

На правах рукописи

**КОЛЕСНИКОВ РОМАН ВИКТОРОВИЧ**

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА  
ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

**Научный руководитель** доктор экономических наук, доцент  
**Трейман Марина Геннадьевна**

**Официальные оппоненты:** **Донченко Владислав Константинович**, доктор экономических наук, профессор, ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», руководитель лаборатории «Экономических проблем экологической безопасности», главный научный сотрудник  
**Медяник Наталья Витальевна** доктор экономических наук, доцент, Северо-Кавказский институт-ФГБОУ ВО «Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», профессор кафедры государственного, муниципального управления и права

**Ведущая организация:** ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»

Защита диссертации состоится «\_\_\_» 2023 года в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.06 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу: 191023, набережная канала Грибоедова 30-32, литер А, ауд. 3033.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.unesop.ru/dis-sovety> Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года.

Ученый секретарь

Бездудная А.Г.

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **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 раздельному 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.

## **II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**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.**

Организационно-экономический механизм управления отходами позволит на региональном уровне создать комплексные подходы к обращению с твердыми коммунальными отходами с внедрением принципов вторичного использования отходов как материальных ресурсов. Автор предлагает следующую структурно-функциональную модель обращения с твердыми

коммунальными отходами на региональном уровне, основанную на процессном подходе к управлению, рисунок 1.

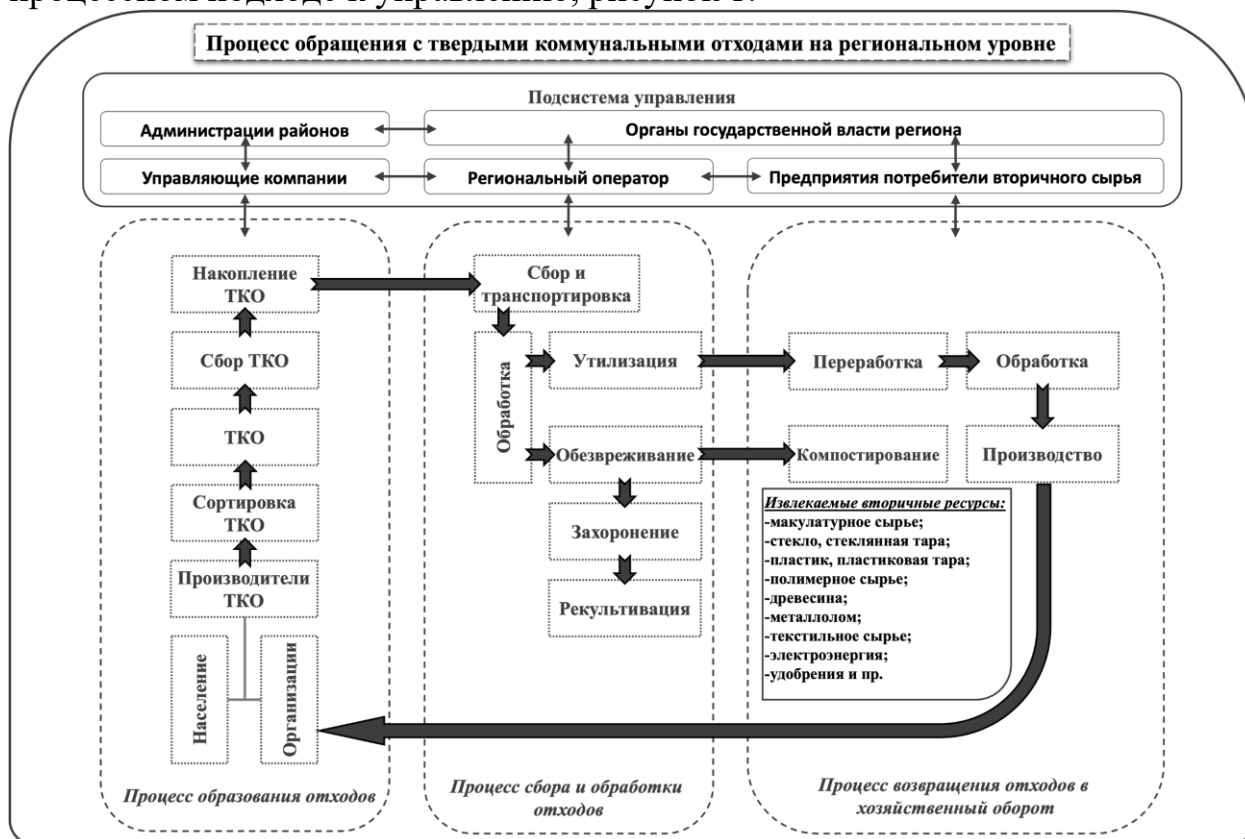


Рис. 1. Региональная модель обращения с отходами, согласно структурно-функциональным принципам

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.

