разделить на 4 этапа:

1. Этап планирования анализа и оценки предполагаемых экологических рисков.
2. Этап анализа возможных экологических рисков.
3. Этап оценки выявленных экологических рисков.
4. Этап управления выявленными экологическими рисками.

Этап планирования предполагает, в первую очередь, определение границ анализируемой экосистемы и сбор информации о ней, потенциально подверженной риску и объектах загрязнения. Одним из важнейших этапов является выбор своего рода индикаторов состояния, конкретных точек оценки и измерения, состояния экосистемы. Завершением подготовительного этапа является формулирование концептуальной модели предстоящего исследования.

Этап анализа можно условно разделить на две отдельных стадии анализа: «Характеристика источников воздействия» и «Характеристика экологического ответа». Характеристика источников воздействия, которую также можно назвать характеристикой загрязнителя или источника стресса, заключается в оценке взаимодействия источника воздействия с экологическим компонентом. Результатом данной части исследования является разработка профиля воздействия (экспозиции) на компонент окружающей среды. В данном профиле определяется величина влияния объекта, а также пространственное и временное распределение рассматриваемого воздействия.

Характеристика экологического ответа, эффект от внешнего воздействия, подразумевает анализ и оценку реакции экологического компонента на оказываемое на него внешнее воздействие. Результатом данной части исследования является разработка профиля «воздействие-реакция» на компонент окружающей среды. В данном профиле определяется величина влияния объекта, а также пространственное и временное распределение рассматриваемого воздействия, профиль реакции экологического компонента

на внешнее воздействие, в котором количественно определена величина влияния (ущерба).

Этап оценки является заключительным этапом непосредственно анализа и оценки риска. На данном этапе оценивается вероятность возникновения негативных эффектов в ответ на воздействие внешнего источника. В целом, данный этап состоит из двух основных компонентов – оценка риска и описание риска. Оценка риска предполагает сопоставление профилей экспозиции и «воздействие-реакция», а также анализ выявленных неопределенностей. Исходными данными для проведения анализа служат полученные на предыдущем этапе профили экспозиции и «воздействия-реакции».

Этап управления завершает процесса анализа и оценки экологического риска. Его основной целью является обсуждение результатов проведенного анализа и оценки риска, выработка и принятие управленческих решений.

В рамках проводимого исследования необходимо разработать методику экспресс-оценки экологического риска, которая бы позволяла провести первичную оценку целесообразности внедрения отдельного сбора отходов. Экосистемой, потенциально подверженной экологическому риску, следует считать регион в его утвержденных административных границах. Основными объектами влияния следует признать места захоронения отходов, санкционированные и несанкционированные. Воздействие на окружающую среду будет выражаться в загрязнении окружающей среды, изменении качества жизни населения, росте площадей свалок, количестве несанкционированных свалок.

Таким образом, экологические риски отражают потенциальную опасность влияния ТКО на окружающую среду и на здоровье населения и позволят своевременно оценить экологическую обстановку в регионе и следовать принципам устойчивого развития.

Метод 3. Оценка экологического ущерба в современных условиях обращения с ТКО

Другим специфичным методом оценки управления и стимулирования субъектов сферы обращения с отходами является оценка ущерба, наносимого окружающей среде при использовании того или иного способа обращения с отходами. Практически весь объем образующихся отходов направляется на захоронение, из-за чего происходит интенсивное загрязнение окружающей среды. Актуальным является поиск путей наиболее эффективного обращения с образующимися отходами, соответствующих принципам устойчивого развития. На сегодняшний день, наибольшее распространение получил ряд направлений по обращению с отходами (рис. 13).



Рисунок 13 – Направления обращения с отходами [составлено автором]

Основными направлениями обращения с отходами, исключая их захоронение, являются рециклинг, компостирование и энергетическая утилизация. Возникает необходимость оценки эффективности проводимых мероприятий и изменений в подходах к обращению с отходами. При этом оценка эффективности должна проводиться не только с позиции положительного или отрицательного экономического эффекта, но и с учетом

достижения целей устойчивого регионального развития – влияния таких изменений на окружающую среду рассматриваемого региона. Так как одной из причин поиска и внедрения новых способов обращения с отходами является именно снижение негативного их влияния на окружающую среду, в первую очередь посредством снижения количества захораниваемых отходов.

Анализ подходов к определению негативного влияния сводится к методикам определения величины негативного воздействия на отдельные компоненты окружающей среды (атмосферный воздух, почвенные и водные ресурсы, биоразнообразие) и исчислению величины предотвращенного ущерба. Данные методики отражены в следующих нормативных документах:

– Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Утверждена Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды, разработанная В. И. Даниловым-Данильяном 30 ноября 1999 г.¹⁵⁵

– Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. Утверждена Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 8 июля 2010 года № 238.¹⁵⁶

– Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды. Утверждена Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 28 января 2021 года № 59.¹⁵⁷

Практически все существующие работы в области оценки экологического ущерба базируются на указанных выше нормативных документах. Следует выделить работу Венцюлиса Л.С., Пименова А.Н.,

¹⁵⁵ Методика определения предотвращенного экологического ущерба [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200035561> (Дата обращения: 20.10.2022)

¹⁵⁶ Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902227668> (Дата обращения: 20.10.2022)

¹⁵⁷ Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573536168> (Дата обращения: 20.10.2022)

Никаноровой А.А. «Направления совершенствования систем обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Санкт-Петербурге». В данной работе автор проводит оценку эффективности перспективных систем обращения с ТКО на территории Санкт-Петербурга. Оценка при этом проводится для 6 различных систем обращения с отходами, с определенными количественными характеристиками объемов отходов, направляемых на захоронение, компостирование, сжигание и рециклинг.¹⁵⁸

Однако, количественные характеристики могут меняться, может возникнуть потребность в оценке одного конкретного мероприятия предполагающего изменение подхода к обращению лишь с определенным количеством отходов. Либо требуется провести экспресс оценку ущерба, наносимого окружающей среде, при обращении с заданным количеством отходов определенным способом.

Метод 4. Тарифообразование как метод стимулирования населения к эффективному обращению с отходами

Тарифообразование является основным методом управления, направленным на стимулирование населения к отдельному сбору отходов и снижению уровня их образования.

Основы тарифного регулирования услуг регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО) изложены в Федеральном законе от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления». В законе отражено, что регулируемые виды деятельности в области обращения с ТКО осуществляются по ценам, которые определены соглашением сторон, но не должны превышать предельные тарифы, установленные органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Схематично процесс тарифного регулирования и нормативно-правовые акты, регулирующие его, можно представить следующей схемой, на примере г. Санкт-Петербург (рис. 14).

¹⁵⁸ Венцюлис, Л. С., Пименов, А. Н., Никанорова, А. А. Направления совершенствования систем обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Санкт-Петербурге // Региональная экология. – 2018. – № 2(52). – С. 95–102.



Рисунок 14 – Процесс тарифного регулирования сферы обращения с отходами на примере Санкт-Петербурга [составлено автором]

1. Органы федеральной и региональной исполнительной власти.

Величину предельного тарифа определяет наделенный соответствующими полномочиями исполнительный орган региональной государственной власти. Так, в г. Санкт-Петербург эти функции выполняет Комитет по тарифам, который и определяет величину предельной платы за тот или иной вид поставляемых населению услуг. В Ленинградской области регулирование тарифов в сфере обращения с ТКО осуществляет Комитет по тарифам и ценовой политике Ленинградской области. В Московской области – Комитет по ценам и тарифам Московской области, в Москве – Департамент экономической политики и развития.

Государственное регулирование тарифов в области обращения с ТКО осуществляется региональными органами исполнительной власти. Такой тариф должен компенсировать экономически обоснованные расходы на реализацию производственных и инвестиционных программ и обеспечивать

экономически обоснованный уровень доходности текущей деятельности и используемого при осуществлении регулируемых видов деятельности в области обращения с твердыми коммунальными отходами инвестированного капитала.

Предельные тарифы на осуществление регулируемых видов деятельности в области обращения с твердыми коммунальными отходами устанавливаются в отношении каждой организации, осуществляющей регулируемые виды деятельности в области обращения с твердыми коммунальными отходами, и в отношении каждого осуществляемого вида деятельности с учетом территориальной схемы обращения с отходами.

2. Единый региональный оператор.

На регионального оператора возложена обязанность по оказанию комплексной коммунальной услуги по обращению с ТКО, включая процессы сбора и транспортирования, обработки, утилизации, обезвреживания и захоронения. Как правило, отдельные функции делегируются сторонним организациям, а расходы, связанные с их привлечением, включаются в единый тариф на услугу регионального оператора, оплачиваемого населением и прочими потребителями. В структуру тарифа регионального оператора также входит плата за негативное воздействие на окружающую природную среду при размещении ТКО. При этом, при формировании тарифа, не учитываются затраты регионального оператора, который он несет в связи с утилизацией ТКО, исключение составляют затраты на энергетическую утилизацию. Укрупненно структуру единого тарифа на услугу регионального оператора можно представить следующей схемой (рис. 15).



Рисунок 15 – Укрупненная структура единого тарифа на услугу регионального оператора [составлено автором]

Основы ценообразования и правила регулирования тарифов в сфере обращения с ТКО установлены Постановлением Правительства РФ от 30.05.2016 г. № 484 (ред. от 06.12.2021) «О ценообразовании в области обращения с твердыми коммунальными отходами». Приказ ФАС России от 21.11.2016 г. № 1638/16 (ред. от 14.09.2020) «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в области обращения с твердыми коммунальными отходами» утверждает методические указания по расчету регулируемых тарифов в области обращения с ТКО.

На сегодняшний день потребители услуги регионального оператора по обращению с ТКО не оказывают влияния на тариф. Согласно действующему законодательству, процесс тарифообразования полностью осуществляется региональным органам власти. Потребители не могут оказывать существенного влияния на выбор регионального оператора по обращению с ТКО. Оператор по обращению с ТКО выбирается региональной исполнительной властью на основе проведения открытых торгов.

Для расчета тарифа, определяется необходимая валовая выручка, исходя из экономически обоснованных расходов регулируемых организаций, необходимых им для осуществления регулируемого вида деятельности в

течение периода регулирования и обеспечения достижения показателей эффективности. Постановление Правительства РФ № 484 определяет следующие методики расчета тарифов в области обращения с ТКО, за исключением энергетической утилизации, основанных на определении необходимой валовой выручки:

- метод экономически обоснованных затрат;
- метод индексации;
- метод доходности инвестированного капитала.

Выбор метода регулирования тарифов определяется пунктами 28 и 61 Постановления. Так, метод экономически обоснованных затрат может применяться в случае, если в отношении регулируемой организации (в отношении отдельных регулируемых видов деятельности) в течение предыдущего года не осуществлялось государственное регулирование тарифов. Применение метода доходности инвестированного капитала осуществляется по решению органа регулирования тарифов в отношении регулируемых организаций, осуществляющих эксплуатацию объектов, используемых для обращения с твердыми коммунальными отходами, созданных не ранее 1 января 2015 г. При этом долгосрочные тарифы могут быть установлены только с применением метода индексации или метода доходности инвестированного капитала и не подлежат пересмотру, за исключением случаев предусмотренных постановлением.

Отдельный пункт постановления регулирует определение тарифа на энергетическую утилизацию. Тариф на энергетическую утилизацию определяется следующей формулой:

$$T_{\text{эу}}^i = 1396 * \prod_{j=2019}^{i=1} \text{ИПЦ}_j, \quad (1)$$

где: $T_{\text{эу}}^i$ – тариф на энергетическую утилизацию, руб.; 1396 – базовый тариф на энергетическую утилизацию рублей за тонну, в ценах базового 2019 году; ИПЦ_j – фактическое значение индекса потребительских цен в j-ом году.

Метод экономически обоснованных расходов предполагает, что величина необходимой валовой выручки в очередном периоде регулирования

определяется путем экономической калькуляции расходов, определения себестоимости оказания услуги, с учетом нормативной и расчетной предпринимательской прибылей. Срок действия таких тарифов составляет не более 1 финансового года.

Метод индексации установленных тарифов и метод доходности инвестированного капитала относятся к методам, используемым для расчета долгосрочных тарифов – не менее 5 годовых периодов регулирования (не менее 3 годовых периодов регулирования при первом применении долгосрочных тарифов). Данные методы имеют свои особенности расчета, тем не менее, статьи калькуляции, включаемые в состав расходов для определения величины необходимой выручки, соответствуют используемым при расчете методом экономически обоснованных расходов.

При применении метода индексации величина необходимой валовой выручки определяется на основе следующей расчетной формулы:

$$\text{НВВ}_i^{\Delta} = \text{ТР}_i + \text{А}_i + \text{ПР}_i + \text{РП}_i + \Delta\text{НВВ}_i^c + \Delta\text{Рез}_i, \quad (2)$$

где: ТР_i – текущие расходы, руб.; А_i – расходы на амортизацию, руб.; ПР_i – нормативная прибыль, руб.; $\Delta\text{НВВ}_i$ – величина изменения необходимой валовой выручки в i -ом году, проводимого в целях сглаживания, руб.; $\Delta\text{Рез}_i$ – величина, определяемая на i -й год первого долгосрочного периода регулирования и учитывающая результаты деятельности регулируемой организации до перехода к регулированию цен (тарифов) на основе долгосрочных параметров регулирования, руб.

Расчетная формула величины необходимой валовой выручки, при применении метода доходности инвестированного капитала, имеет следующий вид:

$$\text{НВВ}_i^{\Delta} = \text{ОР}_i + \text{НР}_i + \text{РЭ}_i + \text{ВК}_i + \text{ДК}_i + \Delta\text{НВВ}_i^c + \Delta\text{Рез}_i, \quad (3)$$

где: ОР_i – операционные (подконтрольные) расходы, руб.; НР_i – неподконтрольные расходы, руб.; РЭ_i – расходы на приобретение энергетических ресурсов, руб.; ВК_i – возврат инвестированного капитала, руб.; ДК_i – доход на инвестированный капитал, руб.; $\Delta\text{НВВ}_i$ – величина

изменения необходимой валовой выручки в i -ом году, проводимого в целях сглаживания, руб.; $\Delta Рез_i$ - величина, определяемая на i -й год первого долгосрочного периода регулирования и учитывающая результаты деятельности регулируемой организации до перехода к регулированию цен (тарифов) на основе долгосрочных параметров регулирования, руб.

Исходя из структуры тарифа на услугу по обращению с ТКО и установленными законодательством статьями расходов организаций, осуществляющих деятельность в сфере обращения с ТКО, можно заключить, что введение отдельного сбора отходов повлечет увеличение расходов на сбор и транспортирование. Это связано с необходимостью оснащения площадок для сбора отходов соответствующими контейнерами и организацией системы отдельного вывоза отходов.

В свою очередь, по таким статьям затрат, как обработка, обезвреживание и захоронение отходов произойдет снижение расходов. Также, снизится плата за негативное воздействие на окружающую среду. Это должно быть достигнуто за счет снижения количества отходов, требующих обработки и обезвреживания, и, соответственно, количества отходов, размещаемых на полигонах.

Постановлением Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 (ред. от 31.07.2021) «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» устанавливается порядок расчета размера платы за коммунальную услугу по обращению в ТКО. Размер платы за обращение с ТКО может рассчитываться по одной из шести формул (табл. 8).

Исходя из установленных расчетных формул, можно определить, что размер платы рассчитывается исходя из норматива накопления ТКО, либо объемов вывезенных контейнеров. В свою очередь, каждый из этих подходов к определению размера платы может быть рассчитан исходя из количества проживающих в жилом помещении, либо площади жилого помещения. При

этом формулы 6 и 7 предназначены только для расчета размера платы при раздельном накоплении сортированных отходов.

Таблица 8 – Расчет размера платы за коммунальную услугу по обращению с твердыми коммунальными отходами [составлено автором]

№ п/п	Расчетная формула	Пояснение	Порядок применения
1	$P_i = n_i * \frac{N_i^H}{12} * T^{отх} \quad (4)$	n_i – количество граждан, постоянно и временно проживающих в i -ом жилом помещении, чел.; N_i^H – норматив накопления твердых коммунальных отходов, м ³ /чел; $T^{отх}$ – цена на коммунальную услугу по обращению с ТКО, руб.	Применяется для расчета размера платы исходя из количества граждан временно и постоянно проживающих в i -ом жилом помещении, на основании норматива накопления ТКО.
2	$P_i = S_i * \frac{N_i^H}{12} * T^{отх} \quad (5)$	S_i – общая площадь i -го жилого помещения, м ² .	Применяется для расчета размера платы в i -ом жилом помещении, исходя из общей площади жилого помещения, на основании норматива накопления ТКО.
3	$P_i = \frac{n_i}{n} * V * T^{отх} \quad (6)$	n_i – количество граждан, постоянно и временно проживающих в i -ом жилом помещении, чел.; n – расчетное количество граждан, использующих место накопления ТКО, чел.; V – объем контейнеров, вывезенных с места накопления ТКО, за расчетный период, м ³ .	Применяется для расчета размера платы, исходя из количества граждан временно и постоянно проживающих в i -ом жилом помещении, на основании объема вывезенных контейнеров.
4	$P_i = \frac{S_i}{S_{общ}} * V * T^{отх} \quad (7)$	S_i – общая площадь i -го жилого помещения, м ² ; $S_{общ}$ – общая площадь всех жилых и нежилых помещений многоквартирного дома, м ² .	Применяется для расчета размера платы в i -ом жилом помещении, исходя из общей площади жилого помещения, на основании объема вывезенных контейнеров.

5	$P_i = \frac{n_{ji}}{n} * V_i * T^{\text{отх}} \quad (8)$	<p>n_{ji} – количество граждан, постоянно и временно проживающих в j-ой принадлежащей потребителю комнате (комнатах) в i-ой коммунальной квартире, чел.;</p> <p>V_i – объем предоставленной коммунальной услуги по обращению с ТКО за расчетный период в i-й коммунальной квартире.</p>	<p>Применяется для расчета размера платы исходя из количества граждан временно и постоянно проживающих в j-ой комнате (комнатах) в i-ой коммунальной квартире, на основании норматива накопления ТКО.</p>
6	$P_i = \frac{S_{ji}}{S_i^k} * V_i * T^{\text{отх}} \quad (9)$	<p>S_{ji} – жилая площадь j-ой принадлежащей потребителю комнаты (комнат) в i-ой коммунальной квартире, м²;</p> <p>S_i^k – общая жилая площадь комнат в i-й коммунальной квартире, м².</p>	<p>Применяется для расчета размера платы исходя из количества граждан временно и постоянно проживающих в j-ой комнате (комнатах) в i-ой коммунальной квартире, исходя из общей площади j-й комнаты (комнат) в i-й коммунальной квартире.</p>

Можно заметить, что ни одна из существующих методик расчета размера платы за коммунальную услугу по обращению с твердыми коммунальными отходами не предполагает расчета величины платы исходя из объема вывоза ТКО. Это не соответствует современным тенденциям и не стимулирует население к снижению объемов образования отходов и их сортировке, что в свою очередь не способствует достижению целей устойчивого развития в регионах.

Обобщающие выводы ко второй главе диссертационного исследования:

1. Анализ существующей системы по обращению с отходами в регионах Российской Федерации показал отсутствие в регионах централизованной системы раздельного сбора и накопления ТКО, соответствующей целям и задачам устойчивого регионального развития. По регионам характерен низкий охват населения местами раздельного сбора и накопления отходов.

Превалирует раздельный сбор только одной полезной фракции из состава ТКО – пластика.

2. Несмотря на различия в подходах регионов к организации обращения с отходами, в подавляющем большинстве из них отсутствуют четкие планы по внедрению раздельного сбора ТКО. Планы развития предполагают продолжение смешанного накопления отходов и их дальнейшую обработку на мусороперерабатывающих заводах. Доказана низкая эффективность такого подхода к обращению с ТКО, обеспечивающего крайне низкий уровень отбора полезных фракций и не способствующего внедрению принципов экономики замкнутого цикла.

3. В регионах России наблюдается дефицит мощностей по утилизации отходов и отсутствие планов по их наращиванию. В то же время создание необходимой инфраструктуры по утилизации отходов является ключевым фактором в обеспечении достижения целей устойчивого развития по снижению объемов захоронения отходов и повышению уровня их вторичной переработки.

4. Анализ зарубежного опыта по обращению с отходами позволяет сделать вывод об отсутствии единого подхода к организации сферы обращения с отходами. Предпочтение тому или иному способу обращения с отходами отдается исходя из экологических, климатических, экономических, географических и социальных особенностей страны и отдельных ее регионов. Применение различных методов переработки в рассмотренных странах, позволило значительно улучшить систему управления отходами и снизить количество захораниваемых отходов.

5. Основными предпосылками к изменению подходов к обращению с отходами явились прогрессирующие экологические проблемы, что делает важным внедрение инструментов оценки существующих экологических рисков и ущерба, наносимого окружающей среде. Оценка экологических рисков и ущерба, наносимого окружающей среде, могут выступать

инструментами стимулирования к изменению подходов к обращению с ТКО и внедрении основанных на принципах устойчивого развития.

6. Среди основных методов стимулирования населения к снижению количества образования отходов и их раздельному накоплению выделяются экономические методы. Основу таких методов составляет внедрение дифференцированного тарифа на вывоз ТКО, исходя из объемов образования и глубины сортировки.

7. Обоснованием принятия решений являются достоверные и своевременно полученные данные. Доказано, что существующая на мезоуровне система учета ТКО, не способствует формированию такой базы данных. В результате субъекты сферы обращения с отходами не могут принимать решения, основанные на реальных данных о состоянии объекта управления. Возникает необходимость разработки мероприятий по совершенствованию существующей системы учета ТКО на региональном и национальном уровнях с целью формирования источника объективных, автономно собранных, статистических данных, что будет способствовать принятию своевременных и обоснованных решений субъектами сферы обращения с отходами.

ГЛАВА 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В РАМКАХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

3.1. Создание системы управления отходами производства и потребления в контексте применения цифровых технологий

Существующая в России система учета объемов образования отходов является несовершенной. В процессе проведения исследования был выявлен ряд существенных недостатков: большая часть данных закрыта для внешних пользователей информации, нерегулярность публикации и отсутствие оперативных данных. Обозначенные проблемы идут вразрез с глобальной стратегией по достижению целей устойчивого развития, а также противоречат целям развития информационного общества в Российской Федерации, национальным целям и стратегическим задачам развития Российской Федерации.^{159,160,161}

В особенности проблема наличия объективных данных о сфере обращения с ТКО проявляется на региональном уровне, основными информационными ресурсами на сегодняшний день служат:

- агрегированные статистические данные об уровне образования, использования, обезвреживания, размещении и утилизации отходов производства и потребления, публикуемые Федеральной службой государственной статистики по России в целом и в разрезе регионов и видов экономической деятельности¹⁶²;

¹⁵⁹ United Nations, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution 70/1, adopted by the General Assembly on 25 September 2015. – 2015. – 35 p.

¹⁶⁰ United Nations, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution 71/313, adopted by the General Assembly on 6 July 2017. – 2017. – 32 p.

¹⁶¹ Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

¹⁶² Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 29.09.2021)

- государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды, публикуемые Министерством природных ресурсов и экологии РФ, раскрывающие степень достижения показателей реализации федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами»¹⁶³;
- региональная статистика, содержащая основные данные о сфере обращения с отходами, как правило, публикуемая ежегодно в виде докладов. Например, «Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге», публикуемый Комитетом по природопользованию.¹⁶⁴

Несмотря на разнообразие официальных источников статистической информации, выделяется ряд существенных проблем. Недостаточная детализация, несвоевременность и неполнота данных, публикуемых Федеральной службой государственной статистики и Министерством природных ресурсов и экологии РФ. В то же время публикуемые региональные данные не репрезентативны так как дают обобщенную информацию за несколько предшествующих периодов, не содержат информации о балансе количественных характеристик сферы обращения с отходами и не представляют информацию о наиболее важных показателях, характеризующих развитие сферы обращения с отходами, например, уровня утилизации и обработки.

Рассмотренные выше проблемы актуализируют необходимость совершенствования системы статистического учета твердых коммунальных отходов с помощью подходов, основанных на принципах цифровизации. Далее будут предложены система автоматизации сбора и обработки данных о сфере ТКО на принципах цифровизации на региональном и национальном уровнях и организация контроля за отдельным сбором отходов и платежами за обращение с ТКО населением.

¹⁶³ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова. – 2020. – 866 с.

¹⁶⁴ Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2020 году // Под редакцией Д. С. Беляева, И. А. Серебрицкого. – Ижевск.: ООО «ПРИНТ». – 2021. – 252 с.

1. Система автоматизации сбора и обработки данных в сфере ТКО

Целесообразным является использование зарубежного опыта организации системы сбора, обращения и учета отходов. Например, в Швеции, несмотря на распространенное мнение об исключительно раздельном сборе отходов, часть отходов по-прежнему накапливается и собирается смешанным способом без предварительной сортировки. После удаления из мест накопления, сортировку осуществляют специализированные мусороперерабатывающие заводы (МПЗ).¹⁶⁵

Широкое распространение в стране получила система взвешивания автомобилей, транспортирующих отходы на МПЗ. Данная система ведет автоматический учет отходов, поступающих на перерабатывающее предприятие.^{166,167} С недавних пор подобная система стала внедряться в России, однако, учет отходов по-прежнему ведется в ручном режиме.

