

На правах рукописи



**ЗАХАРОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА**

**РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА  
УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ОБРАЩЕНИЯ  
С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ**

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика  
(9. Экономика природопользования и землеустройства)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Москва – 2022 г.

Работа выполнена на базовой кафедре «Управление проектами и программами Capital Group» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова»

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент  
**Сухоруков Александр Ильич**

Официальные оппоненты: **Шевчук Анатолий Васильевич**,  
доктор экономических наук, академик  
Российской экологической академии,  
ФГБОУ ВО «Всероссийская академия внешней  
торговли Министерства экономического  
развития Российской Федерации», заместитель  
председателя Совета по изучению  
производительных сил, руководитель отделения  
проблем природопользования и экологии

**Яшалова Наталья Николаевна**,  
доктор экономических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный  
университет», заведующий кафедрой экономики  
и управления

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Байкальский институт  
природопользования Сибирского отделения  
Российской академии наук

Защита диссертации состоится 28 февраля 2023 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета 24.2.372.08 на базе ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова» по адресу: 117997, Москва, Стремянный пер., 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном Центре имени академика Л.И. Абалкина ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на сайте организации: <http://ords.rea.ru/>.

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

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.372.08  
кандидат экономических наук

Каллаур Галина Юрьевна

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

**Актуальность темы исследования.** В Национальном проекте «Экология», утвержденном Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 24 декабря 2018 г., определены национальные цели и стратегические задачи на период до 2024 года по эффективному обращению с отходами производства и потребления, включая ликвидацию всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных свалок в границах города<sup>1</sup> и повышение доли твердых коммунальных отходов, направленных на обработку в общем объеме образованных твердых коммунальных отходов. Сейчас эта доля составляет 3 %, к 2024 году запланировано увеличение данного показателя до уровня 60 %, а к 2030 году – до 100 %.

В рамках постановления Правительства Москвы с 1 января 2020 г. в городе стартовал первый этап реализации мероприятий по обеспечению раздельного сбора (накопления) твердых коммунальных отходов (далее – ТКО)<sup>2</sup>.

Согласно исследованиям, проведенным в рамках разработки территориальной схемы обращения с отходами объём ТКО, образуемых в городе Москве, в 2020 году составил около 8,09 млн. тонн<sup>3</sup>.

Положениями Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» захоронение отходов в границах населенных пунктов запрещено. Действующие объекты размещения отходов на территории города отсутствуют.

Все приведенные нормативно-правовые документы необходимы, чтобы повысить эффективность бизнес-процессов обращения с ТКО, уменьшая их стоимость за счет реализации принципов экономики замкнутого цикла, т.е. продажи вторичных материальных ресурсов, и учитывая экологический ущерб, что способствует рациональному природопользованию. Поэтому актуальность темы исследования связана с развитием организационно-экономического механизма управления комплексом обращения с ТКО за счет цифрового моделирования бизнес-процессов и их оптимизации.

**Степень разработанности темы исследования.** Вопросы в области экономики природопользования и охраны окружающей среды отражены в работах А. А. Гусева, Е. В. Зандер, Л. Г. Мельника, Н. Н. Лукьянчикова, А. Л. Новоселова, И. М. Потравного, С. И. Носова, Н. П. Тихомирова, В. А. Умнова и др.

Исследования в области циркулярной экономики и сферы обращения с отходами рассматривались в работах Л. А. Мочаловой, И. Ю. Новоселовой, М. С. Кубаревой, В. М. Петухова, А. А. Лебедевой и др.

---

<sup>1</sup> Национальный проект Экология. Национальные проекты: целевые показатели и основные результаты. URL: <http://static.government.ru/media/files>

<sup>2</sup> № 734-ПП от 18.06.2019 «О реализации мероприятий по раздельному сбору (накоплению) твердых коммунальных отходов в городе Москве»

<sup>3</sup> Распоряжение Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы № 01-01-14-590/19 от 26.12.2019 «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами города Москвы»

Проблемам оптимизации системы управления и совершенствования экономических механизмов природопользования посвящены исследования ряда отечественных и зарубежных ученых – К. Г. Гофмана, П. В. Касьянова, В. К. Резанова, А. А. Аверченкова, Т. А. Акимовой, О. Ф. Балацкого, С. Н. Бобылева, И. П. Глазыриной, Г. Е. Мекуш, Г. А. Моткина, Н. В. Чепурных и др.

Вопросы информационного моделирования и эффективности автоматизации бизнес-процессов исследовались в работах С. С. Бачуриной, Н. Д. Корягина, А. И. Сухорукова, Г. Ю. Каллаур, В. В. Масленникова, Ю. В. Ляндау и др.

Вместе с тем, недостаточно исследован данный вопрос с точки зрения процессного подхода, включающего системное моделирование бизнес-процессов на принципах экономики замкнутого цикла и с учетом оценки экологического ущерба для повышения устойчивости управления комплексом ТКО.

**Цель диссертационной работы** состоит в научном обосновании и разработке нового методического подхода к развитию организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО на основе цифрового моделирования бизнес-процессов с учетом экологического ущерба и включения во вторичный оборот продуктов переработки ТКО для повышения эффективности рационального природопользования.

**Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:**

— анализ отечественного и зарубежного опыта в области организации бизнес-процессов обращения с ТКО;

— описание и классификация основных бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО;

— формализация и цифровое имитационное моделирование типовых устойчивых бизнес-процессов управления комплексом обращения с ТКО;

— разработка методики расчета стоимости устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО с учетом экологического ущерба и принципа экономики замкнутого цикла;

— апробация методики оценки стоимости устойчивых бизнес-процессов обращения ТКО в цифровой модели управления комплексом обращения с ТКО на примере территориальных схем Москвы и Московской области;

— разработка предложений по развитию организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО в результате анализа цифровых моделей территориальных схем.

**Объектом исследования** является организационно-экономический механизм управления комплексом обращения с ТКО.

**Предметом исследования** являются устойчивые бизнес-процессы комплекса обращения с ТКО.

**Область исследования.** Диссертационная работа соответствует Паспорту научной специальности Высшей аттестационной комиссии при Министерстве

науки и высшего образования Российской Федерации по специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (9. Экономика природопользования и землеустройства) по пунктам: 9.7. Разработка и совершенствование методов и методик экономической оценки и компенсации ущерба окружающей среде; 9.8. Экономические аспекты утилизации отходов. Анализ состояния и определение возможностей использования вторичных ресурсов отраслей (межотраслевого комплекса); 9.11. Экологическая политика. Стимулирование экологизации экономики и повышения эффективности природопользования методами экономической политики.

**Теоретической и методологической базой** диссертации являются отечественные и зарубежные исследования в области экономики природопользования, правовые и нормативные акты по вопросам обращения с отходами.

В процессе исследования использовались статистические, методические и нормативные материалы Росстата, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, доклады и отчеты научных и проектных организаций в сфере управления природопользованием, а также результаты исследований автора.

При решении поставленных задач применялся системный анализ, статистические методы, расчетно-аналитический, экономико-математические методы, цифровое имитационное моделирование и другие.

**Научная новизна результатов исследования** заключается в научном обосновании и разработке методического подхода к развитию организационно-экономического механизма управления комплексом обращения с твердыми коммунальными отходами, базирующегося на устойчивых бизнес-процессах, стоимость которых учитывает экологический ущерб и принцип экономики замкнутого цикла – включение во вторичный оборот продуктов переработки ТКО, что позволит повысить эффективность рационального природопользования.

**Конкретные результаты, полученные соискателем, имеющие научную новизну:**

1) Обоснован приоритетный принцип экономики замкнутого цикла, заключающийся в экономической оценке включения во вторичный оборот продуктов переработки ТКО и экологического ущерба при построении организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО, базирующегося на цифровом моделировании бизнес-процессов и их оптимизации по критериям минимизации затрат регионального оператора и тарифа на вывоз ТКО для населения.

2) Предложено определение понятия устойчивых бизнес-процессов в комплексе обращения с ТКО, которое отражает способность учитывать устойчивость от любых воздействий в экономике замкнутого цикла, включая экологический ущерб и включение во вторичный оборот продуктов переработки ТКО. Выполнена их многокритериальная классификация по уровням системы управления комплексом ТКО и технологиям переработки. Синтезирована типовая цифровая модель устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с

ТКО с присвоением им показателей стоимости и продолжительности, обладающая способностью гибко адаптироваться к разным территориальным схемам и изменениям экономических, организационных и экологических условий.

3) Разработана методика определения стоимости устойчивых бизнес-процессов, включающая экономическую оценку экологического ущерба при осуществлении каждого бизнес-процесса и доходов от продажи ТКО, как вторичного сырья на переработку.

4) Предложен методический подход к развитию организационно-экономического механизма обращения с ТКО на основе совершенствования инструментария функционально-стоимостного анализа устойчивых бизнес-процессов и ABC-анализа их стоимости и сроков по принципу Парето в цифровой среде, позволяющий выявить приоритеты в инструментах, применяемых на отдельных устойчивых бизнес-процессах, управления комплексом обращения с ТКО. Разработаны практические рекомендации по развитию организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО с учетом экономических интересов регионального оператора и жителей, основанные на поэтапном перераспределении потоков ТКО на переработку при помощи инструментов целевого бюджетного финансирования.

**Теоретическая значимость диссертационного исследования** заключается в добавленных знаниях в области методов и инструментов экономики природопользования, позволяющих развить организационно-экономический механизм управления комплексом обращения с твердыми коммунальными отходами.

**Практическая значимость результатов исследования** заключается в возможности использования результатов цифрового моделирования устойчивых бизнес-процессов обращения ТКО с учетом экономики замкнутого цикла и экологического ущерба в налоговых, тарифных и корпоративных решениях стимулирования переработки ТКО.

Результаты диссертации могут быть внедрены в работу действующих региональных операторов по вывозу ТКО и мусорных полигонов крупных агломераций России, а также могут быть использованы в учебном процессе по дисциплинам в области экономики землепользования и экологического менеджмента.

Научные результаты, теоретические положения и выводы диссертации использованы:

- в хозяйственной деятельности ООО «Межрегиональный центр экологического аудита и консалтинга» (г. Москва) при проведении экологического аудита и консалтинга на предприятиях Московской области в 2021-2022 гг.;

- в учебном процессе ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» в Высшей школе менеджмента по направлению 38.03.02 Менеджмент по дисциплинам «Управление

экологическими проектами», «Управление качеством проекта», «Методы поиска и принятия инновационно-технических решений»;

- в производственной деятельности ФГАУ ОК «Архангельское» для ее трансформации с учетом отдельного накопления ТКО и дальнейшей сдачи полезных фракций на переработку.