Предлагаемая схема управления обращением ТКО в регионе позволяет объединить все субъекты сферы обращения с отходами. 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, что существенно снизит затраты на сырье и материалы и позволит удлинить производственный цикл.

**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.

Существующая в России система учета объемов образования отходов является несовершенной, так как можно определить проблемы в области учета и хранения статистической информации, а также затрудненность ее дальнейшего анализа и сопоставления. В исследовании предложено внедрение системы автоматизации сбора и обработки данных о сфере ТКО на принципах цифровизации на региональном и национальном уровнях и организацию контроля за раздельным сбором отходов и платежами за обращение с ТКО населением.

Автоматизированная система сбора данных в сфере обращения с ТКО представлена на рисунке 2. Предлагаемая система автоматизированного учета твердых коммунальных отходов с применением цифровых технологий будет способствовать повышению точности учета и возможности последующего построения материальных балансов по обращению с отходами на региональном уровне, что в совокупности дает возможность сформировать действующую систему управления отходами, которая будет функционировать с учетом принципов устойчивого развития региона.

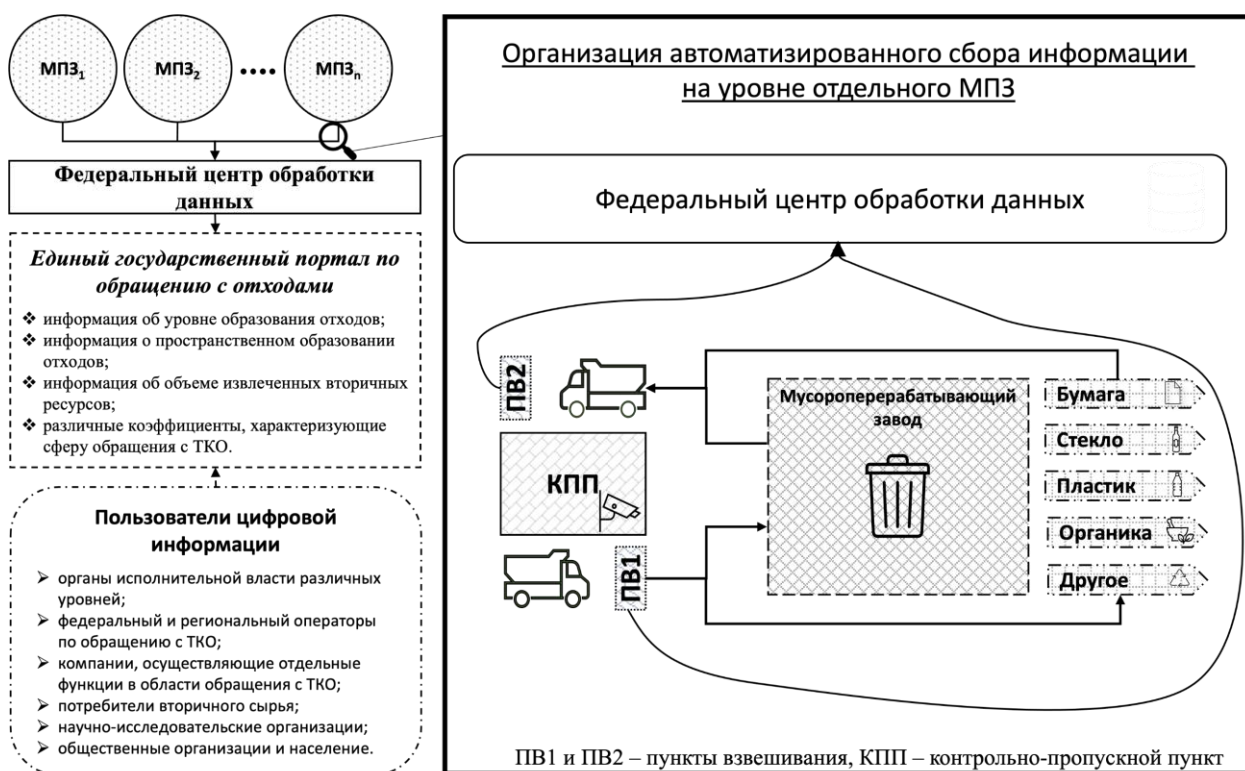


Рис.2. Автоматизированная система сбора данных о ТКО

Контроль за правильностью осуществления процессов сортировки должен быть возложен на управляющие компании. Механизм контроля правильности сортировки и выставления счетов за услугу по обращению с ТКО представлен на рисунке 3.