В части Шведских муниципалитетов, данная система получила дальнейшее развитие - взвешивается каждый отдельный мусорный контейнер, что позволяет не только вести учет образования отходов, но и понимать их пространственное образование, вести подсчет вывезенных контейнеров и более точно определять необходимую частоту вывоза мусора.¹⁶⁸ Несмотря на то, что данная система значительно превосходит по качеству собираемой информации описанную ранее, капитальные затраты на ее внедрение в разы выше.

Автоматизированную систему сбора данных в сфере обращения с ТКО можно представить следующим рисунком (рис. 16).

¹⁶⁵ Отчет об управлении отходами в Швеции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rsbor-msk.ru/wp-content/uploads/2017/01/Avfallshantering_2017_eng_low.pdf (дата обращения: 29.09.2021)

¹⁶⁶ Официальный сайт шведской ассоциации по управлению отходами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.avfallsverige.se/in-english/> (дата обращения: 29.09.2021)

¹⁶⁷ Официальный сайт компании Baykon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.baykon.com/en/product-detail/automatic-truck-scale-system> (дата обращения: 29.09.2021)

¹⁶⁸ Официальный сайт компании Botek [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.botek.se/en/insights/weighing-for-statistics/> (дата обращения: 30.09.2021)



Рисунок 16 – Автоматизированная система сбора данных о ТКО [составлено автором]

Содержание предлагаемой системы автоматизированного сбора данных о сфере обращения с твердыми коммунальными отходами характеризуется следующим:

1. Собранные на уровне отдельного МПЗ данные в оцифрованном виде посредством цифровых технологий передачи данных в автоматическом режиме направляются в федеральный центр обработки данных.

2. Поступившие в центр обработки данные со всех МПЗ страны обобщаются на основе информации о пространственном образовании отходов и времени их образования.

3. Информация, собранная в режиме реального времени и обработанная в центре данных, в агрегированном виде оперативно публикуются на едином государственном портале по обращению с отходами.

Для правильного сбора информации на уровне отдельного мусороперерабатывающего завода необходимо следовать следующему алгоритму:

1. Автомобиль подъезжает к контрольно-пропускному пункту, останавливаясь на специально размеченной площадке, обозначающей весы.

2. Далее проходит автоматическая идентификация мусоровоза по регистрационному номеру автомобиля. На данном этапе записывается маршрут его следования и определяется откуда поступают отходы.

3. После идентификации активируются весы для определения и фиксации веса машины, заполненной отходами.

4. После автомобиль переезжает в зону разгрузки для передачи отходов на сортировочную линию.

5. После разгрузки автомобиль вновь подъезжает к контрольно-пропускному пункту, проходит повторную идентификацию и взвешивание, для определения фиксации веса порожней машины. В автоматическом режиме вычисляется разница между весом полной и порожней машиной, что и составляет массу поступивших на МПЗ отходов, эти данные в оцифрованном виде направляются в федеральный центр обработки данных для последующей их агрегации с целью учета массы образующихся отходов.

6. В процессе переработки отходы сортируются на полезные фракции, пригодные для вторичного использования, переработки или выработки энергии.

7. Учет уровня образования вторичного сырья организуется аналогично описанному выше, посредством идентификации и взвешивания въезжающих на территорию МПЗ с целью вывоза сортированных отходов автомобилей. Данные, вычисленные в автоматическом режиме, направляются в центр обработки данных для формирования информации о количестве отходов, направленных на утилизацию в целом и по отдельным его видам.

Совершенствование процесса сбора статистических данных о сфере обращения с ТКО следует считать цифровой трансформацией. Это позволит качественно улучшить систему управления отходами и наладить взаимодействие между различными субъектами сферы обращения с отходами.

На основе полученных и обработанных в федеральном центре цифровых данных автоматически рассчитывается общий объем образования ТКО по стране в целом и в разрезе регионов, муниципалитетов, отдельных районов и т.д. Это позволяет сформировать понимание о пространственном образовании отходов. На основе данных о количестве, извлеченных из ТКО полезных фракции, пригодных для вторичного использования, рассчитывается общее количество вторичных сырья и материалов, направленных на утилизацию и непригодный для переработки остаток.

Агрегированные данные ложатся в основу расчета основных показателей, характеризующих развитие сферы обращения с отходами - доля утилизированных отходов, морфологический состав, доля отходов, направленных на обезвреживание и захоронение и др. Вместе они формируют базис, необходимый для принятия стратегических и оперативных управленческих решений различными субъектами сферы обращения с отходами. Можно заключить, что предлагаемое мероприятие позволит автоматизировать учет образования отходов на региональном уровне, при этом не требующего больших капитальных вложений в его организацию в силу развитости данного рынка и наличия множества комплексных решений.

Предлагаемая система автоматизированного учета количественных характеристик ТКО на основе цифровизации будет способствовать совершенствованию статистического учета, сформирует открытый и независимый источник данных, отражающий фактическое количество образующихся отходов и характеризующий достижение национальных целей в области устойчивого развития. Она будет служить источником данных для всех заинтересованных пользователей цифровой информации и позволит существенно повысить качество принимаемых решений. Основными результатами внедрения такой системы можно назвать:

- уход от многоступенчатой бумажной системы формирования статистической информации;

- определение реально образующихся объемов отходов, основанных на независимо собранных в автоматическом режиме данных;
- формировании открытой базы данных в сфере управления отходами на территории России;
- автоматический учет количества отходов, направленных на утилизацию и обезвреживание;
- формирование представления о фактическом морфологическом составе образующихся ТКО;
- расчет нормативов образования отходов, основанных на реальных данных;
- автоматический расчет показателей, характеризующих достижение целей национальных проектов в области экологии и устойчивого развития;
- наличие реальных, независимо собранных, статистических данных необходимых для принятия обоснованных управленческих решений субъектами, вовлеченными в процесс обращения с отходами.¹⁶⁹

2. Система контроля за раздельным накоплением отходов и расходами на обращение с ТКО

Большая часть контроля за правильностью сортировки должна быть возложена на управляющие компании. Предлагаемый механизм контроля можно описать следующей схемой (рис. 17).

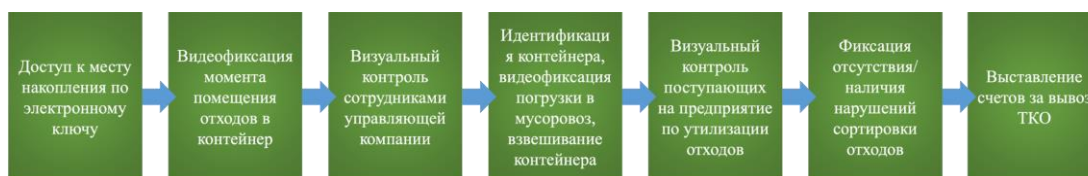


Рисунок 17 – Механизм контроля правильности сортировки и выставления счетов за услугу по обращению с ТКО [составлено автором]

¹⁶⁹ Колесников, Р. В. Совершенствования статистического обеспечения деятельности по управлению твердыми коммунальными отходами с использованием процессов цифровизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2021. – № 4. – С. 131–141.

Доступ к площадкам накопления ТКО должен осуществляться по электронным пропускам, при входе на площадку активируется система видеонаблюдения. Также, доступ к контейнерной площадке может осуществляться через мобильное приложение, однако, данная схема будет сложна для людей пожилого возраста. Таким образом, будет зафиксировано кто попал на площадку и что разместил в тот или иной контейнер. Также, это исключает попадание на площадку посторонних лиц, в том числе кражу сортированной части отходов.

Сотрудники управляющей компании (УК) осуществляют визуальный контроль накопленных в контейнерах отходов. На данном этапе это позволит визуально оценить правильность сортировки и выявить нарушителей. Это будет способствовать предотвратить попадание в общий кузов мусоровоза неверно сортированных отходов и исключить их возможное намокание и порчу. В случае выявления нарушений сотрудники УК осуществляют просмотр видео с целью поиска нарушителя.

Во время вывоза контейнеров, в автоматическом режиме осуществляется идентификация контейнера, фиксируется время, дата и адрес вывоза. Происходит автоматическое взвешивание контейнера, с целью определения величины будущего платежа. Активируется автоматическое фотографирование процесса вывоза, оператор также осуществляет визуальный контроль отправляемых в кузов мусоровоза отходов. Информация о количестве вывезенных отходов отображается в мобильном приложении, что помогает жителям ориентироваться в предполагаемой величине будущего платежа (рис. 18).



Рисунок 18 – Интерфейс мобильного приложения регионального оператора, оказывающего услугу по обращению с ТКО [составлено автором]

В предлагаемом мобильном приложении должна отображаться информация о массе вывезенных отходов и величине платежа на текущую дату. Должно быть указано месторасположения контейнерной площадки. Функционал мобильного приложения должен включать в себя возможность онлайн оплаты выставленного счета, а также давать доступ к истории начислений и платежей. Должна быть предоставлена информация об организациях, осуществляющих ту или иную функцию в сфере обращения с ТКО по адресу абонента. Обязательно наличие вкладки «Обратная связь», где абонент может задавать вопросы, оставлять жалобы и обращения, а также сообщать о нарушениях сортировки отходов.

На предприятии, осуществляющем обработку / утилизацию отходов, происходит визуальный контроль поступающих на линию отходов. На данном

этапе фиксируется наличие / отсутствие нарушений в сортировке. При выявлении нарушений происходит двухэтапный поиск нарушителя: по записям погрузки отходов в мусоровоз можно определить конкретный контейнер, в который попал неверно сортированный мусор; далее осуществляется просмотр записей с площадки накопления, где расположен данный контейнер.

Предлагаемая система автоматизированного учета твердых коммунальных отходов с применением цифровых технологий будет способствовать повышению прозрачности сферы обращения с отходами и формированию независимого открытого источника данных об объемных характеристиках образования и направлениям обращения с отходами. Предлагаемый механизм контроля правильности сортировки и выставления счетов за услугу по обращению с ТКО в совокупности с доступностью данных, в мобильном приложении регионального оператора, оказывающего услугу по обращению с ТКО, для населения будет стимулировать соблюдение раздельного сбора отходов и повысит заинтересованность получателей услуги в контроле за поступающими в контейнер отходами.

3.2. Развитие комплексных подходов к экономической оценке влияния отходов производства и потребления на окружающую природную среду

Как было определено во второй главе, основным катализатором проводимых реформ в сфере обращения с отходами послужили растущие экологические проблемы и сопряжённые с ними риски. В данной части диссертационного исследования будут рассмотрены и апробированы 2 метода управления отходами и стимулирования проведения преобразований целью которых является экологизация отрасли и достижение целей устойчивого развития регионов.

1. Оценка экологических рисков

Совокупность различных факторов риска образуют собой то, что мы называем рискованной ситуацией. Рассмотренные ранее проблемы сферы обращения с отходами позволяют определить потенциальные факторы риска, которые способны спровоцировать развитие рискованной ситуации. Это позволяет выявить возможные риски, с которыми могут столкнуться субъекты сферы обращения с отходами при внедрении раздельного сбора ТКО или отказа от него.

Возможные риски и факторы риска будут специфичны для каждого из субъектов сферы обращения с отходами – населения, государственной власти различных уровней, регионального оператора и привлекаемых им для исполнения отдельных функций третьих лиц. Поэтому риски и их факторы, связанные с внедрением или отказом от внедрения раздельного сбора отходов, следует рассматривать в разрезе вышеупомянутых субъектов сферы обращения с отходами. Для населения такие факторы риска могут проявляться в росте платежей в связи с постоянно растущими объемами отходов, ухудшением качества жизни и здоровья населения.

Также потенциальные риски и факторы риска внедрения или отказа от внедрения раздельного сбора отходов следует рассматривать в разрезе их влияния на компоненты составляющие триединую концепцию устойчивого развития – социальный, экологический и экономический аспекты жизни. С социальной стороны риски связаны с изменениями качества жизни и здоровья населения, недовольством населения работой субъектов сферы обращения с отходами. С экономической точки зрения это риски, связанные с финансированием преобразований, изменениями в финансовом состоянии регионального операторов из-за отклонений в величине платежей за обращение с ТКО и т.д. Риски, связанные с негативным воздействием на окружающую среду обусловлены необходимостью захоронения не утилизированной части.

Проведенное исследование позволило определить и систематизировать наиболее существенные факторы риска, сопутствующие двум стратегиям развития сферы обращения с отходами – отказу от раздельного сбора отходов, либо его внедрения (Приложение 2). Систематизация факторов риска позволяет определить риски, которым могут быть подвержены субъекты сферы обращения с отходами в случае реализации той или иной стратегии. Риски, связанные с внедрением или отказом от внедрения раздельного сбора отходов в разрезе субъектов сферы обращения с отходами и социального, экологического и экономического аспектов можно представить следующей матрицей рисков (рис. 19).

		Население	Региональный оператор	Органы власти
Социальный аспект	Риски отказа	<ul style="list-style-type: none"> • Экологические • Социальные 	<ul style="list-style-type: none"> • Социальные • Репутационные 	<ul style="list-style-type: none"> • Репутационные • Социальные • Политические
	Риски внедрения	<ul style="list-style-type: none"> • Организационные 	<ul style="list-style-type: none"> • Организационные • Социальные 	<ul style="list-style-type: none"> • Организационные • Социальные
Экологический аспект	Риски отказа	<ul style="list-style-type: none"> • Экологические • Риски для здоровья 	<ul style="list-style-type: none"> • Производственные • Экологические 	<ul style="list-style-type: none"> • Экологические • Политические • Региональные
	Риски внедрения	<ul style="list-style-type: none"> • Экологические 	<ul style="list-style-type: none"> • Экологические • Организационные 	<ul style="list-style-type: none"> • Организационные • Политические • Экологические
Экономический аспект	Риски отказа	<ul style="list-style-type: none"> • Финансовые • Социальные 	<ul style="list-style-type: none"> • Коммерческие • Инвестиционные • Финансовые • Транспортные 	<ul style="list-style-type: none"> • Инвестиционные • Региональные • Финансовые • Технологические
	Риски внедрения	<ul style="list-style-type: none"> • Финансовые 	<ul style="list-style-type: none"> • Коммерческие • Инвестиционные • Финансовые • Организационные • Производственные • Отраслевые • Транспортные 	<ul style="list-style-type: none"> • Инвестиционные • Финансовые • Организационные • Региональные • Отраслевые

Рисунок 19 – Матрица рисков при внедрении или отказе от внедрения раздельного сбора отходов [составлено автором]

Можно заметить, что экологические риски присущи преимущественно стратегии отказа от внедрения раздельного сбора и накопления отходов. В стратегии внедрения раздельного сбора они обусловлены скорее ненадлежащей организацией процесса, нежели объективными негативными факторами. Масштаб их последствий не так велик, как у экологических рисков

при отказе от отдельного сбора, когда окружающей среде наносится непоправимый ущерб. В случае отказа от внедрения отдельного сбора, масштаб экологических рисков и возможные последствия от их реализации для региона будут значительными.

Практически для всех регионов Российской Федерации характерен повышенный уровень экологического риска. Причинами являются истощение существующей инфраструктуры по захоронению отходов, продвижение населенных пунктов к местам захоронения отходов.^{170,171,172} Это оказывает негативное влияние на окружающую среду через ее загрязнение, в особенности водных ресурсов и атмосферы. В свою очередь это отражается на качестве жизни и здоровье населения. Отказ от внедрения отдельного сбора отходов лишь усугубит текущую ситуацию и служит препятствием к достижению целей устойчивого регионального развития. Поэтому, при оценке целесообразности внедрения отдельного сбора отходов в регионе, в первую очередь следует проводить оценку экологического риска.

Методика определения уровня экологического риска в исследуемых регионах состоит из следующих этапов:

- Формирование выборки исследуемых регионов.
- Определение факторов, оказывающих влияние на величину экологического риска в регионе.
- Отбор показателей, характеризующих факторы экологического риска и их описание.
- Интерпретация возможных результатов и классификация регионов в зависимости от уровня экологического риска.

¹⁷⁰ Официальный сайт Интерфакс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/moscow/612231> (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁷¹ Официальный сайт Интерфакс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/661426> (Дата обращения: 02.08.2022)

¹⁷² Бюллетень Счетной палаты РФ Мусорная реформа №9 (274) 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/462/46234b3e3624fccbb8bace5c892f2f4.pdf> (Дата обращения: 02.08.2022)

1. Формирование выборки исследуемых регионов

На данном этапе определяется выборка из n-исследуемых регионов, на которых будет проводиться апробация предлагаемой методики. Критериями отбора регионов должны служить различия в подходах к развитию сферы обращения с отходами, климатические, демографические и экономико-географические особенности и различия регионов. Соблюдение данных условий отбора регионов обеспечит наибольшую объективность предлагаемой методики оценки уровня экологического риска.

2. Определение факторов, оказывающих влияние на величину экологического риска в регионе

Следующим этапом является определение релевантных риск-факторов, формирующих экологический риск. В качестве факторов риска следует рассматривать те факторы риска, которые напрямую влияют на величину риска. Такие факторы были определены ранее при формировании матрицы рисков для стратегий «Отказ от внедрения раздельного сбора ТКО» и «Принятие решение о внедрении раздельного сбора ТКО», к ним относятся:

1. Снижение качества жизни населения из-за ухудшения экологической обстановки.
2. Загрязнение атмосферы, почвенных и водных ресурсов.
3. Исчерпание емкостей существующих свалок.
4. Рост количества несанкционированных свалок.
5. Деграция экосистем из-за роста площадей свалок.
6. Рост накопленного ущерба окружающей среде (далее – НВОС).
7. Рост количества чрезвычайных происшествий в сфере обращения с отходами.

3. Отбор показателей, характеризующих факторы экологического риска и их описание

Величина влияния каждого отдельного фактора может быть измерена с помощью тех или иных показателей, характеризующих рассматриваемый фактор. На данном этапе были отобраны 9 показателей, характеризующих

факторы риска, формирующие уровень экологического риска в регионе (табл. 9).

Таблица 9 – Показатели, характеризующие факторы экологического риска [составлено автором]

№ п/п	Показатель	Факторы экологического риска, которые характеризует показатель
1	Среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО	-исчерпание емкостей существующих свалок; -рост количества несанкционированных свалок; -деградация экосистем из-за роста площадей свалок.
2	Интегральная оценка эффективности работы региона по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации	-рост количества несанкционированных свалок; -рост накопленного ущерба окружающей среде; -рост количества ЧП в сфере обращения с отходами.
3	Доля направленных на утилизацию отходов	-исчерпание емкостей существующих свалок; -рост количества несанкционированных свалок.
4	Коэффициент роста выбросов в атмосферу, связанных со сбором, обработкой и утилизацией отходов	-загрязнение окружающей среды; -ухудшение качества жизни населения из-за ухудшения экологической обстановки.
5	Коэффициент роста количества нарушенных земель связанных с размещением отходов	-загрязнение окружающей среды; -ухудшение качества жизни населения из-за ухудшения экологической обстановки.
6	Процент населения подверженного негативному воздействию	-ухудшение качества жизни населения из-за ухудшения экологической обстановки.
7	Оценочное количество пожаров на территориях свалок	-рост количества ЧС в сфере обращения с отходами; -загрязнение окружающей среды.
8	Площадь свалок, приходящаяся на душу населения	-рост накопленного ущерба окружающей среде; -деградация экосистем из-за роста площадей свалок.
9	Остаточное время работы полигонов	-исчерпание емкостей существующих свалок; -рост количества несанкционированных свалок; -рост количества ЧП в сфере обращения с отходами.

Каждый из рассматриваемых показателей прямо или косвенно характеризует один или несколько факторов, формирующих уровень

экологического риска в регионе. Данные показатели позволяют провести количественную оценку величины экологического риска в регионе. Следует пояснить, что достоверной федеральной и региональной статистики о количестве чрезвычайных происшествий в сфере обращения с ТКО, независимо от причины происшествия, нет. Исходя из этого, данный фактор предлагается оценивать на основе оценочного показателя о количестве пожаров на территориях свалок.

Для наглядности и удобства последующего проведения расчетов, следует записать и объединить в одну таблицу расчетные формулы по всем отобраннным показателям (табл. 10).

Таблица 10 – Расчетные формулы для количественной оценки показателей, характеризующих факторы экологического риска [составлено автором]

№ п/п	Показатель	Расчетная формула
1	Среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО, б.р.	$\bar{K}_{\text{роста}} = \frac{\sum_{i=m}^n K_{\text{роста}i}}{n}, \quad (10)$ <p>где:</p> $\sum_{i=m}^n K_{\text{роста}i}$ – сумма n-коэффициентов роста совокупности, б.р.; n – численность совокупности, шт.
2	Интегральная оценка эффективности работы региона по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации, б.р.	$X_{\text{инт}} = K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.н.п.}} + K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.нов.}}, \quad (11)$ <p>где:</p> $K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.н.п.}}$ – коэффициент роста количества несанкционированных свалок на конец периода, б.р.; $K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.нов.}}$ – коэффициент роста количества несанкционированных свалок, выявленных за период, б.р.
3	Доля направленных на утилизацию ТКО, %	$d_{\text{утилизации}} = \frac{a_{\text{утилизированных}}}{a_{\text{вывезенных}}} * 100\%, \quad (12)$ <p>где:</p> $a_{\text{утилизированных}}$ – количество ТКО, направленных на утилизацию в рассматриваемом периоде, тонн; $a_{\text{вывезенных}}$ – общее количество вывезенных ТКО за период, тонн.

4	Коэффициент роста выбросов в атмосферу, связанных со сбором, обработкой и утилизацией отходов, б.р.	$K_{\text{роста}}^{\text{атм}} = \frac{a_{\text{выбр.атм.}i}}{a_{\text{выбр.атм.}i-1}}, \quad (13)$ <p>где:</p> <p>$a_{\text{выбр.атм.}i}$, $a_{\text{выбр.атм.}i-1}$ – количество выбросов в атмосферу, связанные со сбором, обработкой и утилизацией отходов в отчётном и предшествующем отчетному периодах, тонн.</p>
5	Коэффициент роста количества нарушенных земель связанных с размещением отходов, б.р.	$K_{\text{роста}}^{\text{нар.зем.}} = \frac{S_{\text{нар.зем.}i}}{S_{\text{нар.зем.}i-1}}, \quad (14)$ <p>где:</p> <p>$S_{\text{нар.зем.}i}$, $S_{\text{нар.зем.}i-1}$ – площадь нарушенных земель, связанных со сбором, обработкой и утилизацией отходов и обработкой вторичного сырья в отчётном и предшествующем отчетному периодах, га.</p>
6	Доля населения подверженного негативному воздействию, %	$d_{\text{НПНВ}} = \frac{a_{\text{НПНВ}}}{a_{\text{общая}}} * 100\%, \quad (15)$ <p>где:</p> <p>$a_{\text{НПНВ}}$ – численность населения подверженного негативному воздействию, чел.;</p> <p>$a_{\text{общая}}$ – общая численность населения, чел.</p>
7	Оценочное количество пожаров на территориях свалок, шт.	$a_{\text{пож.}}^{\text{свалки}} = a_{\text{общ.от}} * 0,75\%, \quad (16)$ <p>где:</p> <p>$a_{\text{общ.от}}$ – общее количество пожаров на открытых территориях, шт;</p> <p>0,75% – процент пожаров на свалках от общего количества пожаров на открытых территориях.</p>
8	Площадь свалок, приходящаяся на душу населения, м ² /чел	$S_{\text{свалок/чел}} = \frac{\sum S_{\text{свалки}i}}{a_{\text{общая}}}, \quad (17)$ <p>где:</p> <p>$S_{\text{свалки}i}$ – площадь i-ой свалки, м²;</p> <p>$a_{\text{общая}}$ – общая численность населения, чел.</p>
9	Остаточное время работы полигонов, мес.	$T_{\text{ост}} = \frac{V_{\text{ост}}}{V_{\text{мес}}}, \quad (18)$ <p>где:</p> <p>$V_{\text{ост}}$ – остаточная мощность свалок, тонн;</p> <p>$V_{\text{мес}}$ – среднемесячный объем вывоза ТКО, тонн.</p>

Предлагаемые расчетные формулы позволят проводить количественную оценку показателей, характеризующих факторы экологического риска. Рассмотрение данных показателей в совокупности позволяет проводить количественную оценку величины экологического риска в модельном регионе.

4. Интерпретация возможных результатов и классификация регионов в зависимости от уровня экологического риска

Завершающим этапом является интерпретация полученных результатов количественной оценки показателей, характеризующих факторы риска и формирующих уровень экологического риска в регионе. На основе полученных значений, каждому рассмотренному показателю, оказывающему влияние на величину экологического риска, присваивается оценка исходя из нормативных значений показателя этого фактора. Оценка может принимать значения от 0 до 5 баллов, где 0 соответствует отсутствию влияния рассматриваемого фактора (показателя) на уровень риска, а 5 указывает на наибольшее влияние рассматриваемого фактора (показателя) на уровень риска.