**Апробация работы.** Основные научные положения и результаты исследования докладывались и получили одобрение на международных, всероссийских совещаниях и конференциях, основными из которых являются: Международная научно-практическая конференция "Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании" (Москва, РЭУ им. Г.В. Плеханова. 12 апреля 2020 г., 16 июня 2021 г., 08 апреля 2022 г.); Международная научно-практическая конференция студентов, магистрантов и аспирантов "Теория и практика управления: ответы на вызовы цифровой экономики" (Москва, РЭУ им. Г.В. Плеханова. 04 декабря 2020 г., 03 декабря 2021 г.); Экономическое сотрудничество в рамках ШОС: Исследование экономического развития Китая и России (Москва, март 2021 г.).

**Публикации результатов исследования.** По теме диссертации были опубликованы 15 печатных работ, объемом 53,52 печ. л. (4,94 авт. печ. л.), включая 4 статьи в журналах, которые входят в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных для публикаций основных научных результатов кандидатской диссертации. Результаты исследований отражены в монографии «Управление проектами и программами России: региональные и отраслевые аспекты» (0,92 авт. печ. л.).

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов по главам, заключения, списка использованной литературы, приложений. Работа содержит 143 страницы (с приложениями) машинописного текста, включая 33 таблицы, 44 рисунка, 9 формул, 4 приложения.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, использованный теоретико-методологический инструментарий, представлены информационная база, научная новизна и практическая значимость исследования, сведения о внедрении.

В первой главе «**Теоретические подходы к развитию организационно-экономического механизма устойчивого обращения с твердыми коммунальными отходами**» исследуются тенденции образования ТКО с учетом урбанизации, плотности и численности населения в России и за рубежом, а также свойств ТКО, анализируется опыт применения в разных странах технологий обращения с ТКО, предложена классификация технологий, рассмотрен организационно-экономический механизм управления комплексом обращения с ТКО на принципе устойчивости и с учетом действующих инструментов регулирования.

Во второй главе «**Исследование системы обращения с ТКО и цифровое моделирование ее устойчивых бизнес-процессов**» составлена классификация основных бизнес-процессов в сфере ТКО, дано определение устойчивого бизнес-процесса, проведено цифровое моделирование устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО, а также разработана методика расчета стоимости бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО с учетом экологического ущерба и приоритетного принципа экономики замкнутого цикла.

В третьей главе «**Развитие организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО на основе цифрового моделирования**» цифровая система обращения с ТКО применена на примере территориальных схем Москвы и Московской области, даны результаты оценки стоимости устойчивых бизнес-процессов и разработан методический подход и практические рекомендации по развитию организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО с учетом интересов регионального оператора и жителей многоквартирных домов.

В **заключении** диссертации сформулированы основные выводы и результаты проведенного исследования.

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

**Первое защищаемое положение.** Сформулирован приоритетный принцип построения устойчивого организационно-экономического механизма комплекса обращения с ТКО, основанный на учете экологического ущерба и включения во вторичный оборот продуктов переработки ТКО, в интересах минимизации тарифа для жителей и уменьшения стоимости бизнес-процессов для региональных операторов.

Управление комплексом обращения с ТКО напрямую связано с экономическими и социальными аспектами конкретной страны. Комплекс обращения с ТКО возможно контролировать благодаря учету прогрессирующей урбанизации. Выявлено, что состав ТКО существенно отличается в зависимости от уровня развития стран и благосостояния населения, проживающего на этой территории. Наибольшая плотность населения свидетельствует об увеличении опасности загрязнения территорий в этих субъектах в связи с производством большего количества отходов. На рисунке 1 показаны количественные потоки ТКО за 2021 год в крупных агломерациях Российской Федерации, где наблюдается самая высокая плотность населения. Потоки разделены на образование, обработку, утилизацию, обезвреживание, захоронение и выражены в тоннах.