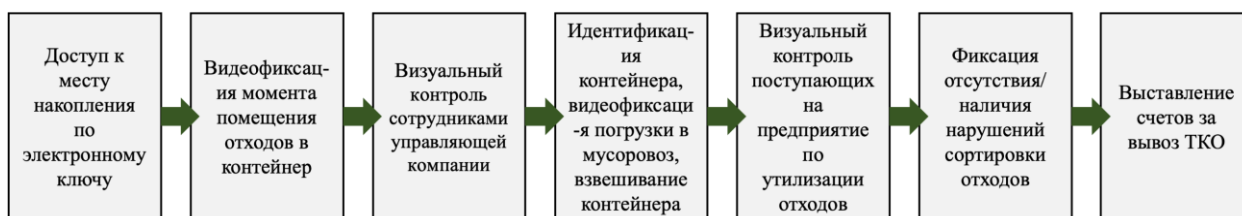


Рис. 3. Механизм контроля правильности сортировки и выставления счетов за услугу по обращению с ТКО

Доступ к площадкам накопления ТКО осуществляется по электронным пропускам и / или мобильному приложению, при входе на площадку активируется система видеонаблюдения. Это позволит фиксировать попадание на площадку и размещение отходов в нужный контейнер, а также исключить попадание на площадку посторонних лиц, в том числе кражу сортированной части отходов.

Сотрудники управляющей компании осуществляют визуальный контроль накопленных в контейнерах отходов, что позволит оценить правильность сортировки, предотвратить попадание в общий кузов мусоровоза неверно сортированных отходов и исключить их порчу, выявить нарушителей. 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.

В случае выявления нарушений сотрудники управляющей компании осуществляют просмотр видео с целью поиска нарушителя. Информация о количестве вывезенных отходов отображается в мобильном приложении, что помогает жителям ориентироваться в предполагаемой величине будущего платежа.

Данные процессы позволяют осуществлять эффективное обращение с отходами на региональном уровне, а также позволят создать механизмы экономического стимулирования всех участников процесса к созданию комплексной системы обращения с ТКО и повышения эффективности использования отходов.

**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.**

Анализ рисков, связанных с внедрением или отказом от внедрения отдельного сбора отходов в разрезе субъектов сферы обращения с отходами

и социального, экологического и экономического аспектов, позволил определить, что экологические риски возможны преимущественно из-за введения в действие стратегии отказа от внедрения раздельного сбора и накопления отходов.

В исследовании были определены релевантные риск-факторы, формирующие экологический риск. Величина влияния каждого отдельного фактора может быть измерена с помощью установленных показателей, характеризующих рассматриваемый фактор. Автор предлагает использовать следующие факторы и расчетные формулы для количественной оценки экологического риска в регионе (таблица 1).

Таблица 1. Перечень показателей для количественной оценки факторов экологического риска