Нормативные значения были определены методом экспертных оценок. Для этого был опрошен ряд экспертов, относящихся к научному сообществу, осуществляющему исследования в сфере обращения с отходами, профильным государственным институтам и коммерческим организациям занятым в сфере ТКО. Экспертам было предложено на основе анализа и сравнения полученных результатов по выборке регионов с показателями передовых стран, показавших наибольшие успехи в сфере обращения с отходами, и среднероссийскими показателями определить нормативные значения уровня риска (табл. 11).

Таблица 11 – Нормативные значения уровня риска [составлено автором]

Показатель	Уровень риска					
	Высокий	Выше среднего	Средний	Ниже среднего	Низкий	Отсутствует
Среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО	> = 1,05	1,04-1,049	1,035-1,039	1,03-1,034	1,01-1,029	<=1
Интегральная оценка эффективности работы региона по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации	> = 3,00	2,5-2,99	2,0-2,49	1,5-1,99	1,01-1,49	<=1
Доля направленных на утилизацию отходов, %	<= 20	20-39	40-59	60-79	80-99	100
Выбросы в атмосферу, связанные со сбором, обработкой и утилизацией отходов (К роста)	> = 1,04	1,03-1,039	1,02-1,029	1,01-1,019	1,0-1,009	<= 1
Количество нарушенных земель связанных с размещением отходов (Кроста)	> = 1,04	1,03-1,039	1,02-1,029	1,01-1,019	1,0-1,009	<= 1
Доля населения подверженного негативному воздействию	> = 40	30-39,99	20-29,99	10-19,99	0,1-9,99	0
Оценочное количество пожаров на территориях свалок, шт.	> = 21	16-20	11-15	6-10	1-5	0
Площадь свалок, приходящаяся на душу населения, м ² /чел	> = 5	4,5-4,99	4,0-4,49	3,5-3,99	<= 3,49	0
Остаточное время работы полигонов, мес.	<= 12	13-24	25-36	37-48	> = 49	Захоронения нет
Присваиваемое количество баллов	5	4	3	2	1	0

Например, если среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО за рассматриваемый период в регионе находился в пределах 1,04–1,049, то по данному показателю региону присваивается значение равное 4 баллам. Подобная операция совершается с каждым из рассматриваемых факторов риска. В конце полученные баллы суммируются и региону присваивается группа (уровень) риска, описанный выше. Максимальное количество баллов, которое может получить регион по совокупности всех факторов равно 45. Данное значение соответствует максимальному уровню риска, что означает неизбежность экологического риска и наибольшую тяжесть последствий. Минимальное значение, соответственно равно 0, что означает полное

отсутствие экологического риска в регионе. В зависимости от суммы набранных баллов каждый из регионов может попасть в одну из групп риска:

- Высокий: ≥ 36 балла;
- Выше среднего: 27–35,99 балла;
- Средний: 18–26,99 балла;
- Ниже среднего: 9–17,99 балла;
- Низкий: $\leq 8,99$ балла.

Полученная оценка величины риска отображается на матрице «Вероятность-Масштаб (тяжесть последствий)» и даются рекомендации в соответствии с полученными результатами (рис. 20).

		Масштаб последствий →				
		Пренебрежимый	Небольшой	Умеренный	Значительный	Существенный
Вероятность реализации ↑	Очень вероятно	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Высокий
	Вероятно	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
	Возможно	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Выше среднего
	Маловероятно	Низкий	Ниже среднего	Ниже среднего	Средний	Выше среднего
	Крайне маловероятно	Низкий	Низкий	Ниже среднего	Средний	Средний

Рисунок 20 – Матрица рисков «Вероятность-Масштаб»

[составлено автором]

С целью понимания вероятности реализации экологического риска на территории региона и возможной тяжести (величины) последствий для него, необходимо интерпретировать присвоенный региону уровень экологического риска.

Высокий уровень риска. Данный уровень риска соответствует вероятному или очень вероятному развитию негативных последствий в регионе, связанных со сферой обращения с ТКО. При этом масштаб последствий реализации такого риска следует оценивать как существенный или значительный. Для регионов данной группы рекомендуется

незамедлительное внедрение отдельного сбора отходов. Это позволит регионам существенно снизить объемные и количественные характеристики захораниваемых отходов, и, как следствие, предотвратить образование несанкционированных мест захоронения отходов и рост площадей санкционированных мест захоронения отходов, что существенно скажется на формировании источников накопленного ущерба окружающей среде и позволит предотвратить дальнейшую деградацию экосистем региона.

Уровень риска выше среднего. Данный уровень риска соответствует диапазону значений вероятности развития негативных последствий в регионе, связанных со сферой обращения с ТКО от маловероятного до очень вероятного. Однако, средний масштаб последствий реализации такого риска будет ниже, так как находится в более широком диапазоне значений – от умеренного до существенного. При этом максимальный масштаб последствий при наибольшей вероятности будет умеренным. Для регионов данной группы рекомендуется ускоренное внедрение отдельного сбора отходов. Причины, обуславливающие необходимость ускоренного внедрения отдельного сбора ТКО схожи с причинами при высоком уровне риска. Однако, ситуация с развитием сферы обращения с отходами в регионах с уровнем риска выше среднего все еще не такая катастрофическая, как в регионах с высоким уровнем риска.

Средний уровень риска. Данный уровень риска охватывает весь диапазон значений вероятности развития негативных последствий в регионе, связанных со сферой обращения с ТКО – от крайне маловероятного до очень вероятного. Диапазон значений масштаба последствий реализации такого риска будет также может принимать самый широкий диапазон значений – от небольшого до существенного. При этом максимальный масштаб последствий при наибольшей вероятности будет небольшим. Наиболее существенный масштаб последствий случается крайне маловероятно. Регионам данной группы рекомендуется планомерное внедрение отдельного сбора отходов с целью предотвращения ухудшения экологической обстановки в регионе и

переход его в другую группу риска с более высокой вероятностью наступления экологического риска и тяжестью его последствий.

Уровень риска ниже среднего. Данный уровень риска также охватывает весь диапазон значений вероятности развития негативных последствий в регионе, связанных со сферой обращения с ТКО – от крайне маловероятного до очень вероятного. Однако масштаб последствий не превышает умеренного значения. При этом масштаб риска, имеющего наибольшую вероятность реализации настолько мал, что им можно пренебречь. Риски с умеренными по масштабу последствиями могут произойти лишь с малой долей вероятности. Данной группе регионов следует усилить контроль за сферой по обращению с отходами с целью недопущения развития негативных событий и начать работу по планированию внедрения раздельного сбора отходов.

Низкий уровень риска. Данный уровень риска соответствует диапазону значений вероятности развития негативных последствий в регионе, связанных со сферой обращения с ТКО от крайне маловероятного до вероятного. Однако, масштаб последствий реализации такого риска, в целом, настолько мал, что им можно пренебречь. Регионам данной группы рекомендуется продолжать контроль в сфере обращения с отходами с целью недопущения развития негативных событий.

На основе проведенной количественной оценки показателей, характеризующих факторы экологического риска, была составлена сводная таблица с величиной влияния каждого фактора по каждому из рассматриваемых регионов. Для этого, каждому рассмотренному показателю, оказывающему влияние на величину экологического риска, присваивается оценка исходя из нормативных значений показателя этого фактора соответствующая одному из уровней риска: высокому, выше среднего, среднему, ниже среднего и низкому. Бальная оценка регионов по каждому из рассмотренных показателей представлена в таблице ниже (табл. 12). Величина влияния отдельных факторов представлена в Приложении 3.

Таблица 12 – Бальная оценка регионов по уровню
риска [составлено автором]

Регион	Санкт-Петербург	Ленинградская область	Мурманская область	Архангельская область	Новгородская область	Рязанская область	Воронежская область	Краснодарский край	Волгоградская область	Оренбургская область	Новосибирская область	Сахалинская область
Показатель												
Уровень риска	Средний	Выше среднего	Средний	Выше среднего	Средний	Выше среднего	Выше среднего	Средний	Выше среднего	Средний	Выше среднего	Средний
Сумма баллов	24	30	26	29	22	30	29	23	29	24	29	23
Среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО	1	4	4	4	0	5	5	1	2	1	5	3
Интегральная оценка эффективности работы региона по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации	5	1	2	0	1	3	5	3	1	1	3	3
Доля направленных на утилизацию отходов	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Коэффициент роста выбросов в атмосферу, связанных со сбором, обработкой и утилизацией отходов	0	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	0
Коэффициент роста количества нарушенных земель связанных с размещением отходов	0	3	2	1	5	1	2	1	0	1	1	0
Доля населения подверженного негативному воздействию	2	3	5	4	2	2	1	2	5	1	5	0

Оценочное количество пожаров на территориях свалок	5	5	1	2	2	3	4	5	5	5	5	2
Площадь свалок, приходящаяся на душу населения	1	3	1	5	1	5	1	1	1	4	1	5
Остаточное время работы полигонов	5	1	1	3	1	1	1	5	5	1	4	5

Отообразим полученные результаты бальной оценки регионов по уровню риска на матрице «Вероятность-Масштаб (Тяжесть последствий)» (рис. 21).

		Масштаб последствий →				
		Пренебрежимый	Небольшой	Умеренный	Значительный	Существенный
Вероятность реализации ↑	Очень вероятно	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Высокий
	Вероятно	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
	Возможно	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Выше среднего
	Маловероятно	Низкий	Ниже среднего	Ниже среднего	Средний	Выше среднего
	Крайне маловероятно	Низкий	Низкий	Ниже среднего	Средний	Средний
1	Рязанская и Ленинградская области			2	Архангельская, Воронежская, Волгоградская и Новосибирская области	
3	Мурманская область			4	г. Санкт-Петербург, Оренбургская область	
5	Краснодарский край и Сахалинская область			6	Новгородская область	

Рисунок 21 – Матрица «Вероятность-Масштаб» экологического риска в рассматриваемых регионах [составлено автором]

На основании проведенной оценки уровня экологического риска в рассматриваемых регионах наибольший его уровень наблюдается в Рязанской и Ленинградской областях, совокупная бальная оценка равна 30 из 45 возможных баллов. Сразу 4 области получили 29 баллов – Архангельская, Воронежская, Волгоградская и Новосибирская. Данные регионы входят в группу с риском выше среднего. Это обусловлено наивысшими баллами, полученными регионами по ряду рассматриваемых показателей, что явилось следствием высоких темпов роста образования ТКО, низким уровнем их утилизации, высокими темпами роста загрязняющих выбросов в атмосферу и

большой долей населения подверженного негативному воздействию. Уровень экологического риска в данных регионах достаточно велик, ему соответствует вероятная возможность реализации риска со значительными по масштабу последствиями. Для данных регионов рекомендуется ускоренное начало работ по внедрению раздельного сбора отходов с целью предотвращения дальнейшего усугубления ситуации.

Оставшиеся 6 из 12 рассматриваемых субъектов, формируют группу регионов со средним уровнем риска. К этим регионам относятся: г. Санкт-Петербург, Оренбургская, Мурманская, Сахалинская и Новгородская области и Краснодарский край. Уровень экологического риска в данных регионах соответствует возможной реализации риска с умеренными по масштабу последствиями. Среди основных факторов попадания регионов в данную группу риска можно назвать низкие показатели утилизации, высокие темпы роста выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, низкую эффективность работы регионов по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации и высокие темпы роста образования ТКО.

При этом, несмотря на то что эти регионы оказались в одной группе, им характерны различные значения вероятности реализации риска и масштаб таких последствий. Наиболее негативная ситуация сложилась в Мурманской области. Она находится ближе всего к верхней границе среднего уровня риска, дальнейшее отсутствие реформ будет способствовать переходу региона в группу с большим уровнем риском и тяжестью последствий его реализации. В то же время Новгородская область находится на нижней границе среднего уровня риска. Это означает, что реализация негативного экологического сценария в Мурманской области значительно выше, чем в Новгородской. Для регионов данной группы рекомендуется планомерное внедрение раздельного сбора отходов с целью предотвращения ухудшения экологической обстановки в регионе и переход его в другую группу риска с более высокой вероятностью наступления экологического риска и тяжестью его последствий.

Как было сказано ранее, наименьший уровень риска наблюдается в Новгородской области. Данный регион набрал наименьшее количество баллов – 22, соответственно, что соответствует среднему уровню риска. Низкое количество баллов в Новгородской области обусловлено снижением объемов образования ТКО, низким ростом количества нарушенных земель, низкой долей населения, подверженного негативному воздействию, невысокому показателю площадей свалок, приходящаяся на душу населения и высокой остаточной мощности полигонов по захоронению отходов.

В целом можно заключить, что рассматриваемым регионам характерен повышенный уровень риска. Во многих из рассматриваемых регионов наблюдается низкий уровень утилизации отходов с одновременно высокими темпами роста объемов вывоза ТКО. Это обуславливает необходимость поиска новых способов обращения с образующимися ТКО, так как в 5 из 12 рассматриваемых регионов существует недостаток мощностей по захоронению отходов, что в свою очередь служит катализатором появления несанкционированных мест захоронения отходов и необходимости осуществления дополнительных затрат на их ликвидацию. Также, существующая модель обращения с отходами, ориентированная на их захоронение, не соответствует принципам устойчивого развития и создает дополнительное негативное воздействие на окружающую среду посредством роста выбросов загрязняющих веществ, в первую очередь, в атмосферу.

2. Оценка ущерба окружающей среде в системе обращения с отходами

Эффективность проводимых мероприятий и системы обращения в целом, с точки зрения соответствия целям устойчивого развития, предлагается оценивать через систему удельных показателей ущерба, причиняемого 1-тонной отходов при обращении с ней тем или иным способом. Система удельных показателей ущерба должна включать:

- удельный ущерб, причиняемый окружающей среде при захоронении 1 тонны отходов;

- удельный ущерб, причиняемый окружающей среде при энергетической утилизации 1 тонны отходов;
- удельный предотвращенный ущерб окружающей среде при рециклинге 1 тонны отходов;
- удельный предотвращенный ущерб окружающей среде при компостировании 1 тонны отходов.

Удельный ущерб, причиняемый окружающей среде при захоронении 1 тонны отходов, складывается из ущерба причиняемого атмосферному воздуху как компоненту природной среды и в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или почвенной толще отходов производства и потребления. Можно заметить, что в предлагаемой методике отсутствует оценка ущерба при загрязнении почв или при попадании загрязняющих веществ в грунтовые воды, а в последствии в поверхностные воды.

Современные полигоны должны обеспечивать предотвращение попадания загрязняющих веществ в окружающую среду. Так, ГОСТ Р 56598–2015 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Общие требования к полигонам для захоронения отходов» указывает, что полигон для захоронения отходов должен быть расположен и спроектирован таким образом, чтобы выполнять требования, необходимые для предотвращения загрязнения почвы, подземных или поверхностных водных объектов, а также для обеспечения эффективного сбора фильтрата.¹⁷³

Безусловно, на территории России функционирует множество полигонов, не соответствующих этим требованиям. Загрязняющие вещества могут попадать в почву и грунтовые воды. Однако, проведение оценки величины ущерба при попадании загрязняющих веществ в почву или грунтовые воды затруднено. На многих полигонах отсутствует мониторинг состояния окружающей среды и количества накопленных отходов, который

¹⁷³ ГОСТ Р 56598–2015 «Ресурсосбережение. Захоронение отходов. Общие требования к полигонам для захоронения отходов»

бы позволял имея эти статистически данные провести оценку. Поэтому, в рамках данного исследования делается данное допущение.

1. Удельный ущерб окружающей среде при захоронении 1 тонны отходов

Как было сказано ранее, удельный ущерб, причиняемый окружающей среде при захоронении 1 тонны отходов, складывается из ущерба причиняемого атмосферному воздуху как компоненту природной среды и в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или почвенной толще отходов производства и потребления. Для расчета удельной величины ущерба, причиняемого атмосферному воздуху как компоненту природной среды при захоронении 1 тонны отходов в рассматриваемом регионе, следует руководствоваться следующей формулой:

$$y_{\text{атм}}^{\text{уд}} = M_{\text{з.в.атм}}^{\text{уд}} * y_{\text{усл.т}}^{\text{уд.атм.}} * K_{\text{э}} * I_{\text{инф}}, \quad (19)$$

где: $M_{\text{з.в.атм}}^{\text{уд}}$ – удельный выброс загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при размещении 1 тонны ТКО, усл.т.; $y_{\text{усл.т}}^{\text{уд.атм.}}$ – удельный ущерб атмосферному воздуху, наносимый выбросами 1 тонны отходов руб./усл. т; $K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической значимости состояния атмосферного воздуха в регионе, б.р.; $I_{\text{инф}}$ – индекс инфляции.

Удельный выброс загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при размещении 1 тонны ТКО, составляет 0,154 тонны загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу за весь период активного разложения ТКО. Данный показатель был рассчитан на основе данных об объеме биогаза (свалочного газа), выделяемого при размещении 1 м³ ТКО на полигоне – 1,5 м³ биогаза в год, что эквивалентно 6 м³ для 1 тонны отходов¹⁷⁴, данным об активной фазе разложения с максимальным выделением загрязняющих веществ – 20 лет.¹⁷⁵

¹⁷⁴ Для перевода м³ в тонны использовался калькулятор: <https://www.center-pss.ru/math/m3vtonni/musor.htm>

¹⁷⁵ Козловская, С. Б., Сапрыкин, В. И. Технология извлечения и утилизации биогаза полигонов ТБО // Экологические системы. 2010. - №11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solidwaste.ru/publ/view/203.html>

Таким образом, за весь период разложения в атмосферу поступает около 120 м³ биогаза, что вносит существенный вклад в выбросы парниковых газов, борьба с которыми является одной из основных целей устойчивого развития.

Состав такого биогаза напрямую зависит от морфологического состава ТКО, в частности содержание жироподобных, углеводородных и белковых веществ в органической части отходов, и климатических условий региона их захоронения. Однако, для оценки можно воспользоваться среднестатистическим составом биогаза, образующегося при разложении ТКО на полигонах. Его основу составляет метан, порядка 53%, диоксид углерода, около 45%, оставшаяся часть приходится на другие химические элементы, такие как сероводород, ксилол, аммиак толуол, фенол и др. Для расчета массы поступающих в атмосферу загрязняющих веществ использовались данные о плотностных характеристиках газов, входящих в состав биогаза.¹⁷⁶ Таким образом, масса поступающего в атмосферу биогаза за все время активного разложения 1 тонны ТКО составляет 154 кг или 0,154 т.

Удельный ущерб, наносимый атмосферному воздуху при захоронении 1 тонны отходов в стоимостном выражении (руб./усл. т), был определен на основе рассчитанных данных о массе тех или иных веществ, поступающих в атмосферу при разложении отходов, рассчитанный ранее, и данных о таксах для исчисления размера ущерба, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды¹⁷⁷. Удельный ущерб, в ценах 2022 года, составил 1 008,97 руб. / усл. т. С данными можно ознакомиться в Приложении 4-5.

Коэффициент экологической значимости состояния атмосферного воздуха в регионе является коэффициентом, учитывающим экологический фактор региона. В последнем Постановлении Правительства РФ от 13 сентября 2016 года № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на

¹⁷⁶ Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, ЗАО «НПП Логус», Москва, 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293852/4293852448.htm> (Дата обращения: 20.10.2022)

¹⁷⁷ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Приказ от 28 января 2021 года № 59 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды»

окружающую среду и дополнительных коэффициентах» такие коэффициенты были упразднены. Однако, они являются важной частью оценки негативного влияния на окружающую среду, учитывающими региональную экологическую обстановку. Данные коэффициенты следует брать из последнего действовавшего нормативного документа – Постановления Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления» (Приложение 4).

Индекс инфляции необходимо использовать для приведения полученной стоимостной оценки удельного ущерба к ценам рассматриваемого периода.

Для расчета удельной величины ущерба в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или почвенной толще 1 тонны отходов производства и потребления следует руководствоваться следующей расчетной формулой:

$$y_{\text{почвы}}^{\text{уд}} = y_{\text{усл.т}}^{\text{уд.почвы}} * K_{\text{э}} * K_{\text{мпс}} * I_{\text{инф}}, \quad (20)$$

где: $y_{\text{усл.т}}^{\text{уд.почвы}}$ – удельный ущерб, причиненный почвам, как объекту охраны окружающей среды, руб.; $K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической значимости состояния почвы в регионе, б.р.; $K_{\text{мпс}}$ – коэффициент мощности плодородного слоя почвы, б.р.; $I_{\text{инф}}$ – индекс инфляции.

Удельный ущерб, причиненный почвам, как объекту охраны окружающей среды определяется на основе класса опасности отходов, в соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов. При захламлении почв твердыми коммунальными отходами класс опасности принимается равным IV. Соответственно, удельный ущерб почвам от

захоронения 1 тонны отходов следует принять равным таксе для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, в результате порчи почв при их захламлении отходами IV класса опасности и равного 14,66 тыс. руб., в ценах 2022 года.¹⁷⁸

Коэффициент экологической значимости состояния почвы в регионе определяется согласно таблице (Приложение 4). Коэффициент мощности плодородного слоя почвы предлагается определять исходя из сельскохозяйственной значимости земель региона. То есть, чем выше мощность плодородного слоя почвы, тем более значимой для экономики региона она является и соответственно удельный ущерб в стоимостном выражении таким почвам должен быть выше. Значения коэффициентов мощности плодородного слоя почвы определяется согласно таблице (Приложение 4).

При расчете общего удельного ущерба окружающей среде от захоронения тонны ТКО следует использовать следующую формулу:

$$y_{\text{зах}}^{\text{уд}} = y_{\text{атм}}^{\text{уд}} + y_{\text{почвы}}^{\text{уд}}, \quad (21)$$

где: $y_{\text{зах}}^{\text{уд}}$ – удельный ущерб, причиненный окружающей среде от захоронения 1 тонны ТКО, руб.

2. Удельный ущерб окружающей среде при энергетической утилизации 1 тонны отходов

Величина удельного ущерба окружающей среде при энергетической утилизации 1 тонны отходов будет разной в зависимости от применяемой технологии. В России единственным направлением энергетической утилизации, на сегодняшний день, является сжигание ТКО с выработкой попутной тепло- и электроэнергии, что не является рациональным с точки зрения достижения целей устойчивого развития. Поэтому, расчет величины удельного ущерба проводится именно для этой технологии. Также, как и в

¹⁷⁸ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Приказ от 8 июля 2010 года № 238 (Ред. от 18.11.2021) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды»

случае с захоронением отходов, она складывается из ущерба, наносимого двум компонентам окружающей среды – атмосферному воздуху и почвам.

Расчетные формулы аналогичны расчетным формулам величины ущерба атмосферному воздуху и почвам при их захоронении. Общий удельный ущерб окружающей среде при энергетической утилизации тонны ТКО рассчитывается по следующей формуле:

$$y_{\text{ЭУ}}^{\text{уд}} = y_{\text{атм}}^{\text{уд}} + y_{\text{почвы}}^{\text{уд}}, \quad (22)$$

где: $y_{\text{ЭУ}}^{\text{уд}}$ – удельный ущерб, причиненный окружающей среде при энергетической утилизации 1 тонны ТКО, руб.

Удельный выброс загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при энергетической утилизации 1 тонны ТКО составляет 0,00374 тонны загрязняющих веществ. Данное значение было получено на основе данных, содержащихся в экспертном заключении комиссии государственной экологической экспертизы для завода по термическому обезвреживанию ТКО в Московской области. Суммарные выбросы в атмосферу для завода проектной мощностью 700 тыс. т отходов в год составляют 2618,2454 т/год.¹⁷⁹

Величина удельного ущерба, наносимого атмосферному воздуху при энергетической утилизации 1 тонны отходов в стоимостном выражении (руб./усл.т.) была рассчитана аналогично удельному ущербу, наносимому атмосферному воздуху при захоронении 1 тонны ТКО. Данные о выбросах отдельных компонентов при энергетической утилизации были взяты из вышеназванного заключения комиссии государственной экологической экспертизы для завода по термическому обезвреживанию ТКО в Московской области. Удельный ущерб, в ценах 2022 года, составил 361,83 руб./усл.т.

Величина удельного ущерба, наносимого почвам при энергетической утилизации 1 тонны отходов в стоимостном выражении (руб./усл.т.) была рассчитана аналогично удельному ущербу, наносимому почвам при захоронении 1 тонны ТКО. Однако, такса для исчисления размера ущерба,

¹⁷⁹ Официальный сайт Greenpeace [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/expert-opinions/2021/03/03/pochemu-szhiganie-othodov-jeto-ne-vyhod/> (Дата обращения: 03.08.2022)

причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды принимается равной 60,91 тыс. руб. в ценах 2022 года (такса при размещении отходов III класса опасности)¹⁸⁰. Причина заключается в том, что ТКО, как правило относящиеся к отходам IV–V классов опасности, в процессе сжигания образуют, в том числе, отходы I–III классов опасности, что повышает средний уровень опасности отходов, подлежащих захоронению.