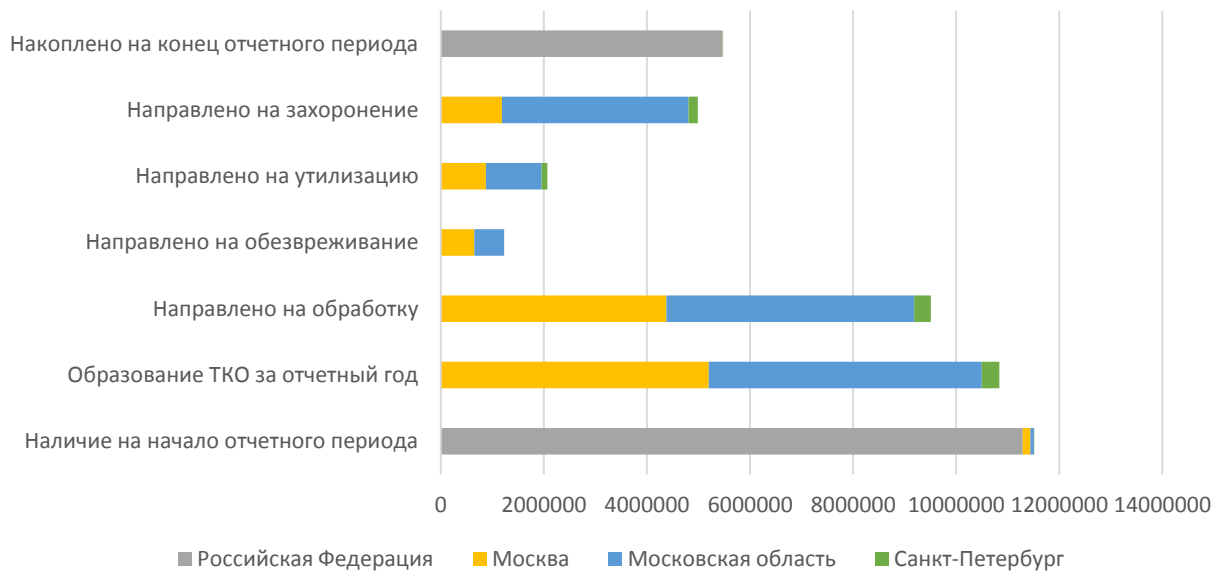


Рисунок 1. Количественные потоки образования, обработки, утилизации, обезвреживания, размещения ТКО за 2021 год, тонн

Источник: составлен автором

Система управления комплекса обращения с ТКО представлена различными процессами и субъектами (рисунок 2). Федеральный уровень представлен Министерствами и Росприроднадзором.

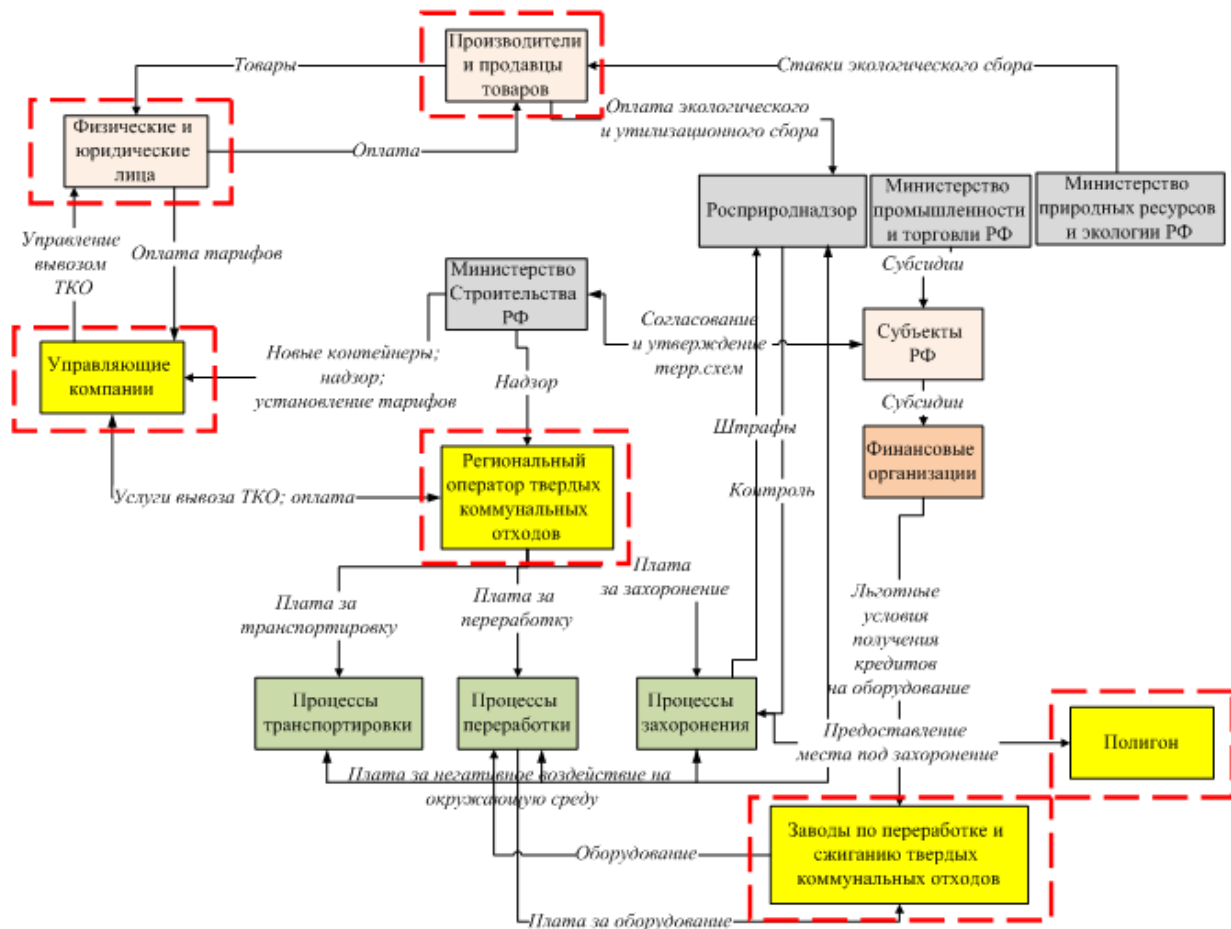


Рисунок 2. Система управления комплекса обращения с твердыми коммунальными отходами

Источник: составлен автором

Для исследования наиболее важными участниками федерального уровня представляются Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации и региональный оператор, которые контролируют региональный уровень управления, состоящий из органов государственной власти региона. В свою очередь, власти отдельного региона контролируют регионального оператора, который по договору с управляющей компанией оказывает услугу по сбору отходов из контейнеров и транспортировке их до места назначения: полигон, мусоросжигательный завод (далее – МСЗ), мусороперерабатывающий завод (далее – МПЗ). На рисунке 3 представлена схема денежных потоков для регионального оператора, на которой отражены основные доходы и расходы.