№ п/п	Показатель	Расчетная формула
1	Среднегодовой коэффициент роста объема вывоза ТКО, б.р.	$\bar{K}_{\text{роста}} = \frac{\sum_{i=m}^n K_{\text{роста}i}}{n}, \quad (1)$ <p>где:  <math>\sum_{i=m}^n K_{\text{роста}i}</math> – сумма n-коэффициентов роста совокупности, б.р.;  n – численность совокупности, шт.</p>
2	Интегральная оценка эффективности работы региона по предупреждению образования несанкционированных свалок и их ликвидации, б.р.	$X_{\text{инт}} = K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.н.п.}} + K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.нов.}}, \quad (2)$ <p>где:  <math>K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.н.п.}}</math> – коэффициент роста количества несанкционированных свалок на конец периода, б.р.;  <math>K_{\text{роста}}^{\text{несанкц.нов.}}</math> – коэффициент роста количества несанкционированных свалок, выявленных за период, б.р.</p>
3	Доля направленных на утилизацию ТКО, %	$d_{\text{утилизации}} = \frac{a_{\text{утилизированных}}}{a_{\text{вывезенных}}} * 100\%, \quad (3)$ <p>где:  <math>a_{\text{утилизированных}}</math> – количество ТКО, направленных на утилизацию в рассматриваемом периоде, тонн;  <math>a_{\text{вывезенных}}</math> – общее количество вывезенных ТКО за период, тонн.</p>
4	Коэффициент роста выбросов в атмосферу, связанных со сбором, обработкой и утилизацией отходов, б.р.	$K_{\text{роста}}^{\text{атм}} = \frac{a_{\text{выбр.атм.}i}}{a_{\text{выбр.атм.}i-1}}, \quad (4)$ <p>где:  <math>a_{\text{выбр.атм.}i}</math>, <math>a_{\text{выбр.атм.}i-1}</math> – количество выбросов в атмосферу, связанные со сбором, обработкой и утилизацией отходов в отчетном и предшествующем отчетному периодах, тонн.</p>
5	Коэффициент роста количества нарушенных земель связанных с размещением отходов, б.р.	$K_{\text{роста}}^{\text{нар.зем.}} = \frac{S_{\text{нар.зем.}i}}{S_{\text{нар.зем.}i-1}}, \quad (5)$ <p>где:  <math>S_{\text{нар.зем.}i}</math>, <math>S_{\text{нар.зем.}i-1}</math> – площадь нарушенных земель, связанных со сбором, обработкой и утилизацией отходов и обработкой вторичного сырья в отчетном и предшествующем отчетному периодах, га.</p>

## Окончание таблицы 1

6	Доля населения подверженного негативному воздействию, %	$a_{\text{НПНВ}} = \frac{a_{\text{НПНВ}}}{a_{\text{общая}}} * 100\% , \quad (6)$ <p>где:  <math>a_{\text{НПНВ}}</math> – численность населения подверженного негативному воздействию, чел.;  <math>a_{\text{общая}}</math> – общая численность населения, чел.</p>
7	Оценочное количество пожаров на территориях свалок, шт.	$a_{\text{пож.}}^{\text{свалки}} = a_{\text{общ.от}} * 0,75\% , \quad (7)$ <p>где:  <math>a_{\text{общ.от}}</math> – общее количество пожаров на открытых территориях, шт.;  0,75 – процент пожаров на свалках от общего количества пожаров на открытых территориях.</p>
8	Площадь свалок, приходящаяся на душу населения, м <sup>2</sup> /чел	$S_{\text{свалок/чел}} = \frac{\sum S_{\text{свалки}i}}{a_{\text{общая}}} , \quad (8)$ <p>где:  <math>S_{\text{свалки}i}</math> – площадь i-ой свалки, м<sup>2</sup>;  <math>a_{\text{общая}}</math> – общая численность населения, чел.</p>
9	Остаточное время работы полигонов, мес.	$T_{\text{ост}} = \frac{V_{\text{ост}}}{V_{\text{мес}}} , \quad (9)$ <p>где:  <math>V_{\text{ост.}}</math> – остаточная мощность свалок, тонн;  <math>V_{\text{мес.}}</math> – среднемесячный объем вывоза ТКО, тонн.</p>

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.

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.

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

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

Нормативные значения были определены методом экспертных оценок, таблица 2.

Таблица 2. Нормативные значения уровня риска

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

Полученная оценка величины риска отображается на матрице «Вероятность-Масштаб (тяжесть последствий)» и даются рекомендации в соответствии с полученными результатами (рисунок 4).



Рис. 4. Матрица рисков «Вероятность-Масштаб»

Апробация предлагаемой методики оценки экологических рисков в модельных регионах позволяет заключить, что в подавляющем большинстве регионов существуют значительные экологические риски, связанные с обращением с отходами. Практически во всех рассматриваемых регионах

наблюдается низкий уровень утилизации отходов с одновременно высокими темпами роста объемов вывоза ТКО. Предлагаемая методика оценки экологических рисков соответствует современным тенденциям в управлении отходами, направленных на устойчивое развитие и требующих учитывать экологический фактор и минимизировать ущерб, наносимый окружающей среде.