Также, сжигание ТКО уменьшает их объемные характеристики, но, в процессе сжигания образуются вторичные отходы, так называемые «хвосты». Так при сжигании 1 тонны отходов образуется порядка 510 кг шлака, 51 кг золы, 30 кг сорбента, в состав которого входят известь и активированный уголь, и 21,4 кг вредных примесей от очистки дымовых газов. В совокупности масса вторичных отходов составляет 612,4 кг.¹⁸¹ Поэтому, полученную величину удельного ущерба почвам при энергетической утилизации 1 тонны ТКО следует помножить на коэффициент 0,6124, учитывающий снижение массы захораниваемых отходов.

3. Удельный ущерб окружающей среде при рециклинге и компостировании

Рециклинг и компостирование являются наиболее экологичными способами обращения с твердыми коммунальными отходами из всех рассматриваемых с точки зрения снижения ущерба окружающей среде и соответствия целям устойчивого развития. Безусловно, при применении данных технологий переработки отходов также выделяются загрязняющие вещества. Однако, их количество несоизмеримо с тем, если бы те же самые конечные товары, произведенные из этого вторичного сырья, были бы произведены по привычной технологии с использованием первичного сырья.

Например, при рециклинге происходит существенная экономия затрат на приобретение ресурсов, экономия в 1,5–2 раза по сравнению с первичными

¹⁸⁰ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Приказ от 8 июля 2010 года № 238 (ред. от 18.11.2021) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды»

¹⁸¹ Моргунов, Б. А., Абрамов, Н. Ф. Целесообразность развития мусоросжигания в России: Экспертный доклад // Москва: Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики". – 2021. – 60 с.

ресурсами. Помимо этого, существенно сокращается потребность в энергии для производства продукции из вторичного сырья, а следственно, и ущерб, наносимый окружающей среде при выработке энергии. Например, в результате вторичной переработки черного металлолома можно сэкономить до 75% электроэнергии, а при вторичной переработке алюминия – до 90%.¹⁸² Попутно снижается ущерб, наносимый окружающей среде, в первую очередь почвам, при добыче полезных ископаемых.

Также, сокращается потребность в водных ресурсах, необходимых для производства продукции. При производстве одной тонны бумаги из вторичного сырья требуется на 3,75 м³ воды меньше, а при производстве картона на 3,5 м³ меньше. Таким образом, снижение водопотребления на производственные нужды сокращается на 35%, по сравнению с производством бумаги и картона из первичного сырья, то есть, в окружающую среду поступает меньшее количество воды с загрязняющими веществами.¹⁸³

Тоже справедливо и для компостирования, в первую очередь, снижается количество захораниваемых отходов, а, следовательно, исключается или минимизируется поступление загрязняющих веществ в окружающую среду. При компостировании в атмосферу выбрасывается намного меньшее количество парниковых газов, нежели при их захоронении или энергетической утилизации.¹⁸⁴ Подавляющее большинство современных технологий компостирования обеспечивают высокий уровень снижения выбросов парниковых газов.¹⁸⁵

Одним из продуктов компостирования является получение компоста, органического удобрения. Полученный продукт может служить

¹⁸² Боровский, Е.А. Отходы, мусор, отбросы... // Журнал Химия. – 2001. – № 10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://him.1sept.ru/article.php?ID=200101001>

¹⁸³ Пластилина, Ю. В., Теслюк, Л. М., Дукмасова, Н. В. Реализация принципов циркулярной экономики при региональном обращении с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Российской Федерации // Инновационное развитие экономики. – 2018. – № 5(47). – С. 129-139.

¹⁸⁴ Азнагулов, Д. Р., Минигазимов, Н. С. Органические отходы в составе твердых коммунальных отходов. Проблема сбора, сортировки, переработки, обезвреживания, утилизации // Уральский экологический вестник. – 2018. – № 2. – С. 2-9.

¹⁸⁵ Соломин, И. А. Организация системы управления муниципальными органическими отходами // Природообустройство. – 2019. – № 2. – С. 60-65.

альтернативой синтетическим удобрениям. Широкое применение компостов позволит снизить производство синтетических удобрений, и, как следствие, снизит объемы загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду при их производстве и использовании. Так, например, уже сейчас признается проблема чрезмерного использования азотистых удобрений. За последние 100 лет количество антропогенных соединений азота в воде, почве и воздухе увеличилось вдвое.¹⁸⁶

Можно подытожить, что рециклинг или компостирование 1 тонны твердых коммунальных отходов позволяет:

- исключить негативное воздействие на компоненты окружающей среды при захоронении ТКО;
- снизить потребление первичных ресурсов и, как следствие, сократить ущерб, наносимый окружающей среде при их добыче;
- сократить потребление воды и энергии, необходимой для производства продукции.

Основываясь на этом, справедливым будет считать, что направление 1 тонны отходов на рециклинг или компостирование являются наиболее устойчивыми способами обращения с отходами и приводят к снижению экологического ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с отходами. Данную величину следует считать предотвращенным ущербом окружающей среде. Величина предотвращенного ущерба в стоимостной оценке при рециклинге и компостировании 1 тонны ТКО равна величине удельного ущерба, наносимого окружающей среде при захоронении 1 тонны отходов.

¹⁸⁶ UNEP Удобрения: проблемы и решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/udobreniya-problemy-i-resheniya> (Дата обращения: 04.08.2022)

4. Общая оценка экологического ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с ТКО в регионе

Удельный ущерб от процессов захоронения и сжигания формируется из суммарной величины ущерба от влияния процессов антропогенной деятельности на природные среды: атмосферный воздух, почву, а также существенное влияние вносят процессы захламления и складирования, так как оказывают помимо прямого и косвенное воздействие на окружающую природную среду региона. Наиболее устойчивыми способами обращения с отходами являются процессы рециклинга отходов и компостирования, данные способы способствуют снижению величины ущерба, образующегося в результате обращения с отходами.

Общая оценка экологического ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с ТКО в регионе, рассчитывается по следующей формуле:

$$Y_{\text{общ}} = M_{\text{отх}}^{\text{зах}} * Y_{\text{зах}}^{\text{уд}} + M_{\text{отх}}^{\text{ЭУ}} * Y_{\text{ЭУ}}^{\text{уд}} - M_{\text{отх}}^{\text{РиК}} * Y_{\text{РиК}}^{\text{пр}}, \quad (23)$$

где: $Y_{\text{общ}}$ – общая стоимостная оценка экологического ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с ТКО в регионе, руб.; $M_{\text{отх}}^{\text{зах}}$ – масса отходов направленных на захоронение, тонн; $Y_{\text{зах}}^{\text{уд}}$ – удельный ущерб окружающей среде от захоронения тонны ТКО, руб./усл.т.; $M_{\text{отх}}^{\text{ЭУ}}$ – масса отходов подвергшихся энергетической утилизации, тонн; $Y_{\text{ЭУ}}^{\text{уд}}$ – удельный ущерб окружающей среде при энергетической утилизации тонны ТКО, руб./усл.т.; $M_{\text{отх}}^{\text{РиК}}$ – масса отходов подвергшихся рециклингу и/или компостированию, тонн; $Y_{\text{РиК}}^{\text{пр}}$ – удельный предотвращенный ущерб окружающей среде при рециклинге и/или компостировании тонны ТКО, руб./усл.т.

Далее проведем апробацию предлагаемой методики на выборке регионов. Для этого рассчитаем общий ущерб, нанесенный окружающей среде при обращении с ТКО в каждом из рассматриваемых регионов в 2022 году. Для сравнения, также представим расчет для двух возможных направлений развития сферы обращения с ТКО в рассматриваемых регионах:

- общий ущерб, наносимый окружающей среде при направлении 10% от образующихся отходов на энергетическую утилизацию;
- общий ущерб, наносимый окружающей среде при направлении 10% от образующихся отходов на рециклинг и / или компостирование (табл.13).

Подробный расчет представлен в Приложении 5.

Таблица 13 – Общий ущерб, нанесенный окружающей среде при обращении с ТКО в рассматриваемых регионах в 2022 году [составлено автором]

Регион	Общая стоимостная оценка экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе в 2022 году, млн. руб.	Общая стоимостная оценка экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе в 2022 году при направлении дополнительно 10% ТКО на энергетическую утилизацию, млн. руб.	Общая стоимостная оценка экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе в 2022 году при направлении дополнительно 10% ТКО на энергетическую утилизацию, млн. руб.
Санкт-Петербург	81 321,81	93 915,02	63 757,70
Ленинградская область	25 806,23	30 099,20	19 818,71
Мурманская область	13 576,34	15 151,35	11 390,28
Архангельская область	22 988,52	26 317,21	18 390,82
Новгородская область	10 980,94	12 647,92	8 698,00
Рязанская область	51 209,67	59 656,05	39 623,77
Воронежская область	389 933,67	452 725,71	307 842,37
Краснодарский край	762 998,83	888 368,76	598 913,06
Волгоградская область	254 049,09	302 362,17	190 695,20
Оренбургская область	106 275,60	122 984,65	84 317,83
Новосибирская область	44 810,64	51 727,99	35 256,14
Сахалинская область	9 069,09	10 416,81	7 218,26

Как видно из проведенных расчетов, наибольший ущерб окружающей среде при обращении с ТКО в 2022 году был причинен Краснодарскому краю – 762 998,83 млн. руб. Причинами этого является самое большое количество

отходов, среди рассматриваемых регионов, образованных в регионе в 2022 году – 14 617,42 тыс. м³, высокая сельскохозяйственная значимость почв региона и высокие значения коэффициентов экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почв в регионе. Наименьший ущерб был причинен Сахалинской области – 9 069,09 млн. руб., что так же обусловлено вышеописанными факторами.

Стоит отметить, что в Мурманской и Архангельской областях, имеющих идентичные показатели экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почв в регионе и сельскохозяйственной значимости почв региона, но имеющие значительные различия в объеме образования ТКО, удельный ущерб, причиненный окружающей среде при обращении с 1 тонной отходов в 2022 году, существенно выше – 37,27 млн. руб. в Мурманской области, по сравнению с 32,20 млн. руб. в Архангельской. В Мурманской области в 2022 году было образовано 1 457,02 тыс. м³ ТКО, из которых 16,8% были направлены на энергетическую утилизацию, в то время как в Архангельской области весь объем отходов был захоронен – 2 855,10 тыс. м³ ТКО.

Энергетическая утилизация ТКО посредством их сжигания с выработкой попутной электро- и тепловой энергии не может считаться эффективным способом обращения с ТКО, так как наносит намного больший ущерб окружающей среде нежели даже захоронение, что не соответствует целям устойчивого развития. То же самое можно сказать, если рассматривать значение общей стоимостной оценки экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе в 2022 году при направлении дополнительно 10% ТКО на энергетическую утилизацию.

Отчетливо видно, что если бы в 2022 году 10% образованных ТКО было дополнительно направлено на энергетическую утилизацию, то общая стоимостная оценка экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе, значительно бы выросла. Например, в Санкт-Петербурге рост составил бы 15,5%, Краснодарском крае на 16,4%, а в

Сахалинской области на 14,8%, то есть, рост общего ущерба в регионах при энергетической утилизации дополнительно 10% ТКО составляет более 10%.

Обратная ситуация наблюдается при выборе стратегии утилизации ТКО посредством рециклинга и / или компостирования. Так, если бы в 2022 году 10% образованных ТКО было дополнительно направлено на рециклинг и / или компостирование, то общая стоимостная оценка экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе, бы значительно снизилась. Например, в Санкт-Петербурге снижение составило бы 21,6%, Краснодарском крае на 21,5% и Сахалинской области на 20,4%. Снижение общего ущерба в регионах при утилизации посредством рециклинга и / или компостирования дополнительно 10% ТКО составляет более 20%.

Применяемая в ходе исследования методика оценки экологических рисков на примере выборки регионов, показала, что в подавляющем большинстве регионов существуют значительные экологические риски, связанные с обращением с отходами.

Современные тенденции в управлении отходами направлены на устойчивое развитие и требуют учитывать экологический фактор и минимизировать ущерб, наносимый окружающей среде. Разработанная методика оценки ущерба при обращении с отходами позволяет выбрать наиболее оптимальную и эффективную стратегию обращения с отходами в регионах.

3.3. Разработка экономических методов стимулирования населения к внедрению принципов устойчивого развития региона

Порядок расчетов для каждого региона определяет орган исполнительной власти субъекта РФ. В рамках проведенного исследования было установлено отсутствие единой методики расчета величины платы за услугу по обращению с ТКО. На практике, наиболее часто применяемым методом расчета размера платы является первый, исходя из количества

проживающих. Некоторые регионы применяют вторую формулу для расчета размеры платы, к таким относятся города Москва и Санкт-Петербург, Ленинградская, Московская, Саратовская области и др.

Отсутствие единой методики расчета величины платы за услугу по обращению с ТКО оставляет возможность ущемления интересов отдельных субъектов сферы обращения с отходами, как правило населения. Так применение подхода к расчету размера платы исходя из площади занимаемого помещения, а не из количества проживающих, обусловило самые высокие расценки на обращение с ТКО в ряде рассмотренных выше регионов – Санкт-Петербург, Ленинградская и Московская области.¹⁸⁷ Несостоятельность такого подхода была обозначена в работе ряда российских ученых, более того, такой подход был назван дестимулирующим фактором для населения к раздельному сбору.¹⁸⁸

Наиболее правильным подходом к расчету величины тарифа является определение реального веса вывозимых отходов и расчет платы, исходя из массы вывезенных отходов. Как было определено ранее, такой подход способствует снижению объемов образования отходов у населения и стимулирует раздельный их сбор и накопление. Для определения величины платы за услугу по обращению с ТКО предлагается использовать следующую единую для всех регионов расчетную формулу:

$$P_i = \frac{n_i}{n} * M * T^{\text{отх}}, \quad (24)$$

где: n_i – количество граждан, постоянно и временно проживающих в i -ом жилом помещении, чел.; n – расчетное количество граждан, использующих место накопления ТКО, чел.; M – масса вывезенных с места накопления ТКО за расчетный период, тонн; $T^{\text{отх}}$ – цена на коммунальную услугу по обращению с ТКО руб./тонна.

¹⁸⁷ Официальный сайт РБК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/03/03/2021/603cb7cb9a79475c8729c21e> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁸⁸ Гаев, Ф. Ф., Якушина, А. М., Цховребов, Э. С. и др. Экономические и организационные аспекты раздельного сбора твердых коммунальных и крупногабаритных отходов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 1(8). – С. 96-108.

Таким образом, в плате за обращение с ТКО будет учтена масса реально вывезенных отходов. Величина ежемесячного платежа будет динамической и зависит от массы вывезенных отходов в расчетном периоде. Стоит отметить, что такой подход к расчету величины платы будет служить организационно-экономическим механизмом стимулирования населения к сокращению массы выбрасываемых ими отходов. Еще большее сокращение величины платы населения может быть достигнуто за счет организации отдельного сбора отходов населением.

Традиционно, наибольшую долю в структуре тарифа на обращение с ТКО занимает транспортная составляющая, как правило более 60%. Крупной статьей затрат являются расходы на захоронение и обработку ТКО.

На основе проведенного исследования структуры тарифа на обращение с ТКО можно заключить, что около 69% от общей суммы тарифа составляют расходы на транспортирование, 1% приходится на организацию сбора, включающего в себя содержание мест сбора отходов и закупку мусорных баков. На долю расходов, связанных с обработкой, обезвреживанием и захоронением отходов приходится 20%. Непосредственные расходы на функционирование регионального оператора составляют около 9%.

Суть предлагаемого метода экономического стимулирования населения к отдельному сбору отходов заключается в следующем: в плату за обращение с ТКО включается только вывоз несортированной части отходов. Отдельной сортировке должны подвергаться так называемые легко утилизируемые и наиболее ценные и востребованные рынком фракции – бумага, стекло, металл и пластик. Согласно принятому в территориальной схеме морфологическому составу ТКО, на данные фракции приходится 49,4% отходов по массе.

На инфографике ниже представлена структура тарифа на услугу по обращению с ТКО в различных регионах Российской Федерации (рис. 22).

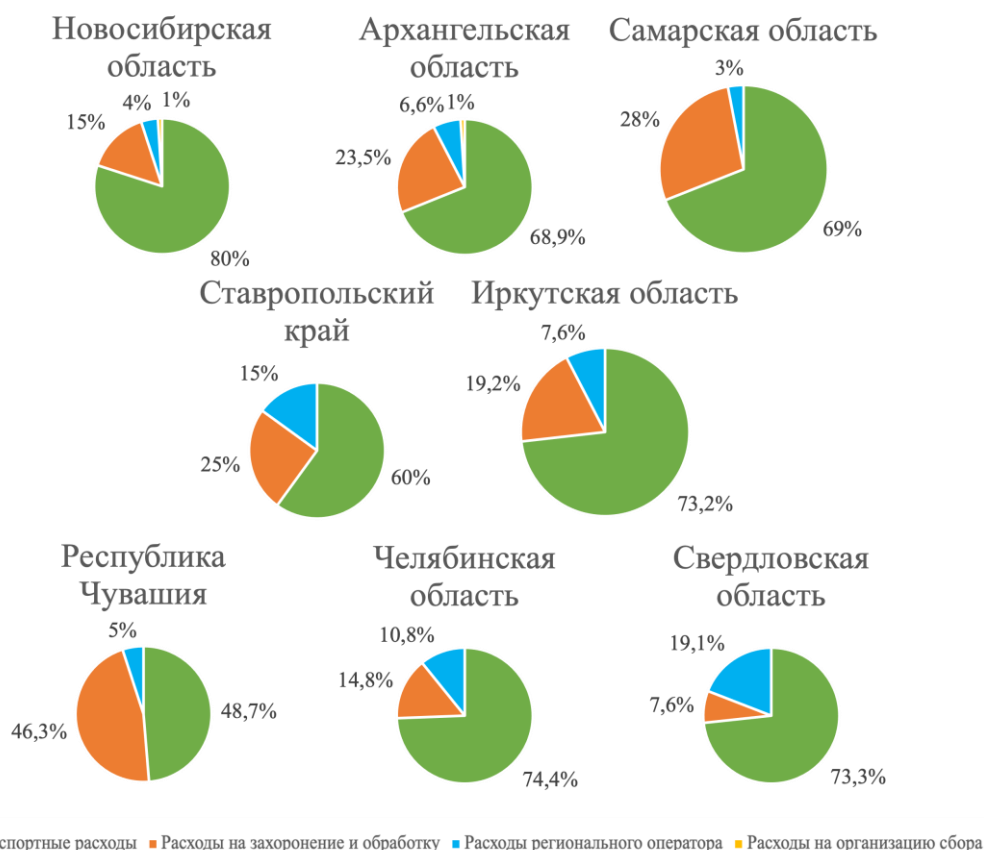


Рисунок 22 – Структура единого тарифа на услугу по обращению с ТКО в отдельных регионах^{189,190,191,192,193,194,195,196} [составлено автором]

Затраты на организацию раздельного сбора состоят из закупки контейнеров для раздельного накопления отходов. На каждую площадку должны быть закуплены контейнеры 5 видов – один для накопления несортированной части отходов, четыре для раздельного накопления бумаги, стекла, металла и пластика. Безусловно, для каждой площадки накопления

¹⁸⁹ Официальный сайт РБК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsk.rbc.ru/nsk/20/07/2020/5f150a0c9a7947e719518c36> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹⁰ Официальный сайт ИА Регнум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/2845443.html> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹¹ Официальный сайт регионального оператора Самарской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecostr.ru/faq/kuda-napravlajutsja-sredstva-sobrannye-po-kvitancijam-obrashhenie-s-tko/> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹² Официальный сайт ИА Регнум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/economy/2603358.html> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹³ Официальный сайт ИР Победа 26 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pobeda26.ru/stati/generalnaya-uborka> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹⁴ Министерство тарифного регулирования и энергетики Челябинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://admintrg.ru/news/11050-informaciya-po-tarifam-na-vyvoz-tko-ot-ministerstva-tarifnogo-regulirovaniya-i-energetiki-chelyabinskoj-oblasti.html> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹⁵ Официальный сайт ИА Город [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tkgorod.ru/news/17116/> (Дата обращения: 25.12.2021)

¹⁹⁶ Министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/527449> (Дата обращения: 25.12.2021)

нужен свой тип контейнеров определенного объема, в зависимости от количества проживающих в зоне действия площадки накопления ТКО. Для расчета величины затрат за основу был взят пластиковый контейнер объемом 360 литров¹⁹⁷ (табл. 14).

Таблица 14 – Затраты на приобретение контейнеров для отдельного накопления отходов [составлено автором]

Показатель	Значение
Количество мест накопления ТКО по данным администраций районов, предприятий, учреждений, организаций, шт.	37 406
Количество мест накопления твердых коммунальных отходов, на которых организован селективный сбор ТКО, шт.	633
Количество контейнеров, необходимое для организации отдельного сбора, шт.	5
Необходимое количество контейнеров, шт.	187 030
Стоимость одного контейнера, руб.	5 303
Общая величина затрат на закупку контейнеров, млн. руб.	991,82
Население г. Санкт-Петербург, чел. ¹⁹⁸	5 600 044
Затраты на 1 человека, руб.	177,11

Как видно из расчета, затраты в пересчете на душу населения составят 177,11 руб. Ввиду незначительности таких затрат они могут быть включены в оплату единовременно. Стоимость контейнера является ориентировочной, а при закупке таких больших объемов будет предоставлена существенная скидка. Если предположить, что расчет является неверным и требуется в два раза больше денежных средств, сумма расходов в пересчете на душу населения все ещё остается незначительной.

Помимо этого, необходимо вести информационно-просветительскую работу с населением. Для этого необходимы печатные материалы, которые бы объясняли положительные аспекты вводимой системы, потенциальную экономию на платежах, а также в какой бак отправляется тот или иной тип

¹⁹⁷ Официальный сайт Агропак [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agropak.net/catalog/konteynery-musornye-baki/konteynery-dlya-tbo/musornyy-konteyner-360l/> (Дата обращения: 06.08.2023)

¹⁹⁸ Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://petrostat.gks.ru/folder/27595> (Дата обращения: 06.08.2023)

отходов. Такие печатные материалы должны распространяться управляющими компаниями через почтовые ящики. Также, в каждой входной группе дома должен быть вывешен плакат, дублирующий информацию индивидуального печатного материала распространяемого УК. Расчет затрат представлен ниже (табл. 15).

Таблица 15 – Затраты на информационно-просветительскую деятельность [составлено автором]

Показатель	Значение
Количество квартир, шт. ¹⁹⁹	2 439 738
Число домов, шт.	23 986
Среднее количество подъездов в доме, шт.	5
Необходимое количество плакатов, шт.	119 930
Стоимость одного флаера размером А4, руб. ²⁰⁰	16,30
Стоимость одного плаката размером А3, руб.	32,24
Общая величина затрат на флаеры, млн. руб.	39,77
Общая величина затрат на плакаты, млн. руб.	3,86
Общая величина затрат на информационно-просветительскую деятельность, млн. руб.	43,63
Население г. Санкт-Петербург, чел.	5 600 044
Затраты на 1 человека, руб.	7,79

Среднее количество подъездов в доме в целях данного расчета было принято равным 5. Величина затрат на 1 жителя составит 7,79 рубля, что также может быть включено в ежемесячный платеж единоразово. Так же, как и в предыдущем расчете, исходя из большого объема заказа наверняка будет дана существенная скидка.

Для правильного учета отходов необходимо оснащение подвижного состава задействованного в вывозе ТКО оборудованием для взвешивания отходов. Мусорные контейнеры должны быть снабжены специальными RFID-метками, которые позволят идентифицировать откуда производится вывоз, фиксировать время и дату вывоза. RFID-метка активирует камеру,

¹⁹⁹ Официальный сайт общественного инициативного проекта МинЖКХ [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://dom.mingkh.ru/sankt-peterburg/> (Дата обращения: 06.08.2023)

²⁰⁰ Официальный сайт типографии Enjoy print [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://enjoyprint.ru/prints/pechat-listovok> (Дата обращения: 06.08.2023)

установленную на машине, которая делает ряд фотографий и позволяет зафиксировать факт вывоза отходов и впоследствии контролировать корректность раздельного сбора.

Такая система от компании Binman была опробована и показала положительные результаты в Санкт-Петербурге. Весь подвижной состав должен быть дооснащен такой системой идентификации контейнеров, системой видеонаблюдения и фиксации. Помимо этого, на подвижной состав необходимо установить весовое оборудование, которое будет учитывать массу вывезенных отходов. На основании этой массы и будет рассчитываться размер платы населения за вывоз ТКО.

Примерный расчет затрат на дооборудование подвижного состава транспортировщиков ТКО соответствующим оборудованием представлен ниже (табл. 16).