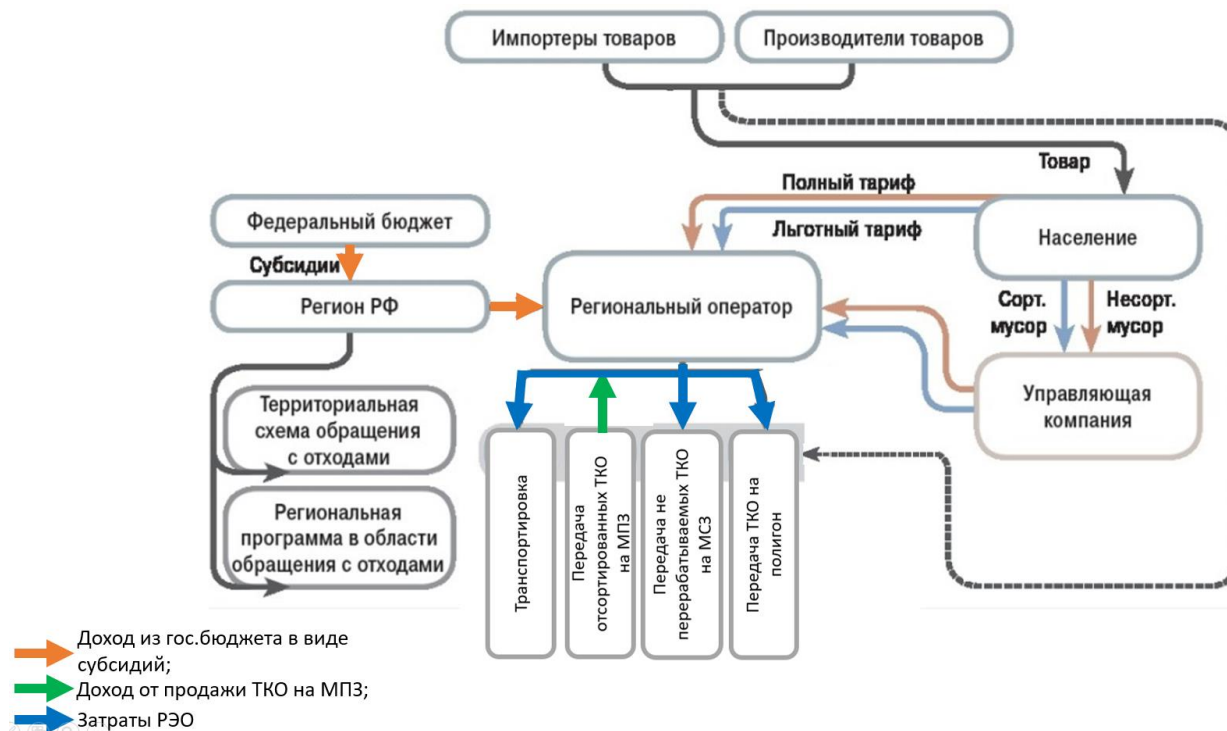


Рисунок 3. Схема доходов и расходов регионального оператора

Экономические инструменты обращения с ТКО в Европе заметно отличаются от российских. Они обычно нацелены на изменение поведения производителей ТКО, влияние на практику производителей продукции или привлечение интереса частного сектора к инвестированию в развитие объектов или услуг по утилизации ТКО. Для поддержки сферы обращения с ТКО был разработан ряд экономических инструментов.

Текущая повестка дня заключается в том, что в существующем организационно-экономическом механизме обращения с ТКО отсутствует системный учет экономики замкнутого цикла и экологического ущерба в стоимости бизнес-процессов, что не позволяет считать его устойчивым.

Так как комплекс обращения с ТКО охватывает важные процессы человеческой деятельности и зависит от прогрессирующей урбанизации, то он нуждается в совершенствовании его организационно-экономического механизма управления, который должен строиться на принципе рационального природопользования, учитывающего оценку экологического ущерба и экономику замкнутого цикла, для чего необходима системная организация

устойчивых бизнес-процессов на основе цифрового моделирования с использованием отечественного и зарубежного опыта обращения с ТКО.

**Второе защищаемое положение.** Предложена типовая цифровая модель устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО, обладающая способностью гибко адаптироваться к разным территориальным схемам.

Бизнес-процессы в сфере обращения ТКО можно представить в виде модели верхнего уровня управления и их декомпозиции на нижние уровни. При этом все бизнес-процессы делятся на 3 группы: основные, обеспечивающие и бизнес-процессы управления. Верхний уровень управления наглядно отражает всю деятельность по обращению с ТКО, который удобен для детализации системы управления и назначения ответственных за каждый бизнес-процесс. Цифровое моделирование основных бизнес-процессов предполагает выстраивание путей взаимосвязи между процессами и организациями, которые отвечают за реализацию каждого бизнес-процесса.

Все бизнес-процессы сферы обращения с ТКО представлены в виде типовой модели на рисунке 4.