**4. Разработаны экономические механизмы стимулирования населения регионов к использованию отходов как вторичных материальных ресурсов, 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.**

**1. Методика расчета ущерба, наносимого окружающей природной среде при обращении с ТКО в регионе**

Эффективность проводимых мероприятий и системы обращения в целом, с точки зрения соответствия целям устойчивого развития, предлагается оценивать с помощью системы удельных показателей ущерба, причиняемого 1-тонной отходов при обращении с ней тем или иным способом. Для проведения оценки, автор предлагает использовать следующую систему удельных показателей ущерба, затрагивающих 4 вида негативного влияния на окружающую природную среду: при захоронении отходов, в результате процессов энергетической утилизации, при рециклинге отходов, при использовании методов компостирования ТКО.

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 (таблица 3).

Исходя из этого, общая оценка экологического ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с ТКО в регионе, рассчитывается по следующей формуле:

$$U_{\text{общ}} = M_{\text{отх}}^{\text{зах}} * U_{\text{зах}}^{\text{уд}} + M_{\text{отх}}^{\text{ЭУ}} * U_{\text{ЭУ}}^{\text{уд}} - M_{\text{отх}}^{\text{РиК}} * U_{\text{РиК}}^{\text{пр}}, \quad (10)$$

где:

$U_{\text{общ}}$  – 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;

$U_{\text{зах}}^{\text{уд}}$  – удельный ущерб окружающей среде от захоронения тонны ТКО, руб./усл.т.;

$M_{\text{отх}}^{\text{ЭУ}}$  – масса отходов, подвергшихся энергетической утилизации, тонн;

$U_{\text{ЭУ}}^{\text{уд}}$  – 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;

$U_{\text{РиК}}^{\text{пр}}$  – удельный предотвращенный ущерб окружающей среде при рециклинге и / или компостировании тонны ТКО, руб./усл.т.

Таблица 3. Оценка ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с ТКО в рассматриваемых регионах в 2022 году, млн. руб.

Регион	Общая стоимостная оценка экологического ущерба, нанесенного окружающей среде при обращении с ТКО в регионе в 2022 году	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	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
Санкт-Петербург	60 580,25	70 555,44	44 762,95
Ленинградская область	18 372,74	21 061,09	14 109,93
Мурманская область	17 443,05	19 076,02	14 865,64
Архангельская область	17 836,49	20 107,13	14 269,19
Новгородская область	12 792,29	14 649,52	9 898,11
Рязанская область	35 042,23	40 145,11	27 078,08
Воронежская область	310 472,14	354 965,59	244 131,94
Краснодарский край	601 820,06	684 274,95	478 748,48
Волгоградская область	302 398,66	344 010,11	240 176,71
Оренбургская область	112 679,52	128 545,05	88 907,47
Новосибирская область	42 258,78	47 874,32	33 436,49
Сахалинская область	10 385,68	11 742,22	8 266,16

Апробация предлагаемой методики оценки ущерба, наносимого окружающей среде при обращении с отходами на выборке регионов, дала следующие результаты:

- направление дополнительного объема ТКО, в размере 10% от общего объема образования, на энергетическую утилизацию увеличивает размер общего экологического ущерба, наносимого окружающей среде более чем на 10%;

- направление дополнительного объема ТКО, в размере 10% от общего объема образования, на рециклинг и/или компостирование снижает размер общего экологического ущерба, наносимого окружающей среде более чем на 20%.

Разработанная методика оценки ущерба при обращении с отходами позволяет выбрать оптимальную и эффективную стратегию обращения с отходами в регионах, что способствует их социально-экономическому развитию.

## 2. Методика расчета платы за обращение с ТКО

Отсутствие единой методики расчета величины платы за услугу по обращению с ТКО не позволяет осуществить более точные расчеты платы за вывоз ТКО для отдельных субъектов сферы обращения с отходами. Как показали исследования автора, применение подхода к расчету размера платы исходя из площади занимаемого помещения, а не из количества проживающих, обусловило установление высоких цен на обращение с ТКО в ряде рассмотренных регионов.

На наш взгляд, наиболее правильным подходом к расчету величины тарифа является определение реального веса вывозимых отходов и расчет платы, исходя из массы вывезенных отходов. Для определения величины платы за услугу по обращению с ТКО автором предлагается использование единых методических подходов к расчету для всех регионов Российской Федерации:

$$P_i = \frac{n_i}{n} \times M \times T^{\text{отх}}, \quad (11)$$

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.

Выпадающие доходы региональных операторов могут быть восполнены реализацией вторичного сырья, образующегося вследствие раздельного сбора ТКО (таблица 4).