Таблица 16 – Затраты на дооснащение подвижного состава система видеонаблюдения, идентификации мусорных баков и весовым оборудованием [составлено автором]

Показатель	Значение
Количество подвижного состава ^{201,202,203,204} , шт.	675
Количество контейнеров, шт.	187 030
Блок идентификации контейнеров, устанавливаемый на машину ²⁰⁵ , руб.	66 000
RFID-антенна, устанавливаемая на машину, руб.	44 000
RFID-метка, устанавливаемая на бак, руб.	50
Комплект видеонаблюдения для мусоровоза ²⁰⁶ , руб.	119 000

²⁰¹ Официальный сайт АО «Автопарк №1 «Спецтранс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spest1.ru/> (Дата обращения: 06.08.2023)

²⁰² Официальный сайт ООО «Эко Лэнд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekolendspb.ru/tehnika> (Дата обращения: 06.08.2023)

²⁰³ Официальный сайт ООО «Ресурс АТЭ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://r-ate.ru/> (Дата обращения: 06.08.2023)

²⁰⁴ Официальный сайт ООО «Петро-Васт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://p-w.ru/> (Дата обращения: 06.08.2023)

²⁰⁵ Официальный сайт ООО «Бинман» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://binman.ru/identification/> (Дата обращения: 06.08.2023)

²⁰⁶ Официальный сайт ООО «Бинман» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://binman.ru/cctv/> (Дата обращения: 06.08.2023)

Весовое оборудование для мусоровоза ²⁰⁷ , руб.	110 000
Расходы на дооборудование подвижного состава, млн. руб.	228,82
Расходы на дооборудование контейнеров, млн. руб.	9,35
Всего расходы, млн. руб.	238,17
Население г. Санкт-Петербург, чел.	5 600 044
Затраты на 1 человека, руб.	42,53

Как видно из расчета, величина затрат на дооснащение подвижного состава необходимым оборудованием в пересчете на душу населения составит 42,53 руб. Суммарные затраты на организацию раздельного сбора составят 1 243,28 млн. руб. В пересчете на душу населения затраты составят 222,01 рубля. Компенсация затрат может быть включена в квитанцию единовременно.

Плата за вывоз сортированной части ТКО не взимается, так как реализация вторичного сырья является отдельным видом деятельности, приносящим прибыль. Региональный оператор может самостоятельно заниматься данным видом деятельности и извлекать прибыль. Также, деятельность по вывозу и обращению с этой частью отходов может быть отдана другим организациям, которые обязуются осуществлять с заранее установленной периодичностью вывоз той или иной части сортированных ТКО.

Если такая деятельность передается сторонней организации, то она должна выполняться ею на безвозмездной основе. Невыполнение организацией осуществляющей вывоз сортированной части ТКО взятых на себя обязательств, например по периодичности вывоза, должно облагаться штрафом.

В конце расчетного периода формируется квитанция на оплату услуги по обращению с ТКО. Квитанция доступна в электронном виде в мобильном

²⁰⁷ Официальный сайт Autodoping [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autodoping.ru/izmeritelnye-pribory/avtomobilnye-vesy/bortovye-vesy/bortovye-vesy-dlya-musorovoza/bortovye-vesy-dlya-musorovoza-ardu-m-73000-r-a04740-ardu-bor> (Дата обращения: 06.08.2023)

приложении и направляется абоненту в печатном виде. В квитанции отображается информация о массе вывезенных за расчетный период отходов и отображается расчет величины платежа для конкретного абонента по формуле 9. В случае, если было выявлено нарушение абонентом правил сортировки отходов, на него налагается штраф за неправильную сортировку.

Величина штрафа должна определяться отдельным нормативно-правовым актом и учитывать фактически понесенные всеми участниками процесса обращения с ТКО расходами. К таким расходам должны относиться: стоимость испорченного вторичного сырья; расходы на его транспортировку; расходы на обработку, обезвреживание и захоронение; расходы участников процесса на поиск нарушителя. Более подробно система контроля за раздельным сбором отходов и величиной платы за обращение с ТКО описаны в пункте 3.1.

Следующим этапом необходимо провести расчет, который бы показывал, как предлагаемая методика расчета величины платы за услугу по обращению с ТКО и введение раздельного сбора отходов повлияет на величину платежей населением. Также необходимо оценить снижение расходов региональных операторов в связи с введением раздельного сбора ТКО, оценить выпадающие доходы региональных операторов и могут ли они быть компенсированы за счет реализации вторичного сырья, образующегося в результате внедрения раздельного сбора отходов.

Для многих регионов отсутствуют достоверные данные о морфологическом составе ТКО. Для целей расчета были приняты усредненные данные о морфологическом составе отходов в России, рассчитанные на основе данных по различным регионам (табл. 17).²⁰⁸ В расчете рассмотрены только ценные фракции, предлагаемые к раздельному сбору.

²⁰⁸ Зайцев, В. А., Сотнезов, А. В. Экспериментальное определение состава и свойств твердых коммунальных отходов - ключевой этап при разработке программных мероприятий в области управления коммунальными отходами // *Успехи в химии и химической технологии*. – 2015. – Т. 29. – № 9(168). – С. 21-23.

Таблица 17 – Морфологический состав ТКО в отдельных регионах России в % по массе [составлено автором]

Компонент ТКО	Доля в составе, %				
	Санкт-Петербург	Москва	Краснодар	Омск	Среднее значение
Бумага и картон	21,5	31,9	26,1	20,8	25,1
Металлы	4,6	2,8	2,2	7,4	4,2
Стекло	8,9	0,6	2,7	8,9	5,3
Пластмассы	14,4	4,4	3,5	4,2	6,6
Общая доля вторичного сырья в составе ТКО	49,4	39,7	34,5	41,3	41,2

На основе проведенного анализа и расчета, можно заключить, что в среднем ТКО на 41,2% состоят из наиболее легко утилизируемых и ценных вторичных ресурсов. В том числе на 25,1% из бумаги и картона, 6,6% - пластмасс, 5,3% - стекла, 4,2% - металлов. Таким образом, в целях расчета, доля несортированной части была принята равной 58,8%.

Апробируем предлагаемый метод расчета величины платы за услугу по обращению с твердыми коммунальными отходами в рассматриваемых регионах.

Масса ТКО, включаемых в ежемесячную плату за услугу по обращению с ТКО для населения, так называемая не сортированная часть ТКО, рассчитана как произведение количества образующихся отходов в год на коэффициент 0,588, равный доле несортированной части ТКО, рассчитанной ранее. Масса образующихся ТКО приведена на 2022 год.

Для части регионов отсутствуют данные о величине тарифа на услугу по обращению с ТКО, рассчитываемую как плата в рублях за тонну. Для таких регионов расчет тарифа на вывоз ТКО в тоннах проводился, исходя из коэффициента перевода, равного количеству кубических метров приходящихся на 1 тонну ТКО. Коэффициент перевода рассчитан путем сопоставления норматива накопления ТКО в м³ и в кг. Для регионов, где отсутствует норматив накопления ТКО населением по массе, коэффициент рассчитан путем сопоставления утвержденных территориальной схемой по обращению с отходами данных о массе и объеме образующихся ТКО на

территории региона или сопоставлением массы и объема ТКО, утвержденных производственной программой регионального оператора.

Если в регионе установлены различные тарифы для разных зон деятельности регионального оператора или для различных региональных операторов, то для целей данного расчета были взяты средние значения. То же самое касается годовых нормативов накопления ТКО.

Стоит отметить, что лишь в 2 из 12 рассматриваемых регионов норматив накопления принят как годовая норма накопления отходов на м². В подавляющем большинстве регионов норматив принят из расчета образования отходов на человека. Наблюдается большой разброс значений норматива накопления ТКО, наименьшее значение зафиксировано в Мурманской области – 1,8 м³/чел, наибольшее – в Сахалинской области – 3,33 м³/чел. Аналогично по величине тарифа на вывоз кубического метра ТКО, наименьший тариф в 2022 году был в Сахалинской области – 283,07 руб./м³, наибольший – в Санкт-Петербурге – 969,7 руб./м³.

В исследовании выполнен расчет суммарной величины платежей населения за услугу по обращению с ТКО на основании принятой в регионе методики расчета, исходя из норматива образования на м² или на человека. Также были произведены расчеты суммарной величины платежей исходя из предлагаемой методики расчета, основанной на массе вывезенных отходов, для двух вариантов – без отдельного сбора и с отдельным сбором (Приложение 6).

Проведенный расчет показал, что после внедрения предлагаемой системы расчета величины платы за услугу по обращению с ТКО исходя из массы вывезенных отходов, в половине регионов произойдет снижение величины платежа для населения. В 5 из 12 рассмотренных регионов величина платы увеличится. Однако, не весь объем ТКО образуется у населения. Если пересчитать суммарные платежи населения исходя из массы с учетом отходов только населения, то суммарная величина платы снизится.

После внедрения отдельного сбора отходов населением произойдет существенное уменьшение величины платы во всех рассматриваемых регионах. Так, например, уменьшение платы населением на территории Санкт-Петербурга составит 44%, в Волгоградской области – 56%, в Оренбургской области уменьшение составит 52%, Архангельской области – 11%. Можно утверждать, что предлагаемая схема организации отдельного сбора отходов и методика расчета величины платежа позволит существенно уменьшить величину платежа за услугу по обращению с отходами для населения.

Выпадающие доходы региональных операторов могут быть восполнены реализацией вторичного сырья, образующегося вследствие отдельного сбора ТКО (Приложение 6). Как было определено ранее, в среднем ТКО на 41,2% состоят из наиболее легко утилизируемых и ценных вторичных ресурсов. В том числе на 25,1% из бумаги и картона, 6,6% – пластмасс, 5,3% – стекла, 4,2% – металлов. Доля непригодных к переработке вторичных ресурсов равна 10%. Следующим этапом было рассчитано уменьшение расходов региональных операторов за счет организации отдельного сбора (Приложение 6). Уменьшение произойдет в части транспортных расходов и расходов на обработку, обезвреживание и захоронение ТКО. Как было определено ранее, в структуре тарифа на обращение с ТКО, в среднем, расходы на сбор и транспортировку ТКО составляют 67,74%, а на обработку, обезвреживание и захоронение – 19,9%.

Расчет уменьшения расходов за счет организации отдельного сбора проводился исходя из суммы суммарных платежей региональным операторам за оказанную услугу, рассчитанным ранее. Величина уменьшения расходов на транспортировку, обработку, обезвреживание и захоронение ТКО равно 41,2%. Такую долю в структуре образующихся ТКО занимают вторичные сырье и материалы, предлагаемые к отдельному сбору.

Необходимо сопоставить текущую величину платежей за услугу по обращению с ТКО, величину платежей после внедрения предлагаемых мероприятий, рассчитанную экономию на расходах по транспортированию,

обработке, обезвреживанию и захоронению ТКО, а также потенциальную выручку от реализации вторичного сырья полученного при раздельном сборе ТКО (табл. 18). Сопоставление полученных данных позволит определить, смогут ли региональные операторы компенсировать выпадающие доходы, связанные с внедрением раздельного сбора ТКО и применением предлагаемой методики расчета величины платы за услугу по обращению с ТКО.

Апробация предлагаемой методики расчета величина платы за услугу по обращению с отходами, а также внедрения раздельного сбора ТКО показала:

- в части регионов, выпадающие доходы могут быть компенсированы непосредственным снижением расходов регионального оператора на транспортировку, обработку, обезвреживание и захоронение ТКО. К таким регионам можно отнести Мурманскую, Архангельскую, Воронежскую и Сахалинскую области;

- во всех рассмотренных регионах, выпадающие доходы могут быть полностью компенсированы реализацией вторичного сырья;

- во всех рассматриваемых регионах потенциальный доход от реализации вторичных ресурсов из состава ТКО превышает доход от оказания услуги региональными операторами по обращению с отходами.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что введение раздельного сбора ТКО может являться отдельным видом бизнеса и источником дополнительных доходов для региональных операторов. Предлагаемое мероприятие позволит в короткий срок достичь значимых результатов, которые будут включать в себя:

- использование единой, прозрачной и понятной населению методики расчета величины платежа за услугу по обращению с ТКО на всей территории РФ;

- достижение высоких значений целевого показателя национального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» по доле направленных на утилизацию отходов;

- сокращение величины платежа за услугу по обращению с ТКО для населения;
- сокращение нагрузки на экосистемы за счет снижения количества размещаемых на полигонах отходов;
- вовлечение в экономический оборот наиболее ценных, востребованных рынком и легко утилизируемых видов вторичного сырья.

Помимо этого, предлагаемая методика расчета величины платежа за услугу по обращению с ТКО, и экономический механизм стимулирования населения раздельного сбора отходов будут способствовать контролю за сбором отходов. На сегодняшний день ни один из субъектов сферы обращения с отходами не заинтересован в контроле за тем, какие и чьи отходы попадают в контейнер для накопления ТКО. Это способствует несанкционированному размещению отходов близлежащими мелкими предприятиями. Когда величина платежа будет напрямую зависеть от количества вывозимых отходов, население будет само заинтересовано в контроле за тем, кто и что выбрасывает в их контейнеры.

Следующим этапом развития системы раздельного сбора ТКО будет являться внедрение более глубокой сортировки ТКО. Например, раздельно собирать картонные и бумажные отходы. Также, целесообразным видится раздельный сбор органических отходов. Чистые органические отходы могут служить источником высококачественного компоста, используемого в сельском хозяйстве. Его можно перерабатывать в биотопливо или в добавки к кормам, используемым в птицеводстве. Однако, на данный момент, отсутствует необходимая инфраструктура для переработки органической части отходов.

Таблица 18 – Компенсация выпадающих доходов региональных операторов, связанная с внедрением отдельного сбора ТКО и предлагаемой методики расчета величины платы для населения исходя из массы вывезенных отходов

[составлено автором]

Регион	Суммарные платежи по текущей методике расчета, млн руб.	Суммарные платежи исходя из массы при отдельном сборе, млн руб.	Выпадающие доходы региональных операторов за счет внедрения мероприятий, млн руб.	Снижение расходов за счет внедрения отдельного сбора и новой методики расчета, млн руб.	Потенциальная выручка от реализации вторичного сырья полученного при отдельном сборе ТКО, млн руб.
Санкт-Петербург	10 858,94	6 052,56	-4 806,38	3 920,91	13 837,66
Ленинградская область	3 795,18	2 203,24	-1 591,94	1 370,35	4 200,32
Мурманская область	1 122,48	821,40	-301,08	405,30	1 370,86
Архангельская область	713,79	633,59	-80,20	257,73	1 586,56
Новгородская область	423,59	202,41	-221,18	152,95	1 012,89
Рязанская область	1 300,98	776,74	-524,24	469,75	1 934,69
Воронежская область	2 872,21	1 889,93	-982,28	1 037,09	5 676,60
Краснодарский край	9 960,77	5 382,63	-4 578,14	3 596,60	10 700,64
Волгоградская область	2 804,11	1 233,20	-1 570,91	1 012,50	3 460,12
Оренбургская область	1 795,95	866,75	-929,20	648,48	3 157,97
Новосибирская область	3 001,37	1 347,09	-1 654,29	1 083,73	4 793,92
Сахалинская область	436,69	293,62	-143,08	157,68	1 302,79

Обобщающие выводы по третьей главе диссертационного исследования:

1. Предложенная автором автоматизированная система сбора данных в сфере обращения с ТКО позволит создать единую общероссийскую базу данных об объеме образования ТКО, количестве извлеченных из ТКО различных видов вторичных сырья и материалов, направленных на утилизацию и об остатке не пригодном для вторичной переработки в разрезе регионов и на национальном уровне. Это будет способствовать формированию открытой базы данных в сфере управления отходами на территории России в соответствии с принципами устойчивого развития.

2. Выполненная автором на выборке регионов апробация двух методик – методики оценки экологических рисков и методики оценки ущерба окружающей среде при обращении с отходами – свидетельствует о возможности использования разработанного методического аппарата в качестве методического обеспечения деятельности по управлению отходами и формирования региональных программ экологизации сферы обращения с отходами.

3. Разработанные автором методики могут использоваться в целях сравнительного анализа экологической эффективности сферы обращения с отходами как различных регионов, так и отдельных экологических мероприятий, реализуемых ими, что позволяет выявить лучшие практики и оценить возможность их распространения на другие регионы с точки зрения снижения экологических рисков и ущерба, наносимого окружающей природной среде.

4. Выполненная автором на выборке регионов апробация методики расчета величины платы за вывоз ТКО населением, направленной на сокращение объемов образования отходов и стимулирование раздельного сбора позволяет заключить, что предлагаемая методика способствует снижению массы образуемых у населения отходов и позволяет стимулировать население к раздельному сбору, так как это позволит значительно снизить платежи населения за обращение с ТКО. Реализация вторичных материальных

ресурсов из состава ТКО может рассматриваться как отдельный источник доходов региональных операторов, сопоставимый с доходами от основной деятельности.

5. Разработанный автором методологический аппарат может быть использован для обоснования предложений по внедрению мероприятий в сфере обращения с отходами на региональном уровне, как механизм стимулирования всех субъектов сферы обращения с ТКО к снижению объемов образования отходов и внедрению их раздельного сбора и накопления, а также для оценки экологической эффективности таких мероприятий с точки зрения снижения экологических рисков и ущерба окружающей среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного диссертационного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Сфере обращения с твердыми коммунальными отходами присущи определенные особенности ее функционирования, что определяет ее как самостоятельный объект научного исследования в области экономики природопользования. Основной такой особенностью являются различия в подходах к обращению с образующимися у населения отходами, позволяющие снизить негативное влияние на окружающую среду.

2. Одним из способов обращения с отходами, оказывающим наиболее существенное негативное воздействие на окружающую среду, является их захоронение. Это обусловлено необходимостью выведения из хозяйственного оборота значительных площадей земель, их загрязнением, а также выделением значительного количества парниковых газов в процессе разложения отходов.

В России под полигоны отведена значительная площадь земель, а ежегодная эмиссия парниковых газов составляет 1,1 млн т. Поэтому существующую систему обращения с отходами в России нельзя охарактеризовать как эффективную и соответствующую принципам устойчивого развития. Это обуславливает необходимость изменения в подходах к обращению с отходами, основанным на принципах устойчивого развития. Они должны быть ориентированы на минимизацию захоронения отходов, извлечение вторичных материальных ресурсов из состава ТКО для их последующего вовлечения в экономический оборот.

3. Создание и внедрение принципов экономики замкнутого цикла является основной целью устойчивого развития с точки зрения обращения с отходами. Его суть заключается в повторном использовании ресурсов из состава отходов, вместо их захоронения. Внедрение принципов экономики замкнутого цикла будет способствовать не только рационализации использования имеющихся ресурсов и повышению их доступности для

производителей, и как следствие снижению издержек, но и позволит существенно снизить ущерб, наносимый окружающей среде.

4. Проведенное исследование показало, что применяемые в России технологии отбора вторичных материальных ресурсов из состава ТКО малоэффективны. Не более 15% образующихся отходов являются пригодными для дальнейшей переработки, что является следствием их совместного сбора и накопления. В то время как образующиеся у населения отходы обладают высоким ресурсным потенциалом, около 50 % могут быть вовлечены в хозяйственный оборот в качестве вторичных материальных ресурсов. Из состава ТКО могут быть выделены такие наиболее ценные и востребованные фракции как бумага и картон, стекло, пластик, металлы. Определенный интерес для вторичной переработки представляет органическая часть отходов. Одной из основных проблем российской системы обращения с отходами является недостаток предприятий занятых в утилизации отходов. Данная проблема обуславливает невозможность реализации всего ресурсного потенциала образующихся отходов.

5. Диссертационное исследование позволило выделить ряд проблем сферы обращения с ТКО, препятствующих ее дальнейшему развитию в соответствии с принципами устойчивого развития. К ним можно отнести отсутствие национальной и региональной политики по развитию принципов утилизации отходов, единой системы учета количественных характеристик ТКО, что затрудняет проведение оценки эффективности и планирования, недостаток внимания оценке экологических рисков и ущерба на региональном уровне, отсутствие механизмов стимулирования населения к отдельному сбору отходов. Выявлена потребность в разработке методов экономического стимулирования субъектов сферы обращения с отходами, способствующими внедрению отдельного сбора ТКО и утилизации вторичных материальных ресурсов из их состава.

6. В ходе исследования выявлено отсутствие централизованной системы отдельного сбора и накопления ТКО на региональном уровне. Для

российских регионов характерен низкий охват населения раздельным сбором отходов с предпочтительным сбором только одной полезной фракции из состава ТКО – пластика, что не соответствует целям и задачам устойчивого регионального развития.

7. Проведенное исследование позволило выявить различия в подходах к организации сферы обращения с отходами на региональном уровне. Однако, в большинстве из рассмотренных регионов планами развития отрасли предполагается продолжение смешанного накопления отходов и их дальнейшую обработку на мусороперерабатывающих заводах. Доказана низкая эффективность такого подхода, препятствующего вовлечению отходов в экономический оборот в качестве вторичных материальных ресурсов. Данный подход не соответствует принципам экономики замкнутого цикла.

8. Одним из ключевых факторов развития сферы обращения с отходами, основанной на принципах устойчивого развития, является снижение объемов захоронения и повышение уровня вторичной переработки и создание мощностей по утилизации отходов. Региональные планы развития отрасли не предполагают развития данного направления, а на текущий момент наблюдается дефицит мощностей для утилизации отходов.

9. Анализ зарубежного опыта организации системы обращения с отходами показал дифференцированный подход стран исходя из их экологических, климатических, экономических, географических и социальных особенностей. Внедрение передовых практик обращения с отходами, основанных на принципах устойчивого развития, позволил значительно улучшить систему управления отходами и снизить количество захораниваемых отходов в рассмотренных странах.

10. Проведенный анализ показал, что основными причинами изменения подходов к обращению с отходами явились растущие экологические проблемы. Это обуславливает необходимость внедрения инструментов оценки существующих экологических рисков и ущерба, наносимого окружающей среде. Такие инструменты должны выполнять стимулирующую функцию по

внедрению новых подходов к обращению с ТКО, соответствующих принципам устойчивого развития.

11. Зарубежный опыт показывает, что страны ограничены в выборе инструментов стимулирования населения к снижению объемов образования отходов и их разделению сбору и накоплению. Основу таких инструментов составляют методы экономического стимулирования населения. Методом, получившим наибольшее распространение, является внедрение дифференцированного тарифа на вывоз ТКО, исходя из объемов образования и глубины сортировки.

12. Выявлено, что функционирующая на региональном уровне управления система учета ТКО обладает рядом недостатков, не позволяющих своевременно получать достоверные данные о состоянии объекта управления. Как следствие, субъектами сферы обращения с отходами могут приниматься неверные решения. Это обуславливает необходимость разработки качественно новой системы учета ТКО на региональном и национальном уровнях. Задачами такой системы является обеспечение участников процесса обращения с отходами источником реальных, независимо собранных, статистических данных, необходимым им для принятия управленческих решений.

13. По результатам проведенного диссертационного исследования, автором была предложена автоматизированная система сбора данных в сфере обращения с ТКО. Основная ее цель – создание единой, открытой, общероссийской базы данных о количественных характеристиках сферы обращения с отходами, базирующейся на принципах устойчивого развития.

14. Апробация разработанных автором методик оценки экологических рисков и оценки ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с отходами на выборке регионов, показала возможность ее применения в качестве методического обеспечения деятельности по управлению отходами и формирования региональных программ экологизации сферы обращения с отходами.

15. Разработанные автором методики делают возможным проведение не только межрегионального сравнительного анализа экологической эффективности сферы обращения с отходами, но и отдельных мероприятий, реализуемых в регионах. Предлагаемые методики способствуют выявлению наилучших практик организации системы обращения с отходами и позволяет оценить возможность их внедрения на другие регионы с точки зрения эффекта от снижения экологических рисков и ущерба, наносимого окружающей среде.

16. Автором была предложена и апробирована на выборке регионов методика стимулирования населения к сокращению объемов образования отходов и отдельного сбора, основанная на расчете величины платы за вывоз ТКО населением, исходя из их веса. Апробация показала эффективность предлагаемой методики, так как сокращение количества отходов, образуемых населением и их отдельный сбор позволят существенно снизить их расходы на обращение с ТКО. Доказано, что вторичные материальные ресурсы из состава ТКО могут рассматриваться региональными операторами как отдельный источник дохода, сопоставимый по размеру с доходами по основному виду деятельности.