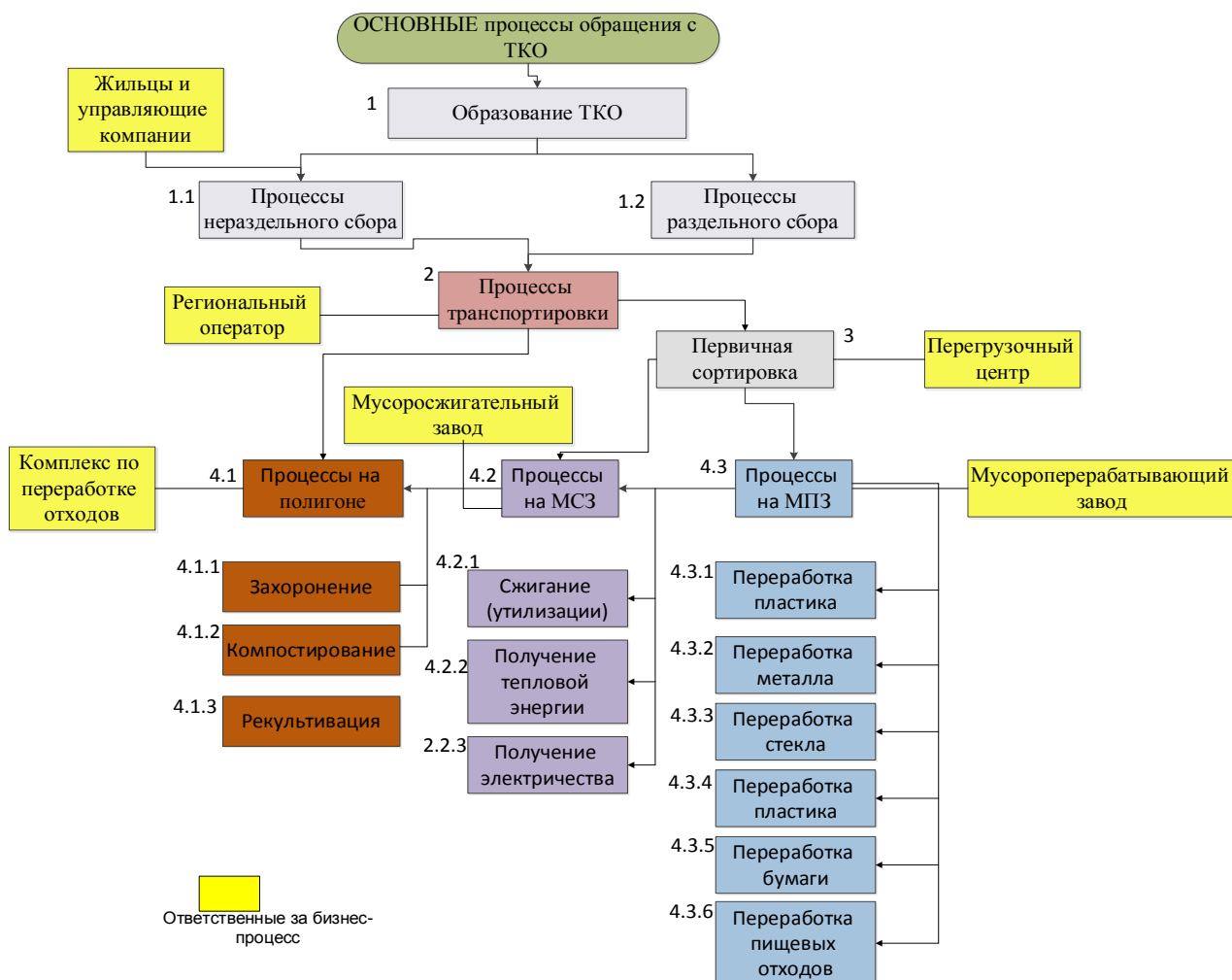


Рисунок 4. Типовая модель основных бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами

Источник: составлен автором

Обосновано, что на этапе создания адекватной цифровой модели целесообразно применять в качестве инструмента имитационное моделирование и использовать современные информационные технологии для обработки больших данных, поскольку комплекс обращения с ТКО является сложной системой и подразумевает большое количество входных и выходных данных. Использование имитационного моделирования для организации устойчивых бизнес-процессов в работе позволило учесть в системе такие факторы, как:

- принцип экономики замкнутого цикла – включение во вторичный оборот продуктов переработки ТКО;
- экологический ущерб, проявляющийся при осуществлении всех бизнес-процессов комплекса ТКО.

Будем понимать под устойчивым бизнес-процессом логически выстроенную последовательность действий в комплексе обращения с ТКО, способную учитывать устойчивость от любых воздействий в экономике замкнутого цикла, включая экологический ущерб и включение во вторичный оборот продуктов переработки ТКО. Основным признаком устойчивости является использование в их экономической оценке дополнительно двух составляющих: стоимость экологического ущерба и стоимость полученной вторичной продукции. Экологический ущерб – это не внешнее изменение, а стоимостная оценка воздействия на окружающую среду загрязнений от ТКО и измеряется в рублях.

Для экономического анализа изменений в сторону устойчивости в предложенной типовой модели основных бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО усовершенствована методика определения стоимости устойчивых бизнес-процессов, которую можно представить в виде цифрового программного аналитического продукта.