Таблица 4. Компенсация выпадающих доходов региональных операторов, связанная с внедрением отдельного сбора ТКО и предлагаемой методики расчета величины платы для населения, исходя из массы вывезенных отходов, млн. руб.

Регион	Суммарные платежи по текущей методике расчета	Суммарные платежи исходя из массы при отдельном сборе	Выпадающие доходы региональных операторов за счет внедрения мероприятий	Снижение расходов за счет внедрения отдельного сбора и авторской методики расчета	Потенциальная выручка от реализации вторичного сырья полученного при отдельном сборе ТКО
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

Применение данных способов расчета позволит учитывать фактическую массу ТКО и повысить точность расчетов, а также внедрить аналитические методы учета эколого-экономических показателей: анализировать величины платы за обращения с ТКО в динамике, исходя из расчетных периодов.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что введение отдельного сбора ТКО может являться отдельным видом бизнеса и источником дополнительных доходов для региональных операторов. Предлагаемая методика расчета величины платежа за услугу по обращению с ТКО, и экономический механизм стимулирования населения отдельного сбора отходов будут способствовать контролю за сбором отходов и внедрению принципов устойчивого развития и экономики замкнутого цикла.

### **III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

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.

В результате проведенного исследования автором были разработаны 2 методики оценки негативного воздействия сферы обращения с отходами на окружающую природную среду:

- методика оценки экологических рисков при обращении с отходами и на их основе определение величины рисков, характерных для конкретных регионов;

- методика оценки экономического ущерба, наносимого окружающей природной среде в процессе обращения с ТКО.

Разработанные автором методики могут быть адаптированы для других отраслей народного хозяйства и коммунальных услуг, оказываемых населению, использоваться в целях сравнительного анализа экологической эффективности сферы обращения с отходами как различных регионов, так и отдельных экологических мероприятий, реализуемых в рамках стратегий и экологических программ.

В исследовании предложен метод экономического стимулирования населения к внедрению принципов устойчивого развития региона. Предлагаемая методика будет способствовать внедрению отдельного сбора отходов, повышению уровня их переработки и контролю за сбором отходов, что способствует предотвращению несанкционированного размещения отходов.

Разработанные экономические механизмы позволяют развивать региональное обращение с ТКО, улучшать способы обращения и совершенствовать подходы к управлению отходами на региональном уровне.

#### IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России

1. Колесников, Р. В. Анализ подходов к управлению твердыми коммунальными отходами на региональном уровне // *Управленческий учет.* – 2021. – № 10–3. – С. 676–681. – 0,5 п.л.
2. 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. – 0,7 п.л.
3. 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. – 0,75 п.л.
4. Колесников, Р. В. Оценка экологических рисков при обращении с твердыми коммунальными отходами // *Экономика и предпринимательство.* – 2022. – № 11 (148). – С. 1266–1270. – 0,42 п.л.
5. Колесников, Р. В. Эколого-экономическая оценка ущерба, наносимого регионам при обращении с твердыми коммунальными отходами / М. Г. Трейман, Р. В. Колесников // *Проблемы современной экономики.* – 2023. – № 1(85). – С. 149–153. – 0,75 п.л. / 0,50 п.л. авт.

Публикации, входящие в базы цитирования Web of Science / Scopus

6. Колесников, Р.В. Процессный подход к управлению отходами в России / В. А. Бескровная, А. Н. Назарова, Р. В. Колесников // *E3S Web Conf.* – 2021. – volume 295 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/71> – 0,69 п.л. / 0,23 п.л. авт.

Другие научные публикации

7. 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. – 0,3 п.л.
8. 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. – 0,25 п.л.

9. 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. – 0,15 п.л.

10. Колесников, Р. В. Требования рынка труда к специалистам в области управления отходами в Санкт-Петербурге // Навыки вне профессий: сборник докладов Международной научно-практической конференции, 24 сентября 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2021. – С. 135–141. – 0,3 п.л.

11. Колесников, Р. В. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов: к вопросу об эффективности сжигания отходов для выработки энергии в России / Р. В. Колесников, Е. М. Фрейдкина // Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения: Материалы III Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов ЦБП, 08 ноября 2021 года. Том I. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. – С. 61–66. – 0,25 п.л. / 0,21 п.л. авт.

12. 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. – 0,2 п.л.

13. 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. – 0,15 п.л.

14. 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. – 0,15 п.л.

15. 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. – 0,15 п.л.