17. Предлагаемый автором методический аппарат может быть использован для оценки эффективности и обоснования предложений по внедрению мероприятий в сфере обращения с отходами, с точки зрения снижения экологических рисков и ущерба, наносимого окружающей среде. Исследовательские разработки могут выступать механизмом стимулирования отдельных субъектов сферы обращения с ТКО к экологизации отрасли посредством внедрения отдельного сбора и накопления отходов и снижения объемов их образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления»
2. Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О лицензировании отдельных видов деятельности»
3. Федеральный закон от 02.04.1999 № 96-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об охране атмосферного воздуха»
4. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
5. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об охране окружающей среды»
6. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 (ред. от 02.07.2021) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
7. Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 (ред. от 18.03.2021) «Об обращении с твердыми коммунальными отходами»
8. Постановление Правительства РФ от 22.09.2018 № 1103 «О разработке, общественном обсуждении, утверждении, корректировке территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления, в том числе с твердыми коммунальными отходами, а также о требованиях к составу и содержанию таких схем»
9. Постановление Правительства РФ от 03.06.2016 № 505 (ред. от 15.09.2018) «Об утверждении Правил коммерческого учета объема и (или) массы твердых коммунальных отходов»
10. Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 № 269 (ред. от 15.09.2018) «Об определении нормативов накопления твердых коммунальных отходов»
11. Постановление Правительства РФ от 30.05.2016 г. № 484 (ред. от 06.12.2021) «О ценообразовании в области обращения с твердыми коммунальными отходами»

12. Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления»

13. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Приказ от 28 января 2021 года № 59 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды»

14. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Приказ от 8 июля 2010 года № 238 (ред. от 18.11.2021) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды»

15. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 29.03.2021) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов»

16. Приказ Росстата от 09.10.2020 № 627 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения»

17. Приказ Росстата от 15.07.2020 № 383 (ред. от 30.07.2021) «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за строительством, инвестициями в нефинансовые активы и жилищно-коммунальным хозяйством»

18. Приказ Минстроя России от 28.07.2016 № 524/пр «Об утверждении Методических рекомендаций по вопросам, связанным с определением нормативов накопления твердых коммунальных отходов»

19. Приказ ФАС России от 21.11.2016 г. № 1638/16 (ред. от 14.09.2020) «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в области обращения с твердыми коммунальными отходами»
20. Постановление Госстандарта России от 28.12.2001 № 607-ст «ГОСТ 30772–2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»
21. ГОСТ Р 56598–2015 «Ресурсосбережение. Захоронение отходов. Общие требования к полигонам для захоронения отходов»
22. Письмо Росприроднадзора от 06.12.2017 № АА-10-04-36/26733 «О направлении информации».
23. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова. – 2020. – 866 с.
24. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2020 году // Под редакцией Д. С. Беляева, И. А. Серебрицкого. – Ижевск.: ООО «ПРИНТ». – 2021. – 252 с.
25. Азнагулов, Д. Р., Минигазимов, Н. С. Органические отходы в составе твердых коммунальных отходов. Проблема сбора, сортировки, переработки, обезвреживания, утилизации // Уральский экологический вестник. – 2018. – № 2. – С. 2–9.
26. Алексеев, А. А., Карлик, А. Е., Махатадзе, Л. П. Развитие региональной системы управления отходами: опыт проекта SE500 // Экономика и управление. – 2013. – № 4 (90). – С. 12–18.
27. Альгин, А. П. Риск в предпринимательстве. СПб. – 1992. – 95 с.
28. Андреева, М. А. Эволюция подходов к определению риска // Актуальные вопросы современной науки и образования: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Пенза, 05 февраля 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.). – 2022. – С. 14–16.

29. Арустамов, Э. А., Гильденскиольд, С. Р. Анализ состояния обращения с отходами в Подмосковье в год экологии России // Отходы и ресурсы. – 2017. – Т. 4. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resources.today/01RRO217.html>
30. Айрапетова, А. Г., Грега В. М. Устойчивое развитие хозяйственных систем при формировании механизмов природопользования // Современные аспекты экономики. – 2018. – № 11(255). – С. 29–36.
31. Боркова, Е. А., Горельчаник, П. И., Горельчаник, Л. И. Проблема утилизации отходов в системе устойчивого развития РФ // Экономические отношения. – 2019. – Т. 9. – № 2. – С. 1167–1178.
32. Боровский, Е. А. Отходы, мусор, отбросы... // Журнал Химия. – 2001. – № 10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://him.1sept.ru/article.php?ID=200101001>
33. Боровский, М. Я. Свалочный газ: эколого-геофизические аспекты // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2014. – № 1–2(61–62). – С. 9–12.
34. Бригхэм, Ю., Гапенски, Л. Финансовый менеджмент. СПб.: Экономическая школа. – 1998. – 497 с.
35. Васильчиков, А. В., Чечина О. С. Концепция циркулярной экономики: история и современное состояние // Управление и экономика: исследования и разработки / Пензенский государственный аграрный университет. – Пенза: 2021. – С. 172–189.
36. Венцюлис, Л. С., Пименов, А. Н., Никанорова А. А. Направления совершенствования систем обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Санкт-Петербурге // Региональная экология. – 2018. – № 2(52). – С. 95–102.
37. Гаев, Ф. Ф., Якушина, А. М., Цховребов, Э. С. и др. Экономические и организационные аспекты раздельного сбора твердых коммунальных и крупногабаритных отходов, Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 1(8). – С. 96–108.

38. Доронкина, И. Г., Борисова, О. Н. Эволюция технологических подходов при решении проблемы твердых бытовых отходов // Сервис в России и за рубежом. – 2015. – Т. 9. – № 4(60). – С. 102–111.
39. Зайцев, В. А., Сотнезов, А. В. Экспериментальное определение состава и свойств твердых коммунальных отходов - ключевой этап при разработке программных мероприятий в области управления коммунальными отходами, Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т. 29. – № 9(168). – С. 21–23.
40. Золотко, Т. А. Роль цифровизации в развитии системы обращения с твердыми коммунальными отходами на территории Волгоградской области // Научный вестник Волгоградского филиала РАНХиГС. Серия: Политология и социология. – 2019. – № 2. – С. 28–31.
41. Иванова, Н. И., Левченко, Л. В. «Зеленая» экономика: сущность, принципы и перспективы // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2017. – № 2(58). – С. 19–28.
42. Карманов, М. В., Кузнецов, В. И. О роли статистики в управлении // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2015. – № 1. – С. 155–161.
43. Козловская, С. Б., Сапрыкин, В. И. Технология извлечения и утилизации биогаза полигонов ТБО // Экологические системы. 2010. - №11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solidwaste.ru/publ/view/203.html>
44. Колдобская, Н. А. Проблемы переработки мусора в крупных столичных городах на постсоветском пространстве // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика: сборник научных статей, Смоленск, 14–16 октября 2016 года. – Смоленск: Универсум, 2016. – С. 454–462.

45. Колесников, Р. В. Анализ подходов к управлению твердыми коммунальными отходами на региональном уровне // Управленческий учет. – 2021. – № 10–3. – С. 676–681.

46. Колесников, Р. В. Формирование системы индикаторов для социально-эколого-экономической оценки региональной системы обращения с твердыми коммунальными отходами // Петербургский экономический журнал. – 2021. – № 4. – С. 103–115.

47. Колесников, Р. В., Фрейдкина, Е. М. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов: к вопросу об эффективности сжигания отходов для выработки энергии в России // Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения: Материалы III Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов ЦБП, Санкт-Петербург, 08 ноября 2021 года / Ред. О. В. Фёдорова, А. Г. Кузнецов. Том I. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. – С. 61–66.

48. Колесников, Р. В. Совершенствования статистического обеспечения деятельности по управлению твердыми коммунальными отходами с использованием процессов цифровизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2021. – № 4. – С. 131–141.

49. Колесников, Р. В. Оценка экологических рисков при обращении с твердыми коммунальными отходами // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 11(148). – С. 1266–1270.

50. Колесников, Р. В., Трейман, М. Г. Эколого-экономическая оценка ущерба, наносимого регионам при обращении с твердыми коммунальными отходами // Проблемы современной экономики. – 2023. – № 1(85). – С. 149–153.

51. Колесников, Р.В., Бескровная, В. А., Назарова, А. Н. Процессный подход к управлению отходами в России // E3S Web Conf. – 2021. – volume 295

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/71>

52. Колесников, Р. В. Анализ системы сбора твердых коммунальных отходов Санкт-Петербурга и пути ее совершенствования // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: Сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции, 13–14 октября 2021 года. Том 1. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2021. – С. 230–234.

53. Колесников, Р. В. Ресурсный потенциал твердых коммунальных отходов, образующихся в Санкт-Петербурге // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: материалы Всероссийской методической и научно-практической конференции им. д.э.н., проф. Т. Р. Терёшкиной, 25 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2021. – С. 23–27.

54. Колесников, Р. В. Анализ направлений переработки вторичных ресурсов, извлекаемых из твердых коммунальных отходов // Научные дискуссии в эпоху глобализации и цифровизации: отечественный и зарубежный опыт: Материалы XXXVII Всероссийской научно-практической конференции, 06 октября 2021 года. – Ростов-на-Дону: ООО «Издательство ВВМ», 2021. – С. 142–145.

55. Колесников, Р. В. Технологии утилизации органических отходов и перспективы их применения в России // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: материалы Всероссийской методической и научно-практической конференции им. д.э.н., проф. Т. Р. Терёшкиной, Санкт-Петербург, 24 ноября 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. – С. 26–30.

56. Колесников, Р. В. Шведский опыт создания эффективной системы обращения с твердыми коммунальными отходами // Экономические и

управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: материалы Всероссийской методической и научно-практической конференции им. д.э.н., проф. Т. Р. Терёшкиной, Санкт-Петербург, 24 ноября 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. – С. 30–35.

57. Колесников, Р. В. Пищевые отходы - оценка объема образования в России, особенности и перспективы утилизации // WORLD OF SCIENCE: сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 января 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение, 2023. – С. 152–155.

58. Колесников, Р. В. Повышение устойчивости региональных систем обращения с отходами на основе ESG-принципов // Трансформация экономических процессов в условиях больших вызовов: сборник статей Международной научно-практической конференции, Казань, 10 марта 2023 года. – Казань: Отечество, 2023. – С. 44–48.

59. Куроптев, Н. Б. Управление рисками на предприятиях целлюлозно-бумажной отрасли Северо-западного региона: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Куроптев Никита Борисович. – СПб. – 2005. – 125 с.

60. Лихачева, О. И., Советов, П. М. Методологические аспекты управления сферой обращения с твердыми бытовыми отходами // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10. – № 4. – С. 111–127.

61. Любинская, Т. В. Снижение эмиссии биогаза ТБО как важнейший элемент сокращения "парникового" эффекта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 1. – С. 76–81.

62. Марьев, В. А., Гаев, Ф. Ф., Шканов, С. И. и др. Инновационная система организации, учета обращения с твердыми коммунальными и

крупногабаритными отходами, экономического стимулирования их раздельного сбора и обработки // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14. – № 1(124). – С. 46–59.

63. Массеров, Д. А., Кустов, М. В. Мировые достижения валоризации органических отходов для экологически устойчивого развития территорий // Отходы и ресурсы. – 2021. – Т. 8. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resources.today/06ECOR221.html>

64. Мерзлякова, Е. А., Колмыкова, Т. С. Циркулярное воспроизводство и экологические инновации в обеспечении устойчивого роста региональной экономики // Регион: системы, экономика, управление. – 2019. – № 3(46). – С. 104–111.

65. Моргунов, Б. А., Абрамов, Н. Ф. Целесообразность развития мусоросжигания в России: Экспертный доклад // Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – 2021. – 60 с.

66. Мочалова, Л. А., Гриненко, Д. А., Юрак, В. В. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – № 3(47). – С. 97–101.

67. Ножевникова, А. Н. Мусорные залежи — «метановые бомбы» планеты // Природа. – 1995. – № 6. – С. 25–34.

68. Осипов, В. И. Управление твердыми коммунальными отходами как федеральный экологический проект // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2019. – № 3. – С. 3–11.

69. Пахомова, Н. В., Рихтер, К. К., Ветрова, М.А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2017. – Т. 33. – № 2. – С. 244–268.

70. Пластинина, Ю. В., Теслюк, Л. М., Дукмасова, Н. В. Реализация принципов циркулярной экономики при региональном обращении с твердыми

коммунальными отходами (ТКО) в Российской Федерации // Инновационное развитие экономики. – 2018. – № 5(47). – С. 129–139.

71. Преликова, Е. А., Юшин, В. В., Вертакова, Ю. В. Эколого-экономические приоритеты раздельного сбора отходов // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 1(33). – С. 187–195.

72. Припутина, И. В., Башкин, В. Н. Экологические риски в связи с техногенным загрязнением окружающей среды: анализ подходов и методов оценки // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 4–25.

73. Прокопенков, С. В., Козлова, А. С. Проблемы и тенденции пространственного распределения вторичных материальных ресурсов и их переработка // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – Т. 9, № 3–1. – С. 415–422.

74. Разумовский, В. М., Карпова, Г. А. Проблемы экологизации планирования регионального развития // Журнал правовых и экономических исследований. – 2016. – № 1. – С. 118–123.

75. Рэдхэд, К., Хьюс, С. Управление финансовыми рисками. М.: ИНФРА-М. – 1996. – 288 с.

76. Смирнов, Р. В., Бездудная, А. Г., Трейман, М. Г. Исследование особенностей организации процессов обращения с отходами производства и потребления в регионе // Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – 114 с.

77. Соколова, О. Г., Полежаева, М. В., Чухарева, Е. В. Формирование модели управления твердыми коммунальными отходами // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2019. – № 3. – С. 130–143.

78. Соломин, И. А. Организация системы управления муниципальными органическими отходами // Природообустройство. – 2019. – № 2. – С. 60–65.

79. Таишева, Г. Р., Исмагилова, Э. Р. Цифровизация в сфере обращения твердых коммунальных отходов как элемент развития

логистических систем // Логистические системы в глобальной экономике. – 2019. – № 9. – С. 236–238.

80. Теличенко, В. И., Щербина, Е. В. Социально-природно-техногенная система устойчивой среды жизнедеятельности // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 6. – С. 5–12.

81. Трейман, М. Г., Бездудная, А. Г., Кадырова, О. В. Управление отходами - новые механизмы и пути решения: отечественный и зарубежный опыт // Проблемы современной экономики. – 2022. – № 1(81). – С. 199–204.

82. Тулупов, А. С., Витухин, А. Д. Оценка вреда от негативного воздействия твердых коммунальных отходов // Стратегия научно-технологического развития в условиях нестабильности мировых рынков: Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 27–28 июня 2019 года / Под редакцией В. А. Цветкова, К. Х. Зоидова. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем рынка Российской академии наук, 2019. – С. 157–164.

83. Хохлов, Н. В. Управление риском. М.: «Юнити-Дана». – 2001. – 240 с.

84. Бездудная, А. Г., Трейман, М. Г., Чечина, О. С. Экологические инновации как перспективный путь развития направления переработки твердых коммунальных отходов // Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики : сборник научных трудов по итогам IV международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28–29 октября 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 49–54.

85. Чурикова, П. А. Тенденции и проблемы информатизации и цифровизации отрасли обращения с твердыми коммунальными отходами // Управление в России: проблемы и перспективы. – 2019. – № 1. – С. 61–67.

86. Шадрин, Я. Г., Кузнецова, Е. В. Эколого-экономическая эффективность утилизации твердых бытовых отходов // Отходы и ресурсы. –

2019. – Т. 6. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resources.today/10ECOR219.html>

87. Шейнер, Е. А. Свалочный газ: решения по модернизации полигонов // Твёрдые бытовые отходы. – 2009. – № 3(33). – С. 34–35.

88. Шор, И. М. Сдерживающие и стимулирующие факторы создания устойчивой системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами на основе государственно-частного партнёрства // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2022. – № 2. – С. 221–227.

89. Berg, H., Sebestyén, J., Bendix, P., Blevenec, K., Eionet, K. V. Report ETC/WMGE 2020/4 September 2020 Digital waste management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://europa.eu>

90. Borchard, R., Zeiss, R., Recker, J. Digitalization of waste management: Insights from German private and public waste management firms // Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy. – 2021. – № 40(6). – P. 775–792.

91. Bromley, D. Searching for sustainability: the poverty of spontaneous order // Ecological Economics. – 1998. – № 24. – P. 231–240.

92. Esmaeilian, B., Wang, B., Lewis, K., et al. The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper // Waste Management. – 2018. – № 81. – P. 177–195.

93. Lee, R.P., Meyer, B., Huang Q., Voss, R. Sustainable waste management for zero waste cities in China: potential, challenges and opportunities // Clean Energy. – 2020. – № 3, Vol. 4. – P. 169–201.

94. Louis, G.E. A historical context of municipal solid waste management in the United States // Waste Manag. Res. – 2004. – № 22(4). – P. 306–322.

95. Lee, R.P., Meyer, B., Seidl, L. Future of refuse derived fuels // Umweltmagazin, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. – October–November 2019. – P. 32–33.

96. McDonald, J.E., Houghton, J.N., Rooks, D.J., Allison, H.E., McCarthy, A.J. The microbial ecology of anaerobic cellulose degradation in municipal waste

landfill sites: evidence of a role for fibrobacters // *Environ. Microbiol.* – 2012. – Vol. 14. – № 4. – P. 1077–1087.

97. Nelles, M., Nassour, A., El Naas, A. Recycling and Recovery of the Biogenic Fractions from Municipal Solid Waste in the PR of China // Rostock: Universität. – 2017. – 116 p.

98. Li, Y., Jin, Y., Li, J., et al. Current situation and development of kitchen waste treatment in China // *Procedia Environ Sci.* – 2016. – № 31. – P. 40–49.

99. Passet, R. *L'économique et le vivant*, Paris, France: Traces. – 1975. – 287 p.

100. Rovetta, A., Xiumin, F., Vicentini, F., et al. Early detection and evaluation of waste through sensorized containers for a collection monitoring application // *Waste Management.* – 2009. – № 29. – P. 2939–2949.

101. Smith, C., Rees, G. *Economic Development*, 2nd edition, Basingstoke, UK: Macmillan. – 1998. – 216 p.

102. Shah, P.J., Anagnostopoulos, T., Zaslaysky, A., et al. A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities // *Waste Management.* – 2018. – № 78. – P. 104–114.

103. Miller, S. A. Five Misperceptions Surrounding the Environmental Impacts of Single-Use Plastic // *Environ. Sci. Technol.* – 2020. – № 54. – P. 14143–14151.

104. Tian, H., Gao, J., Lu, L., et al. Temporal trends and spatial variation characteristics of hazardous air pollutant emission inventory from municipal solid waste incineration in China // *Environ Sci Technol.* – 2012. – №46 (18). – P. 10364–10371.

105. Wagland, ST., Veltre, F., Longhurst, PJ. Development of an image-based analysis method to determine the physical composition of a mixed waste material // *Waste Management.* – 2012. – № 32. – P. 245–248.

106. Williams, PT. Dioxins and furans from the incineration of municipal solid waste: an overview // *J Energy Inst.* – 2005. – P. 38–48.

107. Ding, Y., Zhao, J., Liu, J.-W. and others A review of China's municipal solid waste (MSW) and comparison with international regions: Management and technologies in treatment and resource utilization // Journal of Cleaner Production. – 2021. – №:293. – P.126-144.

108. Zhu, Y., Zhang, Y., Luo, D., et al. A review of municipal solid waste in China: characteristics, compositions, influential factors and treatment technologies // Environ Dev Sustain. – 2021. – № 23. – P.6603–6622.

109. United Nations General Assembly, United Nations Millennium Declaration, Resolution 55/2, adopted by the General Assembly on 8 September 2000. – 2000. – 9 p.

110. United Nations General Assembly, 2005 World Summit Outcome, Resolution A/60/1, adopted by the General Assembly on 16 September 2005. – 2005. – 38 p.

111. United Nations, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution 71/313, adopted by the General Assembly on 6 July 2017. – 2017. – 32 p.

112. United Nations, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution 70/1, adopted by the General Assembly on 25 September 2015. – 2015. – 35 p.

113. United Nations, Brundtland Commission, Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford, UK: Oxford University Press. – 1987. – 412 p.

114. IUCN-UNEP-WWF World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. – 1980. – 77 p.

115. Municipal Solid Waste Factsheet //Center for Sustainable Systems, University of Michigan. – 2021. – № CSS04-15. – 2 p.

116. Официальный сайт Greenpeace [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/> (Дата обращения: 27.10.2022)

117. Системы управления бытовыми отходами разных стран: рецепты для России // Институт экономики роста им. Столыпина П. А. 2019

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stolypin.institute/analytics/sistemy-upravleniya-bytovymi-otnodami-raznyh-stran-retsepty-dlya-rossii/> (Дата обращения: 27.10.2022)

118. Бюллетень Счетной Палаты РФ Мусорная реформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/462/46234b3e3624fcccbb8base5c892f2f4.pdf> (Дата обращения: 28.10.2022)

119. Торговое представительство РФ в Швеции, Организация переработки отходов в Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rysslandshandel.se/i/OTH/obr%20s%20oth.pdf> (Дата обращения: 26.10.2022)

120. Методика определения предотвращенного экологического ущерба [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200035561> (Дата обращения: 20.10.2022)

121. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902227668> (Дата обращения: 20.10.2022)

122. Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573536168> (Дата обращения: 20.10.2022)

123. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, ЗАО «НПП Логус», Москва, 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293852/4293852448.htm> (Дата обращения: 20.10.2022)

124. Информационный портал Министерства топливно-энергетического комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Краснодарского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintekgkh.krasnodar.ru/activity/sfera-obrashcheniya-s-tvyerdymi-kommunalnymi-otkhodami/regionalnye-operatory> (Дата обращения: 02.08.2023)

125. Официальный сайт Интерфакс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru> (Дата обращения: 02.08.2022)
126. Официальный сайт РБК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/> (Дата обращения: 25.12.2021)
127. Официальный сайт ИА Регнум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/> (Дата обращения: 25.12.2021)
128. Официальный сайт ИР Победа 26 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pobeda26.ru/stati/generalnaya-uborka> (Дата обращения: 25.12.2021)
129. Официальный сайт ИА Город [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tkgorod.ru/news/17116/> (Дата обращения: 25.12.2021)
130. Бюллетень Счетной палаты РФ Мусорная реформа №9 (274) 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/462/46234b3e3624fcccbb8bace5c892f2f4.pdf> (Дата обращения: 02.08.2022)
131. Министерство тарифного регулирования и энергетики Челябинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://admintrg.ru/news/11050-informaciya-po-tarifam-na-vyvoz-tko-ot-ministerstva-tarifnogo-regulirovaniya-i-energetiki-chelyabinskoj-oblasti.html> (Дата обращения: 25.12.2021)
132. Министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/527449> (дата обращения: 25.12.2021)
133. ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/> (Дата обращения: 07.08.2023)
134. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Дата обращения: 01.08.2023)
135. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://petrostat.gks.ru/folder/27595> (Дата обращения: 06.08.2023)

136. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Информация об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (Дата обращения: 04.08.2023)

137. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Информация о рекультивации земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/land-recultivation/> (Дата обращения: 04.08.2023)

138. Комитет по тарифам г. Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tarifspb.ru/tariffs/category/5/> (Дата обращения: 07.08.2023)

139. Официальный сайт Казначейства России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roskazna.gov.ru/ispolnenie-byudzhetrov/konsolidirovannyye-byudzhety-subektov/> (Дата обращения: 01.08.2023)

140. Управляющая компания по обращению с отходами в Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uko-lenobl.ru/o-kompanii/tarify> (Дата обращения: 07.08.2023)

141. Комитет по тарифному регулированию Мурманской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tarif.gov-murman.ru/activities/tarifs_docs/ (Дата обращения: 07.08.2023)

142. Информационный портал города Архангельск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arhcity.ru/?page=310/14> (Дата обращения: 07.08.2023)

143. Министерство жилищно-коммунального хозяйства и топливно-энергетического комплекса Новгородской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jkh.novreg.ru/tarify-na-uslugu-regional-nogo-operatora-v-2020-godu.html> (Дата обращения: 07.08.2023)

144. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/> (Дата обращения: 07.08.2023)

145. Официальный сайт Администрации г. Рязань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://admrzn.ru/novosti/2019/:35160#:~:text=Тариф%20за%20услугу%20«Обращение%20с,рублей%20с%20человека%20в%20месяц> (Дата обращения: 07.08.2023)

146. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации Ликвидация накопленного вреда окружающей среде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/likvidatsiya_nakoplennogo_vreda_okruzhayushchey_srede/ (Дата обращения: 04.08.2023)

147. Департамент государственного регулирования тарифов Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.govrn.ru/tariv> (Дата обращения: 07.08.2023)

148. Портал правовой информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.govrn.ru/content/приказ-департамента-жилищно-коммунального-хозяйства-и-энергетики-воронежской-области-от-276> (Дата обращения: 07.08.2023)

149. Департамент государственного регулирования тарифов Краснодарского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rek.krasnodar.ru/activity/urovni-tarifov> (Дата обращения: 07.08.2023)

150. Комитет тарифного регулирования Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urt.volgograd.ru/other/informatsiya-dlya-grazhdan/obrashchenie-s-tverdymi-kommunalnymi-otkhodami/> (Дата обращения: 07.08.2023)

151. Департамент Оренбургской области по ценам и регулированию тарифов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tarif56.orb.ru/activity/2082/?nav-documents=page-2> (Дата обращения: 07.08.2023)

152. Региональный оператор по обращению с ТКО в Новосибирской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecologynsk.ru> (Дата обращения: 07.08.2023)

153. Региональная энергетическая комиссия Сахалинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rec.sakhalin.gov.ru/tariffs/obrashenie-tko/> (Дата обращения: 07.08.2023)

154. ФГБУ ВНИИПО МЧС России Статистический сборник Статистика пожаров и их последствий 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f43/rus50fv7p8964hcyllt866ne4owqvm8q/Statistika-pozharov-i-ikh-posledstviy-za-2021.pdf> (Дата обращения: 04.08.2023)