**Третье защищаемое положение. Разработана методика определения стоимости устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО.**

Для экономической оценки имитационных моделей устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО использован функционально-стоимостной анализ (далее – ФСА). Основными параметрами ФСА являются стоимость и длительность устойчивых бизнес-процессов. Исследования показали, что особенностью в стоимости моделей устойчивых бизнес-процессов является учет в расходах экологического ущерба и учет в доходах от продажи ТКО как вторсырья на переработку. Это характерно, например, с точки зрения интересов регионального оператора. Эта особенность учтена в формуле расчета стоимости устойчивых бизнес-процессов  $C_{\text{БПТКО}}$  (1).

$$C_{\text{БПТКО}} = \sum_{i=1}^n \left( C_i \text{БП} + \frac{C_i \text{УБП}}{365} - C_i \text{ДБП} \right), \quad (1)$$

где  $C_i \text{БП}$  – стоимость каждого  $i$ -го бизнес-процесса, р./сут;

$C_i \text{УБП}$  – стоимость экологического ущерба при осуществлении каждого  $i$ -го бизнес-процесса, р./г.;

$C_i \text{ДБП}$  – стоимость доходной части за счет использования ТКО, как вторичного сырья, р./сут.

$C_i$ ДБП определяют только бизнес-процессы переработки ТКО, где в качестве вторичных природных ресурсов (вторичного сырья) выступают ТКО.

Полная стоимость устойчивых бизнес-процессов  $C_i$ БП складывается из стоимости всех ресурсов, необходимых для осуществления бизнес-процессов: трудовых, материальных, машинных и управленческих.

Критерием оптимизации в этой формуле является условие, когда  $C_{\text{БПТКО}}$  стремится к  $\min$ .

Прибыль участников бизнес-процесса в формуле 1 не учитывается, т.к. ключевые бизнес-процессы затратные, и прибыль появляется только в устойчивых бизнес-процессах продажи ТКО, как вторичного сырья.

Стоимость доходной части за счет повторного использования вторичных ресурсов  $C_i$ ДБП будет представлять собой расчет между мусороперерабатывающим заводом (далее – МПЗ) и региональным оператором, когда МПЗ приобретает ТКО у регионального оператора (формула (2)). Эту стоимость можно приравнять к стоимости потребления вторичных природных ресурсов  $Ст_{\text{ВР}}$  для конкретного бизнес-процесса, например, переработки ТКО. Такой подход интересен в случае сравнения стоимости всех бизнес-процессов регионального оператора с начислениями в платежках, которые оплачивают, например, жильцы за вывоз ТКО.

$$C_i\text{ДБП} = M_{\text{ТКОпер}} \times C_{\text{ТКОпер}}, \quad (2)$$

где  $C_i$ ДБП – стоимость доходной части за счет повторного использования ТКО, как вторичного сырья, р./сут;

$M_{\text{ТКОпер}}$  – масса ТКО, отправляемая на переработку, т/сут;

$C_{\text{ТКОпер}}$  – стоимость продажи 1 т на МПЗ, р./т.

Для расчета стоимости устойчивых бизнес-процессов для любой формируемой территориальной схемы обращения с ТКО целесообразно использовать формулу (1), которая включает в себя учет экологического ущерба по формуле (3). Экологический ущерб за год рассчитывается по известным методикам и затем приводится к одним суткам, как этого требует имитационная модель.

$$C_{i\text{УБП}} = \Omega_{\text{ЗА}} Y_{\text{АФ}} \sum_{j=1}^k A_j m_j + \Omega_{\text{ЗВ}} Y_{\text{В}} \sum_{j=1}^k B_j \sum_{j=1}^k N_j V_j + Y_{\text{П}} \Omega_{\text{ЗП}} \sum_{j=1}^k P_j m_j, \quad (3)$$

где  $\Omega_{\text{ЗА/ЗВ/ЗП}}$  – коэффициент относительной опасности загрязнения атмосферы/водоема/почвы;

$Y$  – удельный ущерб, или ущерб, который наносится окружающей среде одной тонной конкретного загрязнителя, выброшенного в атмосферу/водоем/почву за год (р./усл. т. г.);

$F$  – коэффициент, учитывающий поправку на характер рассеяния примеси в атмосфере;

$A_j, B_j, N_j, P_j$  – коэффициент относительной агрессивности, усл. т/т, или приведения примеси вида  $j$  конкретному загрязнителю;

$m_j$  – масса годового выброса, т./г.;

$V_j$  – объем годового сброса сточных вод, тыс. м<sup>3</sup>/г.

Использование формул (1) и (3) в работе позволило провести стоимостной анализ процессов обращения с ТКО в цифровой модели с помощью функционально-стоимостного анализа и метода Парето, а также учесть принцип устойчивости в экономике замкнутого цикла. В работе устойчивые бизнес-процессы отсортированы по стоимости и срокам, выявлены наиболее дорогие из них, которые, в первую очередь, и подлежат трансформации. При помощи автоматизированной системы моделирования синтезирована типовая цифровая модель устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО на примере территориальной схемы Бирюлево-Восточное г. Москвы (рисунок 5).