155. Официальный сайт общественного инициативного проекта МинЖКХ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dom.mingkh.ru/sankt-peterburg/> <https://petrostat.gks.ru/folder/27595> (Дата обращения: 06.08.2023)

156. Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2021/05/21/16/Территориальная_схема.pdf (Дата обращения: 09.09.2022)

157. Новая территориальная схема обращения с отходами производства и потребления Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/news/240212/> (Дата обращения: 01.08.2023)

158. Официальный сайт регионального оператора ООО «СИТИМАТИК-ВОЛГОГРАД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://34.citymatic.ru/> (Дата обращения: 02.10.2022)

159. Официальный сайт регионального оператора Самарской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecostr.ru/faq/kuda-napravljajutsja-sredstva-sobrannye-po-kvitancijam-obrashhenie-s-tko/> (дата обращения: 25.12.2021)

160. Прием опасных отходов от населения, экопункты и экомобили [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecomobile.infoeco.ru/> (Дата обращения: 10.09.2022)

161. Список транспортировщиков отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inndex.ru/ul/sankt-peterburg/okved-38.1> (Дата обращения: 10.09.2022)
162. Промышленный портал, раздел «Вторсырье, отходы в России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promportal.su/g/19187/vtorsire-othodi/> (дата обращения: 01.08.2023)
163. Тарифы на электроэнергию по СПб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eirc.spb.ru/info/tarif/energostonabzhenie/> (дата обращения: 01.08.2023)
164. Портал Экология России Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecologyofrussia.ru/proekt/infrastruktura-dlya-obrashheniya-s-othodami-i/> (Дата обращения: 30.09.2022)
165. Отчет об управлении отходами в Швеции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rsbor-msk.ru/wp-content/uploads/2017/01/Avfallshantering_2017_eng_low.pdf (Дата обращения: 29.09.2021)
166. Официальный сайт компании Байкон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.baykon.com/en/product-detail/automatic-truck-scale-system> (Дата обращения: 29.09.2021)
167. Официальный сайт компании Botek [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.botek.se/en/insights/weighing-for-statistics/> (Дата обращения: 30.09.2021)
168. Официальный сайт Агрок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agropak.net/catalog/konteynery-musornye-baki/konteynery-dlya-tbo/musornyy-konteyner-360l/> (Дата обращения: 06.08.2023)
169. Официальный сайт типографии Enjoy print [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://enjoyprint.ru/prints/pechat-listovok> (Дата обращения: 06.08.2023)
170. Официальный сайт АО «Автопарк №1 «Спецтранс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spet1.ru/> (Дата обращения: 06.08.2023)

171. Официальный сайт ООО «Эко Лэнд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekolendspb.ru/tehnika> (Дата обращения: 06.08.2023)
172. Официальный сайт ООО «Ресурс АТЭ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://r-ate.ru/> (Дата обращения: 06.08.2023)
173. Официальный сайт ООО «Петро-Васт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://p-w.ru/> (Дата обращения: 06.08.2023)
174. Официальный сайт ООО «Бинман» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://binman.ru/identification/> (Дата обращения: 06.08.2023)
175. Официальный сайт «Autodoping» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://autodoping.ru/izmeritelnye-pribory/avtomobilnye-vesy/bortovye-vesy/borto_vye-vesy-dlya-musorovoza/bortovye-vesy-dlya-musorovoza-ardu-m-73000-r-a047-40-ardu-bor (Дата обращения: 06.08.2023)
176. UNEP Удобрения: проблемы и решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/udobreniya-problemy-i-resheniya> (Дата обращения: 04.08.2022)
177. US Environmental Protection Agency, National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> (Дата обращения: 23.11.2022)
178. EPA United States Environmental Protection Agency, Global Greenhouse Gas Emissions Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#maincontent> (Дата обращения: 25.11.2022)
179. United States Environmental Protection Agency, Advancing Sustainable Materials Management: 2018 Fact Sheet Assessing Trends in Materials Generation and Management in the United States [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-01/documents/2018_ff_fact_sheet_dec_2020_fnl_508.pdf (Дата обращения: 27.11.2022)
180. United States Environmental Protection Agency, «Reducing and Reusing Basics» (2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.epa.gov/recycle/reducing-and-reusing-basics> (Дата обращения: 27.11.2022)

181. United States Environmental Protection Agency, «Wastes - Resource Conservation - Conservation Tools - Pay-As-You-Throw» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archive.epa.gov/wastes/conservation/tools/payt/web/html/index.html> (Дата обращения: 27.11.2022)

182. United States Environmental Protection Agency, «Recycling Economic Information (REI) Report» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/smm/recycling-economic-information-rei-report#findings> (Дата обращения: 27.11.2022)

183. National Conference of State Legislatures, «State Beverage Container Deposit Laws» (2020) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncsl.org/research/environment-and-natural-resources/state-beverage-container-laws.aspx> (Дата обращения: 27.11.2022)

184. Eurostat – European Union Statistical Agency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASMUN__custom_1455932/default/table?lang=en (Дата обращения 02.08.2023)

185. Dijkgraaf, E., Gradus, R. Waste management in the Netherlands [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/297843543_Waste_management_in_the_Netherlands (Дата обращения: 30.11.2022)

186. Rijkswaterstaat, Elements of Dutch waste management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rwsenvironment.eu/subjects/from-waste-resources/elements-dutch-waste/> (Дата обращения: 30.11.2022)

187. Comparative study of municipal solid waste (MSW) management regulations in each country [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blockwasteproject.eu/wp-content/uploads/2021/12/O1.A1.-Comparative-study-of-Municipal-Solid-Waste.pdf> (Дата обращения: 30.11.2022)

188. Avfall Sverige – организация по обращению с отходами в Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.avfallsverige.se/in-english/> (Дата обращения: 28.10.2022)

189. European Environment Agency. Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe. Briefing № 26/2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more> (Дата обращения: 28.09.2021)

190. SICAP, China Municipal Solid Waste Management Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sicab.net/> (Дата обращения: 23.11.2022)

191. National Bureau of the Statistics of China [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn/> (Дата обращения: 02.08.2023)

192. Ministry of the Environment of Japan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.env.go.jp/> (Дата обращения: 02.08.2023)

193. Japan Industrial Waste Information Center, Waste Management in Japan - Rules and Figures (2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.jwnet.or.jp/uploads/media/2019/12/2019_Waste_management_in_Japan_2.pdf (Дата обращения: 28.11.2022)

194. Statista, Average daily amount of waste generated per capita in Japan from fiscal year 2011 to 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/689423/japan-daily-waste-volume-per-person> (Дата обращения: 28.11.2022)

195. Hornyak, T. Wasteland: Tokyo grows on its own trash [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.japantimes.co.jp/life/2017/02/18/environment/wasteland-tokyo-grows-trash/> (Дата обращения: 28.11.2022)

196. Yolin, C. Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies (SMEs focus) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/waste_management_recycling_japan.pdf (Дата обращения: 28.11.2022)

197. Altria, L. The Burning Problem of Japan's Waste Disposal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tokyoreview.net/2019/07/burning-problem-japan-waste-recycling/> (Дата обращения: 28.11.2022)

198. Feng, H. Foreign Waste Is Banned, but Circular Economy Cannot Be Achieved Overnight [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/ch/10438-Wasteban-forces-unlicensed-recyclers-to-clean-up-act> (Дата обращения: 01.12.2022)

199. General Office of the State Council of the People's Republic of China [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gov.cn/> (Дата обращения: 01.12.2022)

200. Li, H. 32 Categories of Solid Waste Added to the Ban of Foreign Waste. Xinhua News Agency, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.xinhuanet.com/2018-04/20/c_1122712930.htm (Дата обращения: 01.12.2022)

201. National Development and Reform Commission, Ministry of Ecology and Environment. Opinions on Further Strengthening the Control of Plastic Pollution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202001/t20200119_1219275.html (Дата обращения: 25.11.2022)

202. (GIZ) GmbH. Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_WasteToEnergy_Guidelines_2017.pdf (Дата обращения: 25.11.2022)

203. The Recycling Partnership 2020, State of Curbside Recycling Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://recyclingpartnership.org/stateofcurbside/> (Дата обращения: 27.11.2022)

204. Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69450/pb13670-green-leaves-iii-1111071.pdf (Дата обращения: 02.08.2022)

205. Ecological Risk Assessment Guidelines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/ТТ-151-01.pdf> (Дата обращения: 02.08.2022)
206. Guideline on Ecological Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nepc.gov.au/system/files/resources/93ae0e77-e697-e494-656f-afaaf9fb4277/files/schedule-b5a-guideline-ecological-risk-assessment-ser10-0.pdf> (Дата обращения: 02.08.2022)
207. Framework for Ecological Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rais.ornl.gov/documents/FRMWRK_ERA.PDF (Дата обращения: 02.08.2022)
208. Guidelines for Ecological Risk Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/eco_risk_assessment1998.pdf (Дата обращения: 02.08.2022)
209. Ecological Risk Assessment Guidance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/fcs-scf/B15E990A-C0A8-4780-9124-07650F3A68EA/ERA-20Guidance-2030-20March-202012_FINAL_En.pdf (Дата обращения: 02.08.2022)

Таблица 19 – Основные характеристики модельных регионов

[составлено автором]

Регион ²⁰⁹	Санкт-Петербург	Ленинградская область	Мурманская область	Архангельская область	Новгородская область	Рязанская область	Воронежская область	Краснодарский край	Волгоградская область	Оренбургская область	Новосибирская область	Сахалинская область
Показатель												
Показатели, характеризующие экономическое, социальное демографическое и географическое положение региона												
Численность населения в 2022 г. ²¹⁰ , млн. чел. (место в России)	5,600 (4)	2,024 (23)	0,659 (66)	1,005 (54)	0,576 (68)	1,089 (45)	2,285 (21)	5,819 (3)	2,470 (18)	1,841 (25)	2,794 (15)	0,460 (77)
-в том числе городского ²¹¹ , %	100	67,1	93,0	77,7	73,1	71,4	68,5	57,1	77,6	59,9	79,7	82,6
-плотность ²¹² , чел./км ²	3843,8	22,8	5,0	1,9	10,8	27,4	43,8	75,3	21,7	15,6	15,6	5,6
Площадь ²¹³ , тыс. км ² (место в России)	1,4 (84)	83,9 (39)	144,9 (25)	589,9 (7)	54,5 (49)	39,6 (58)	52,2 (51)	75,5 (41)	112,9 (31)	123,7 (29)	177,7 (18)	87,1 (37)
-% от РФ	0,01	0,49	0,85	3,44	0,32	0,23	0,3	0,44	0,66	0,72	1,04	0,51
ВРП в 2021 г. ²¹⁴ , трлн руб.	9,44	1,48	1,08	1,05	0,34	0,53	1,25	3,20	1,05	1,39	1,62	1,23
-на душу населения, тыс руб.	1685,7	731,2	1638,8	1044,8	590,3	486,7	547,0	549,9	425,1	755,0	579,8	2673,9

²⁰⁹ Информация о сфере обращения с отходами представлена на основании действующей на 03.08.2023 территориальной схемы обращения с отходами производства и потребления в соответствующем регионе.

²¹⁰ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61105> (Дата обращения: 01.08.2023)

²¹¹ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/36057> (Дата обращения: 01.08.2023)

²¹² Федеральная Служба Государственной Статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Sub_2022.pdf (Дата обращения: 01.08.2023)

²¹³ Федеральная Служба Государственной Статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Sub_2022.pdf (Дата обращения: 01.08.2023)

²¹⁴ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61497> (Дата обращения: 01.08.2023)

Продолжение табл.19

Годовой бюджет в 2020 г. ²¹⁵ , млрд руб.	822,8	229,0	124,4	152,8	60,1	94,0	189,2	460,6	187,9	162,7	278,9	213,0
-на душу населения, тыс руб.	152,8	120,9	169,7	135,6	101,5	85,6	82,1	81,0	75,9	83,7	100,1	438,3
-дефицит (-) / профицит (+) бюджета, %	-4,7	-5,4	+1,4	-9,9	-4,9	-1,3	+4,5	-	-1,7	-1,4	-1,6	-7,8
Показатели, характеризующие развитие сферы обращения с отходами												
Объем вывезенных отходов в 2021 году ²¹⁶ , млн м ³	11,2	4,4	1,7	2,6	1,4	4,7	6,9	14,1	6,1	2,2	6,8	1,6
-на душу населения, м ³	2,0	2,17	2,58	2,59	2,43	4,31	3,02	2,42	2,47	1,19	2,43	3,48
Дата принятия терр. схемы	15.06.2022	17.12.2021	07.10.2016	31.08.2021	27.12.2021	15.11.2017	26.12.2022	07.07.2023	21.04.2022	06.12.2019	26.09.2016	08.11.2021
Кол-во региональных операторов в 2022 г., шт	1	1	1	1	3	1	5	6	1	1	1	1
Обращение с ТКО полностью на территории субъекта	Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Характеристика площадок накопления ТКО												
-всего	37406	15573	12366	9161	3848	12182	13436	44063	10085	10413	25971	3553
-с отдельным накоплением	633	834	383	168	74	209	0	153	683	50	1716	359
-% от общего числа	1,7	5,3	3,1	1,8	1,9	1,9	0	0,3	0	0,5	6,6	10,1
Количество объектов обработки (сортировки) ТКО, шт.	67	21	2	1	3	2	10	15	5	5	3	3

²¹⁵ Официальный сайт Казначейства России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roskazna.gov.ru/ispolnenie-byudzhetov/konsolidirovannye-byudzhety-subektov/> (Дата обращения: 01.08.2023)

²¹⁶ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/36702> (Дата обращения: 01.08.2023)

Количество объектов утилизации ТКО, шт.	74	41	5	0	22	6	13	180	11	9	8	0
Доля отходов, направленных на утилизацию ²¹⁷ :												
-2021	11,6	6,9	27,9	0	5,8	6,0	3,2	1,1	1,4	2,6	2,1	1,00
-2022	3,7	6,9	16,8	0,8	9,9	5,8	3,5	1,9	3,1	1,6	2,5	1,0
-прирост	-7,9	-	-11,1	+0,8	+4,1	-0,2	+0,3	+0,8	+1,7	-1,0	+0,4	-
Затраты бюджета на сферу обращения с отходами ²¹⁸ , млн руб.	0	0	0,51	0	0	0,008	0	0	887	0	0	1,5
-% от бюджета	-	-	<0,00 1	-	-	<0,00 1	-	-	0,5	-	-	<0,00 1

²¹⁷ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61941> (Дата обращения: 02.08.2023)

²¹⁸ Официальный сайт Казначейства России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roskazna.gov.ru/ispolnenie-byudzhetrov/konsolidirovannye-byudzhetny-subektov/> (Дата обращения: 01.08.2023)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 20 – Факторы риска для населения при внедрении раздельного сбора отходов или отказе от него [составлено автором]

Аспект	Факторы риска	
	При отказе от внедрения	При принятии решения о внедрении
Социальный	ухудшение качества жизни населения, в том числе складывающегося из таких характеристик как экологическое благополучие; ухудшение уровня жизни населения из-за роста стоимости товаров и ограниченности предложения.	необходимость привыкать к новому способу обращения с отходами; необходимость выделения дополнительного места в жилье для организации раздельного сбора; возможная удаленность мест накопления отдельных видов отходов от мест проживания; сокращение придомовой территории из-за сокращения дополнительных контейнеров; визуальный аспект – больше контейнеров.
Экологический	загрязнение атмосферы, почвенной среды и водных ресурсов вследствие естественного процесса разложения отходов; ухудшение здоровья населения из-за продолжающейся деградации экосистем.	возможное появление новых предприятий по утилизации отходов в непосредственной близости от мест проживания; стихийные свалки вблизи мест проживания при отсутствии необходимой инфраструктуры для утилизации раздельно собранных отходов.
Экономический	рост величины платежей за услугу по обращению с ТКО из-за продолжающегося роста объемов образующихся отходов; рост стоимости товаров вследствие увеличения стоимости сырья для упаковки и энергозатрат на ее производство; рост недоступности товаров и их возможный дефицит в долгосрочной перспективе.	возможный рост стоимости услуги по обращению с ТКО для компенсации расходов на организацию через платежи населения; необходимые дополнительные расходы связанные с необходимостью покупки доп. оборудования и заменой кухни для организации раздельного сбора; возможные штрафы за неправильную сортировку отходов.

Таблица 21 – факторы риска для региональных операторов при внедрении
раздельного сбора отходов или отказе от него [составлено автором]

Аспект	Факторы риска	
	При отказе от внедрения	При принятии решения о внедрении
Социальный	<p>рост неудовлетворенности населения качеством оказываемой услуги по обращению с ТКО;</p> <p>рост социальной напряженности из-за продолжающегося роста стоимости услуги по обращению с ТКО.</p>	<p>сложившаяся модель поведения населения, являющаяся препятствием для организации раздельного сбора;</p> <p>отсутствие возможности раздельного сбора в определенных населенных пунктах и жилищах населения;</p> <p>рост социальной напряженности из-за возможного роста стоимости услуги по обращению с ТКО, возможных штрафов за неправильную сортировку отходов и необходимости осуществлять дополнительные траты.</p>
Экологический	<p>исчерпание емкости существующих свалок;</p> <p>рост количества несанкционированных свалок вследствие отсутствия мест для легального размещения отходов;</p> <p>рост числа чрезвычайных происшествий экологического характера из-за исчерпания инфраструктуры и ее обветшания.</p>	<p>отсутствие долгосрочных планов по развитию сферы обращения с отходами;</p> <p>отсутствие достаточной нормативно-правовой базы, которая бы регулировала сферу обращения с отходами;</p> <p>возможный рост количества нелегальных свалок из-за отсутствия необходимой инфраструктуры.</p>
Экономический	<p>рост затрат на обезвреживание и размещение отходов;</p> <p>рост расходов на содержание мест захоронения отходов;</p> <p>необходимость осуществления дополнительных капитальных затрат на организацию новых объектов по обращению с отходами (обезвреживание, захоронение);</p> <p>дополнительные расходы на содержание и рекультивацию закрытых объектов захоронения отходов и ликвидацию нелегальных свалок;</p> <p>рост расходов на природоохранные мероприятия с целью снижения НВОС;</p> <p>рост транспортных расходов, так как новые объекты по обращению с отходами будут располагаться все дальше от мест накопления.</p>	<p>рост транспортных расходов вследствие образования новых потоков отходов;</p> <p>возможное снижение прибыли регионального оператора;</p> <p>сложности привлечения капитала под проекты в сфере утилизации;</p> <p>проблемы с окупаемостью инвестиций и рентабельностью таких проектов;</p> <p>проблемы выбора конкретных проектов в сфере утилизации отходов;</p> <p>проблемы выбора механизма финансирования таких проектов;</p> <p>необходимость поиска переработчиков и потребителей вторичного сырья;</p> <p>сложившиеся технологические цепочки.</p>

Таблица 22 – Факторы риска для органов государственной власти при
внедрении раздельного сбора отходов или
отказе от него [составлено автором]

Аспект	Факторы риска	
	При отказе от внедрения	При принятии решения о внедрении
Социальный	<p>рост неудовлетворенности населения качеством оказываемой услуги по обращению с ТКО;</p> <p>рост социальной напряженности из-за продолжающегося роста стоимости услуги по обращению с ТКО;</p> <p>рост социальной напряженности из-за роста стоимости товаров вследствие увеличения стоимости сырья для упаковки и энергозатрат на ее производство;</p> <p>риски ухудшения благополучия населения;</p> <p>риск потенциального технологического отставания.</p>	<p>сложившаяся модель поведения населения, являющаяся препятствием для организации раздельного сбора;</p> <p>отсутствие возможности раздельного сбора в определенных населенных пунктах и жилищах населения;</p> <p>рост социальной напряженности из-за возможного роста стоимости услуги по обращению с ТКО, возможных штрафов за неправильную сортировку отходов и необходимости осуществлять дополнительные затраты.</p>
Экологический	<p>деградация экосистем из-за роста площадей свалок;</p> <p>рост количества несанкционированных свалок вследствие отсутствия мест для легального размещения отходов;</p> <p>рост негативного воздействия на окружающую среду (НВОС);</p> <p>риск недостижения целевых показателей федеральных и региональных программ в области экологии и обращения с ТКО.</p>	<p>отсутствие долгосрочных планов по развитию сферы обращения с отходами;</p> <p>отсутствие достаточной нормативно-правовой базы, которая бы регулировала сферу обращения с отходами;</p> <p>возможный рост количества нелегальных свалок из-за отсутствия необходимой инфраструктуры.</p>
Экономический	<p>сокращение земельного фонда пригодного для осуществления экономической деятельности;</p> <p>рост государственных затрат на поддержку сферы обращения с отходами;</p> <p>рост расходов на природоохранные мероприятия с целью снижения НВОС;</p> <p>риск истощения природных ресурсов;</p> <p>риск технологического отставания.</p>	<p>необходимость существенной корректировки территориальной схемы по обращению с отходами;</p> <p>затраты на организацию площадок для сбора и накопления;</p> <p>проблемы выбора конкретных проектов в сфере утилизации отходов;</p> <p>необходимость разработки новых мер государственной поддержки;</p> <p>риск смещения фокуса на определенный вид утилизации и создание избыточных мощностей по переработке вторичного сырья.</p> <p>возможный дисбаланс в отраслях экономики вызванный появлением на рынке большого количества вторичных ресурсов и нарушением сложившихся технологических цепочек.</p> <p>непрозрачный рынок вторичного сырья;</p> <p>недостаток средств для проведения столь существенных реформ.</p>

Таблица 23 – Рост объема вывоза ТКО в модельных регионах за период с 2011 по 2022 г.г. [составлено автором]

Регион	Среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО за период с 2011 по 2022 г.г. ²¹⁹
В среднем по России	1,036
Санкт-Петербург	1,028
Ленинградская область	1,040
Мурманская область	1,040
Архангельская область	1,043
Новгородская область	0,980
Рязанская область	1,161
Воронежская область	1,072
Краснодарский край	1,029
Волгоградская область	1,034
Оренбургская область	1,003
Новосибирская область	1,090
Сахалинская область	1,037

Таблица 24 – Интегральная оценка эффективности работы региона по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации [составлено автором]

Регион	Количество несанкционированных свалок отходов на территории субъекта РФ по состоянию на конец отчетного периода ²²⁰ , шт.		Кроста	Количество несанкционированных свалок отходов, выявленных за отчетный период на территории субъекта РФ ²²¹ , шт.		Кроста	Интегральный показатель
	2021	2022		2021	2022		
В среднем по России	16148	12520	0,775	13304	16367	1,230	2,006
Санкт-Петербург	0	184	184,00	0	251	251,00	435,000
Ленинградская область	405	240	0,593	659	348	0,528	1,121
Мурманская область	20	14	0,700	30	30	1,000	1,700
Архангельская область	137	104	0,759	108	26	0,241	1,000
Новгородская область	129	60	0,465	152	112	0,737	1,202

²¹⁹ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/36702> (Дата обращения: 04.08.2023)

²²⁰ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/60978> (Дата обращения: 04.08.2023)

²²¹ ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/60979> (Дата обращения: 04.08.2023)

Рязанская область	65	35	0,538	736	1278	1,736	2,275
Воронежская область	55	54	0,982	64	159	2,484	3,466
Краснодарский край	118	167	1,415	237	219	0,924	2,339
Волгоградская область	423	275	0,650	284	179	0,630	1,280
Оренбургская область	778	787	1,012	262	21	0,080	1,092
Новосибирская область	233	273	1,172	108	112	1,037	2,209
Сахалинская область	154	73	0,474	825	1612	1,954	2,428

Таблица 25 – Доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате раздельного накопления и обработки (сортировки) твёрдых коммунальных отходов, в общей массе образованных твёрдых коммунальных отходов в 2022 году [составлено автором]

Регион	Доля направленных на утилизацию отходов ²²² , %
В среднем по России	11,9
Санкт-Петербург	3,7
Ленинградская область	6,9
Мурманская область	16,8
Архангельская область	0,8
Краснодарский край	1,9
Рязанская область	5,8
Новосибирская область	2,5
Воронежская область	3,5
Новгородская область	9,9
Оренбургская область	1,6
Волгоградская область	3,1
Сахалинская область	1

²²² ЕМИСС – Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61941> (Дата обращения: 04.08.2023)

Таблица 26 – Выбросы в атмосферу, связанные со сбором, обработкой и утилизацией отходов [составлено автором]

Регион	Выбросы в атмосферу, связанные со сбором, обработкой и утилизацией отходов и обработкой вторичного сырья ²²³ , тонн		Кроста
	2021	2022	
В среднем по России	17 031 324	16 323 181	0,958
Санкт-Петербург	217	201	0,926
Ленинградская область	42 214	49 404	1,170
Мурманская область	3 387	5 250	1,550
Архангельская область	10 842	11 394	1,051
Новгородская область	4 964	5 528	1,114
Рязанская область	3 392	3 578	1,055
Воронежская область	10 503	11 967	1,139
Краснодарский край	112 395	110 948	0,987
Волгоградская область	7 878	10 818	1,373
Оренбургская область	8 649	9 142	1,057
Новосибирская область	5 142	4 128	0,803
Сахалинская область	3 137	3 098	0,988

Таблица 27 – Количество нарушенных земель связанных с размещением отходов [составлено автором]

Регион	Наличие нарушенных земель, га ²²⁴		Кроста
	на начало 2022 года	на конец 2022 года	
В среднем по России	52 458	53 011	1,011
Санкт-Петербург	22	22	1,000
Ленинградская область	202	206	1,020
Мурманская область	317	323	1,019
Архангельская область	1569	1570	1,001
Новгородская область	125	130	1,040
Рязанская область	422	425	1,007
Воронежская область	120	122	1,017
Краснодарский край	130	131	1,008
Волгоградская область	987	946	0,958
Оренбургская область	1403	1406	1,002
Новосибирская область	270	272	1,007
Сахалинская область	5	5	1,000

²²³ Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Информация об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (Дата обращения: 04.08.2023)

²²⁴ Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Информация о рекультивации земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/land-recultivation/> (Дата обращения: 04.08.2023)

Таблица 28 – Численность населения, испытывающего негативное воздействие от объектов накопленного ущерба в 2022 году²²⁵ [составлено автором]

Регион	Площадь объектов накопленного ущерба, га	Численность населения, испытывающего негативное воздействие, тыс. чел	Численность населения, тыс. чел	Доля населения подверженного негативному воздействию
Россия в целом	447 405,72	39 966,01	146 447	27,290
г. Санкт-Петербург	34,50	622,60	5600	11,118
Ленинградская область	84,02	417,68	2024	20,636
Мурманская область	65,10	400,52	659	60,777
Архангельская область	75,49	360,82	1006	35,867
Новгородская область	22,59	84,82	576	14,726
Рязанская область	11,34	139,38	1089	12,799
Воронежская область	104,12	220,12	2285	9,633
Краснодарский край	64,94	627,12	5819	10,777
Волгоградская область	404,46	1 738,37	2470	70,380
Оренбургская область	87,31	139,51	1841	7,578
Новосибирская область	23,60	1 648,70	2794	59,009
Сахалинская область	0,00	0,00	460	0

Таблица 29 – Оценочное количество пожаров на территориях свалок в рассматриваемых регионах 2022 году²²⁶ [составлено автором]

Регион	Общее количество пожаров на открытых территориях, шт.	Оценочное количество пожаров на территориях свалок, шт.
Среднее оценочное количество пожаров на территориях свалок	-	23
Санкт-Петербург	4816	36
Ленинградская область	2912	22
Мурманская область	639	5
Архангельская область	756	6
Новгородская область	866	6
Рязанская область	1875	14
Воронежская область	2089	16
Краснодарский край	5712	43
Волгоградская область	4218	32
Оренбургская область	3852	29
Новосибирская область	8996	67
Сахалинская область	747	6

²²⁵ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации Ликвидация накопленного вреда окружающей среде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/likvidatsiya_nakoplennoego_vreda_okruzhayushchey_srede/ (Дата обращения: 04.08.2023)

²²⁶ ФГБУ ВНИИПО МЧС России Статистический сборник Статистика пожаров и их последствий 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f43/rus50fv7p8964hcylt866ne4owqvm8q/Statistika-pozharov-i-ikh-posledstviy-za-2021.pdf> (Дата обращения: 04.08.2023)

Таблица 30 – Площадь свалок, приходящаяся на 1 жителя
региона в 2022 году [составлено автором]

Регион	Площадь свалок, км ²	Площадь региона, км ²	% площадей свалок от общей площади региона	Численность населения, чел.	Площадь свалок, приходящаяся на душу населения, м ² /чел
Средний показатель	-	-	0,021	-	4,360
Санкт-Петербург	2,3	1400	0,164	5600044	0,411
Ленинградская область	8,9	83900	0,011	2023767	4,398
Мурманская область	1,8	144900	0,001	658698	2,733
Архангельская область	11,25	589900	0,002	1005687	11,186
Краснодарский край	12,41	75500	0,016	5819345	2,133
Рязанская область	10,26	39600	0,026	1088918	9,422
Новосибирская область	7,59	177800	0,004	2794266	2,716
Воронежская область	7,23	52200	0,014	2285282	3,164
Новгородская область	1,79	54500	0,003	575926	3,108
Оренбургская область	7,7	123700	0,006	1841377	4,182
Волгоградская область	6,25	112900	0,006	2470057	2,530
Сахалинская область	2,92	87100	0,003	460535	6,340

Таблица 31 – Остаточное время работы полигонов в
рассматриваемых регионах [составлено автором]

Регион	Остаточное время работы полигонов ²²⁷ , мес.
Санкт-Петербург	0
Ленинградская область	более 60
Мурманская область	более 60
Архангельская область	35
Новгородская область	более 60
Рязанская область	более 60
Воронежская область	более 60
Краснодарский край	6,9
Волгоградская область	12
Оренбургская область	более 60
Новосибирская область	15
Сахалинская область	2,5

²²⁷ Бюллетень Счетной Палаты РФ Мусорная реформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/462/46234b3e3624fccbb8base5c892f2f4.pdf> (Дата обращения: 28.10.2022)

Таблица 32 – Удельный ущерб, наносимый атмосферному воздуху при захоронении 1 тонны отходов [составлено автором]

Компонент	Удельный вес компонента, %	Плотность, кг/м ³	Общие выбросы, м ³	Общие выбросы, кг	Такса для исчисления размера вреда, руб.	Удельный ущерб от выброса, руб./усл.т
Метан	52,916	0,717	63,487	45,52	4 069	185,22
Углерода диоксид	44,740	1,977	53,693	106,15	5 000	530,76
Толуол	0,723	0,867	0,867	0,75	50 000	37,60
Аммиак	0,533	0,771	0,640	0,49	92 701	45,72
Ксилол	0,443	0,869	0,531	0,46	50 000	23,08
Углерода оксид	0,252	1,25	0,302	0,38	5 000	1,89
Азота диоксид	0,111	1,49	0,134	0,20	64 289	12,81
Формальдегид	0,096	0,815	0,116	0,09	50 000	4,71
Этилбензол	0,095	0,867	0,114	0,10	12 292	1,22
Ангидрид сернистый	0,07	2,93	0,084	0,25	110 723	27,36
Сероводород	0,026	1,54	0,031	0,05	500 000	24,11
Итого:	100	–	120	154,44	–	894,48

Таблица 33 – Коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние атмосферного воздуха и почвы), по территориям экономических районов Российской Федерации²²⁸

Экономические районы Российской Федерации	Значение коэффициента	
	для атмосферного воздуха	для почвы
Северный	1,4	1,4
Северо-Западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-Вятский	1,1	1,5
Центрально-Черноземный	1,5	2
Поволжский	1,9	1,9
Северо-Кавказский	1,6	1,9
Уральский	2	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1	1,1
Калининградская область	1,5	1,3

²²⁸ Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления»

Таблица 34 – Коэффициент мощности плодородного слоя
почвы²²⁹ [составлено автором]

Мощность плодородного слоя почв, см	$K_{мпс}$
<0,49	1
0,5-4,99	1,5
5,0-14,99	2
15-19,99	2,5
20-29,99	3
30-39,99	4
40-49,99	5
50-59,99	6
>60	8

²²⁹ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Приказ от 8 июля 2010 года № 238 (ред. от 18.11.2021) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды»

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 35 – Удельный ущерб атмосферному воздуху при захоронении
1 тонны ТКО в 2022 году [составлено автором]

Коэффициент инфляции, 2022 год по отношению к 2021 году ²³⁰ :		1,128
Базовая величина удельного ущерба в ценах 2021 года, руб./усл.т		894,48
Регион	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха	Скорректированная величина удельного ущерба за выброс загрязняющих веществ в атмосферу при захоронении 1 тонны ТКО, руб./усл.т
Санкт-Петербург	1,5	1 513,46
Ленинградская область	1,5	1 513,46
Мурманская область	1,4	1 412,56
Архангельская область	1,4	1 412,56
Новгородская область	1,5	1 513,46
Рязанская область	1,9	1 917,05
Воронежская область	1,5	1 513,46
Краснодарский край	1,6	1 614,36
Волгоградская область	1,9	1 917,05
Оренбургская область	2	2 017,95
Новосибирская область	1,2	1 210,77
Сахалинская область	1	1 008,97

Таблица 36 – Удельный ущерб почвам при захоронении
1 тонны ТКО в 2022 году [составлено автором]

Коэффициент инфляции, 2022 год по отношению к 2021 году:			1,128
Такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, в результате порчи почв при их захлавлении			13 000
Регион	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния почв	Коэффициент МПС	Скорректированная величина удельного ущерба почвам при захоронении 1 тонны ТКО, руб./усл.т.
Санкт-Петербург	1,3	1,5	28 594,8
Ленинградская область	1,3	1,5	28 594,8
Мурманская область	1,3	1,5	28 594,8
Архангельская область	1,4	1,5	30 794,4
Новгородская область	1,3	2	38 126,4
Рязанская область	1,6	2	46 924,8
Воронежская область	2	8	234 624
Краснодарский край	1,9	8	222 892,8
Волгоградская область	1,9	8	222 892,8
Оренбургская область	1,7	8	199 430,4
Новосибирская область	1,2	1,5	26 395,2
Сахалинская область	1,1	1,5	24 195,6

²³⁰ Инфляционный калькулятор: <https://уровень-инфляции.рф/инфляционные-калькуляторы>

Таблица 37 – Удельный ущерб при захоронении
1 тонны ТКО в 2022 году [составлено автором]

Регион	Величина удельного ущерба за выброс загрязняющих веществ в атмосферу при захоронении 1 тонны ТКО, руб./усл.т	Величина удельного ущерба почвам при захоронении 1 тонны ТКО, руб./усл.т.	Общая величина удельного ущерба при захоронении 1 тонны ТКО, руб./усл.т.
Санкт-Петербург	1 513,46	28 594,80	30 108,26
Ленинградская область	1 513,46	28 594,80	30 108,26
Мурманская область	1 412,56	28 594,80	30 007,36
Архангельская область	1 412,56	30 794,40	32 206,96
Новгородская область	1 513,46	38 126,40	39 639,86
Рязанская область	1 917,05	46 924,80	48 841,85
Воронежская область	1 513,46	234 624,00	236 137,46
Краснодарский край	1 614,36	222 892,80	224 507,16
Волгоградская область	1 917,05	222 892,80	224 809,85
Оренбургская область	2 017,95	199 430,40	201 448,35
Новосибирская область	1 210,77	26 395,20	27 605,97
Сахалинская область	1 008,97	24 195,60	25 204,57

Таблица 38 – Удельный ущерб при энергетической утилизации
1 тонны ТКО в 2022 году [составлено автором]

Регион	Величина удельного ущерба за выброс загрязняющих веществ в атмосферу при энергетической утилизации 1 тонны ТКО, руб./усл.т	Величина удельного ущерба почвам при энергетической утилизации 1 тонны ТКО, руб./усл.т.	Общая величина удельного ущерба при энергетической утилизации 1 тонны ТКО, руб./усл.т.
Санкт-Петербург	542,75	72 739,89	73 282,64
Ленинградская область	542,75	72 739,89	73 282,64
Мурманская область	506,57	72 739,89	73 246,46
Архангельская область	506,57	78 335,27	78 841,84
Новгородская область	542,75	96 986,52	97 529,27
Рязанская область	687,48	119 368,03	120 055,51
Воронежская область	542,75	596 840,14	597 382,89
Краснодарский край	578,93	566 998,13	567 577,07
Волгоградская область	687,48	566 998,13	567 685,62
Оренбургская область	723,67	507 314,12	508 037,79
Новосибирская область	434,20	67 144,52	6 7578,72
Сахалинская область	361,83	61 549,14	61 910,97

Таблица 39 – Баланс количественных характеристик образования, утилизации и захоронения ТКО в 2022 году [составлено автором]

Регион	Вывезено за год ТКО, тыс. м ³	Количество образованных ТКО, тыс. т ²³¹	Количество отходов, направленных на захоронение, тыс. т	Количество отходов, направленных на энергетическую утилизацию, тыс. т	Количество отходов направленных на рециклинг и/или компостирование, тыс. т
Санкт-Петербург	11 667,30	2 916,83	2 808,90	0,00	107,92
Ленинградская область	3977,33	994,33	925,72	0,00	68,61
Мурманская область	1 457,02	364,26	303,06	61,19	0,00
Архангельская область	2 855,10	713,78	713,78	0,00	0,00
Новгородская область	1 151,84	287,96	282,49	0,00	5,47
Рязанская область	4 744,25	1 186,06	1 117,27	0,00	68,79
Воронежская область	6 952,84	1 738,21	1 694,75	0,00	43,46
Краснодарский край	14 617,42	3 654,36	3 526,45	0,00	127,90
Волгоградская область	5 636,22	1 409,06	1 269,56	0,00	139,50
Оренбургская область	2 179,99	545,00	536,28	0,00	8,72
Новосибирская область	6 922,06	1 730,52	1 676,87	0,00	53,65
Сахалинская область	1 468,65	367,16	363,49	0,00	3,67

²³¹ Для перевода м³ в тонны использовался калькулятор: <https://www.center-pss.ru/math/m3vtonni/musor.htm>

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 40 – Основные характеристики оцениваемых регионов [составлено автором]

Регион	Среднегодовая численность постоянно проживающего населения ²³² , чел	Всего площадь жилых помещений ²³³ , тыс. м ²
1	2	3
Санкт-Петербург	5 603 980	141 392,02
Ленинградская область	2 014 894	55 728,73
Мурманская область	661 969	18 922,47
Архангельская область	1 010 859	32 267,97
Новгородская область	578 752	19 444,41
Рязанская область	1 093 748	36 254,72
Воронежская область	2 293 949	71 591,49
Краснодарский край	5 825 693	154 372,42
Волгоградская область	2 481 432	62 299,68
Оренбургская область	1 848 579	52 808,11
Новосибирская область	2 795 879	72 314,13
Сахалинская область	463 272	13 225,64

Таблица 41 – Основные характеристики сферы обращения с ТКО в оцениваемых регионах [составлено автором]

Регион	Масса образующихся ТКО ²³⁴ , тыс. т/год	Не сортированная часть ТКО, тыс. т/год	Тариф на услугу по обращению с ТКО, руб./м ³	Тариф на услугу по обращению с ТКО, руб./ т	Коэффициент перевода из м ³ в тонны	Годовой норматив накопления ТКО в год
1	4	5=4*0,588	6	7	8	9
Санкт-Петербург ^{235, 236}	2364,685	1390,435	969,70	4353,00	-	0,0792 м ³ /м ²
Ленинградская область ²³⁷	717,782	422,056	832,53	5220,26	-	0,0818 м ³ /м ²

²³² ЕМИСС - государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/31556> (Дата обращения: 07.08.2023)

²³³ ЕМИСС - государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/40454> (Дата обращения: 07.08.2023)

²³⁴ ЕМИСС - государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/61082> (Дата обращения: 07.08.2023)

²³⁵ Комитет по тарифам г. Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2021/12/22/24/%D0%BE%D1%82_08.12.2021__176.pdf (Дата обращения: 07.08.2023)

²³⁶ Комитет по тарифам г. Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tarifspb.ru/tariffs/category/5/> (Дата обращения: 07.08.2023)

²³⁷ Управляющая компания по обращению с отходами в Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uko-lenobl.ru/o-kompanii/tarify> (Дата обращения: 07.08.2023)

Мурманская область ²³⁸	234,263	137,747	942,04	5963,11	6,33	1,80 м ³ /чел
Архангельская область ²³⁹	271,124	159,421	385,86	3974,33	-	1,83 м ³ /чел
Новгородская область ^{240,241}	173,090	101,777	328,21	1988,77	-	2,23 м ³ /чел
Рязанская область ²⁴²	330,615	194,402	519,42	3995,53	-	2,29 м ³ /чел
Воронежская область ^{243,244}	970,060	570,395	546,76	3313,37	6,06	2,29 м ³ /чел
Краснодарский край ^{245,246}	1828,606	1075,220	560,59	5006,07	8,93	3,05 м ³ /чел
Волгоградская область ²⁴⁷	591,292	347,680	461,24	3546,94	7,69	2,45 м ³ /чел
Оренбургская область ²⁴⁸	539,658	317,319	540,83	2731,47	-	355,68 кг/чел
Новосибирская область ²⁴⁹	819,222	481,703	451,05	2796,51	6,20	2,38 м ³ /чел
Сахалинская область ^{250,251}	222,631	130,907	283,07	2242,93	-	3,33 м ³ /чел

²³⁸ Комитет по тарифному регулированию Мурманской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tarif.gov-murman.ru/activities/tarifs_docs/ (Дата обращения: 07.08.2023)

²³⁹ Информационный портал города Архангельск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arhcity.ru/?page=310/14> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁰ Министерство жилищно-коммунального хозяйства и топливно-энергетического комплекса Новгородской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jkh.novreg.ru/tarify-na-uslugu-regional-nogo-operatora-v-2020-godu.html> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴¹ Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/444958088> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴² Официальный сайт Администрации г. Рязань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adm.rzn.ru/novosti/2019/:35160#:~:text=Тариф%20за%20услугу%20«Обращение%20с,рублей%20с%20человека%20в%20месяц> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴³ Департамент государственного регулирования тарифов Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.govrn.ru/tariv> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁴ Портал правовой информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.govrn.ru/content/приказ-департамента-жилищно-коммунального-хозяйства-и-энергетики-воронежской-области-от-276> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁵ Департамент государственного регулирования тарифов Краснодарского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tek.krasnodar.ru/activity/urovni-tarifov> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁶ Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/411731346> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁷ Комитет тарифного регулирования Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urt.volgograd.ru/other/informatsiya-dlya-grazhdan/obrashchenie-s-tverdymi-kommunalnymi-otkhodami/> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁸ Департамент Оренбургской области по ценам и регулированию тарифов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tarif56.orb.ru/activity/2082/?nav-documents=page-2> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁴⁹ Региональный оператор по обращению с ТКО в Новосибирской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecologynsk.ru> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁵⁰ Региональная энергетическая комиссия Сахалинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rec.sakhalin.gov.ru/tariffs/obrashenie-tko/> (Дата обращения: 07.08.2023)

²⁵¹ Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/446673782> (Дата обращения: 07.08.2023)

Таблица 42 – Экономия / перерасход населения на платежах после внедрения новой системы расчета и организации раздельного сбора отходов
[составлено автором]

Регион	Суммарные платежи населения по текущей методике расчета, млн руб.	Суммарные платежи населения исходя из массы, млн руб.	Экономия / перерасход после внедрения новой методики, млн руб.	Суммарные платежи населения исходя из массы при раздельном сборе, млн руб.	Экономия / перерасход после внедрения новой методики и организации раздельного сбора, млн руб.
1	10=9*3(2)*6	11=4*7	12=11-10	13=5*7	14=13-11
Санкт-Петербург	10 858,94	10 293,47	-565,47	6 052,56	-4 806,38
Ленинградская область	3 795,18	3 747,01	-48,17	2 203,24	-1 591,94
Мурманская область	1 122,48	1 396,94	274,45	821,40	-301,08
Архангельская область	713,79	1 077,54	363,74	633,59	-80,20
Новгородская область	423,59	344,24	-79,36	202,41	-221,18
Рязанская область	1 300,98	1 320,98	20,00	776,74	-524,24
Воронежская область	2 872,21	3 214,16	341,95	1 889,93	-982,28
Краснодарский край	9 960,77	9 154,13	-806,64	5 382,63	-4 578,14
Волгоградская область	2 804,11	2 097,27	-706,84	1 233,20	-1 570,91
Оренбургская область	1 795,95	1 474,06	-321,89	866,75	-929,20
Новосибирская область	3 001,37	2 290,96	-710,41	1347,09	-1 654,29
Сахалинская область	436,69	499,35	62,65	293,62	-143,08

Таблица 43 – Потенциальная выручка от реализации вторичных ресурсов из состава ТКО при их раздельном сборе [составлено автором]

Регион	Образование ТКО и вторичного сырья в регионе, тыс. т/год	Стоимость тонны вторичного сырья ²⁵² , руб.	Потенциальная выручка от реализации вторичного сырья полученного при раздельном сборе ТКО, млн руб.		
Санкт-Петербург	Всего отходов:	2 364,685	Всего: 13 837,664		
	в том числе:				
	-бумага и картон	593,536		9 000	4 807,641
	-стекло	125,328		5 000	563,977
	-пластик	156,069		45 000	6 320,803
	-металлы	99,317	24 000	2 145,242	
Ленинградская область	Всего отходов:	717,782	Всего: 4 200,317		
	в том числе:				
	-бумага и картон	180,163		9 000	1 459,323
	-стекло	38,042		5 000	171,191
	-пластик	47,374		45 000	1 918,631
	-металлы	30,147	24 000	651,172	
Мурманская область	Всего отходов:	234,263	Всего: 1 370,860		
	в том числе:				
	-бумага и картон	58,800		9 000	476,280
	-стекло	12,416		5 000	55,872
	-пластик	15,461		45 000	626,185
	-металлы	9,839	24 000	212,523	
Архангельская область	Всего отходов:	271,124	Всего: 1 586,563		
	в том числе:				
	-бумага и картон	68,052		9 000	551,222
	-стекло	14,370		5 000	64,663
	-пластик	17,894		45 000	724,714
	-металлы	11,387	24 000	245,964	
Новгородская область	Всего отходов:	173,090	Всего: 1 012,888		
	в том числе:				
	-бумага и картон	43,446		9 000	351,909
	-стекло	9,174		5 000	41,282
	-пластик	11,424		45 000	462,670
	-металлы	7,270	24 000	157,027	

²⁵² Промышленный портал, раздел «Вторсырье, отходы в России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promportal.su/g/19187/vtorsire-othodi/> (дата обращения: 07.08.2023)

Рязанская область	Всего отходов:	330,615		Всего: 1 934,693
	в том числе:			
	-бумага и картон	82,984	9 000	672,173
	-стекло	17,523	5 000	78,852
	-пластик	21,821	45 000	883,734
	-металлы	13,886	24 000	299,934
Воронежская область	Всего отходов:	970,060		Всего: 5 676,597
	в том числе:			
	-бумага и картон	243,485	9 000	1 972,229
	-стекло	51,413	5 000	231,359
	-пластик	64,024	45 000	2 592,970
	-металлы	40,743	24 000	880,038
Краснодарский край	Всего отходов:	1 828,606		Всего: 10 700,637
	в том числе:			
	-бумага и картон	458,980	9 000	3 717,739
	-стекло	96,916	5 000	436,123
	-пластик	120,688	45 000	4 887,864
	-металлы	76,801	24 000	1 658,911
Волгоградская область	Всего отходов:	591,292		Всего: 3 460,123
	в том числе:			
	-бумага и картон	148,414	9 000	1 202,156
	-стекло	31,338	5 000	141,023
	-пластик	39,025	45 000	1 580,524
	-металлы	24,834	24 000	536,420
Оренбургская область	Всего отходов:	539,658		Всего: 3 157,971
	в том числе:			
	-бумага и картон	135,454	9 000	1 097,179
	-стекло	28,602	5 000	128,708
	-пластик	35,617	45 000	1 442,506
	-металлы	22,666	24 000	489,578
Новосибирская область	Всего отходов:	819,222		Всего: 4 793,923
	в том числе:			
	-бумага и картон	205,625	9 000	1 665,560
	-стекло	43,419	5 000	195,384
	-пластик	54,069	45 000	2 189,780
	-металлы	34,407	24 000	743,198

Сахалинская область	Всего отходов:	222,631		Всего: 1 302,792
	в том числе:			
	-бумага и картон	55,880	9 000	452,631
	-стекло	11,799	5 000	53,097
	-пластик	14,694	45 000	595,093
	-металлы	9,351	24 000	201,971

Таблица 44 – Снижение расходов региональных операторов за счет внедрения отдельного сбора ТКО [составлено автором]

Регион	Суммарные платежи в год, млн руб.	Расходы на сбор и транспортировку в год, млн. руб.	Расходы на обработку, обезвреживание и захоронение в год, млн. руб.	Снижение расходов за счет внедрения отдельного сбора, млн руб.
1	2	3=2*0,6774	4=2*0,199	5=3+4*0,412
Санкт-Петербург	10 858,94	7 355,85	2 160,93	3 920,91
Ленинградская область	3 795,18	2 570,85	755,24	1 370,35
Мурманская область	1 122,48	760,37	223,37	405,30
Архангельская область	713,79	483,52	142,04	257,73
Новгородская область	423,59	286,94	84,30	152,95
Рязанская область	1 300,98	881,29	258,90	469,75
Воронежская область	2 872,21	1 945,63	571,57	1 037,09
Краснодарский край	9 960,77	6 747,42	1 982,19	3 596,60
Волгоградская область	2 804,11	1 899,51	558,02	1 012,50
Оренбургская область	1 795,95	1 216,58	357,39	648,48
Новосибирская область	3 001,37	2 033,13	597,27	1 083,73
Сахалинская область	436,69	295,81	86,90	157,68