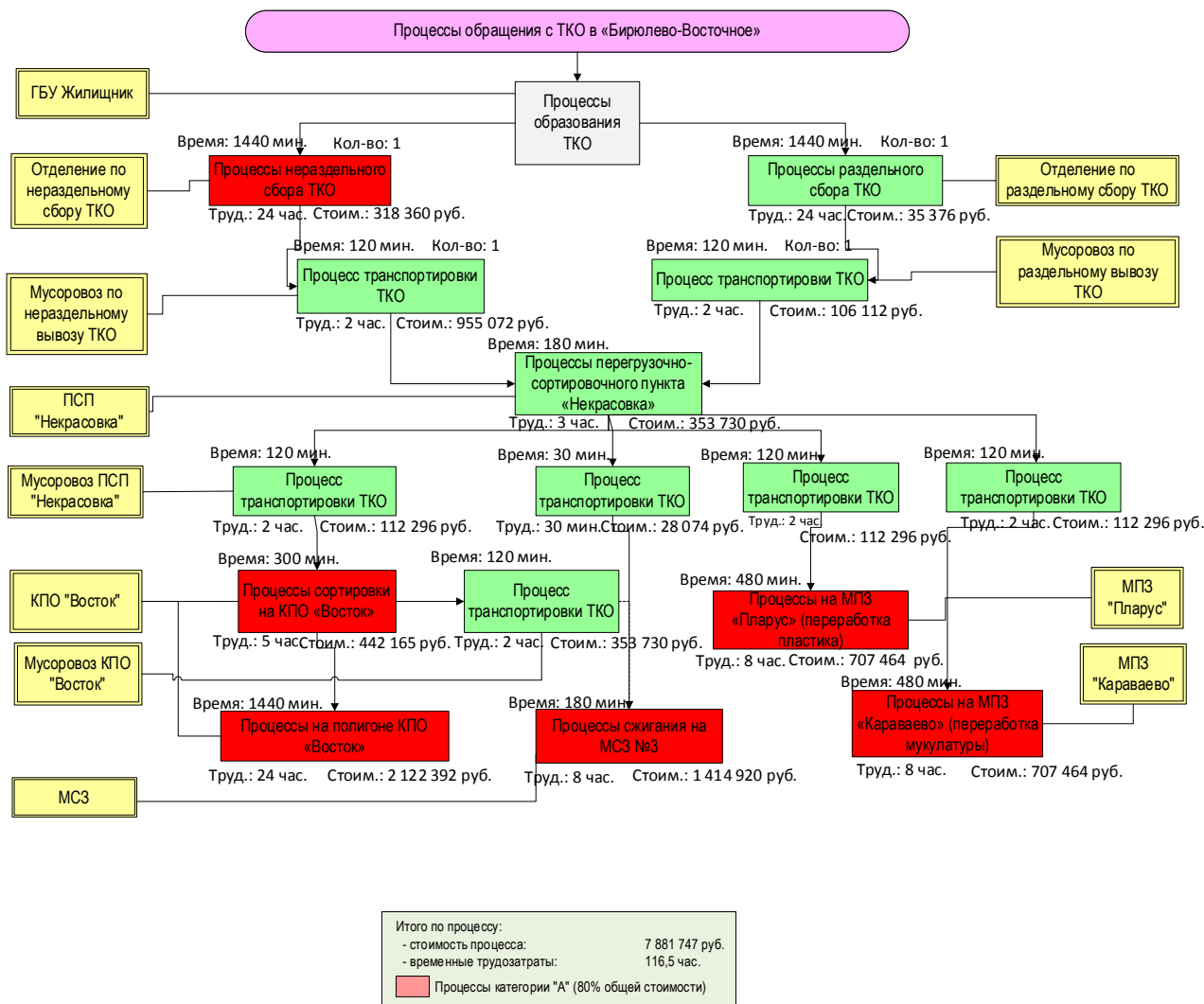


Рисунок 5. Результаты автоматизированного ФСА и АВС-анализа устойчивых бизнес-процессов территориальной схемы Бирюлево-Восточное за сутки  
Источник: составлен автором с помощью программного продукта BPM

В таблице 1 приведены данные расчета стоимости каждого  $i$ -го бизнес-процесса отдельно, затем каждого устойчивого  $i$ -го бизнес-процесса отдельно по предлагаемой методике с учетом экологического ущерба и доходной части внедрения в оборот ТКО как вторичного сырья.

Таблица 1 – Расчет стоимости устойчивых бизнес-процессов (УБП) по предлагаемой методике для территориальной схемы обращения с ТКО Бирюлево-Восточное

Код	Процесс и подпроцессы	Стоимость УБП р./сут $C_i$ БП	Экологический ущерб, р./сут			Стоимость доходной части, р./сут $C_i$ ДБП	Стоимость УБП, р./сут $C_{\text{БПТКО}}$
			Атмосфере $C_{i\text{УАБП}} = Y_A F M_A \Omega_{3A}$	Водным ресурсам $C_{i\text{УВБП}} = Y_B M_B \Omega_{3B}$	Почвам $C_{i\text{УПБП}} = Y_{\text{П}} M_{\text{П}} \Omega_{3\text{П}}$		
B2.1.1.1.	Обращение с ТКО	4739897	1719863	719219	442792	-	<b>7881747</b>
B2.1.1.2.	Процессы нераздельного сбора ТКО	271555	13468	13452	19885	-	318360
B2.1.1.3.	Процессы раздельного сбора ТКО	19526	7643	5192	3016	-	35376
B2.1.1.4.	Процессы перегрузочно-сортировочного пункта «Некрасовка»	325818	12897	12358	2657	-	353730
B2.1.1.5.	Процессы на полигоне КПО «Восток»	2041339	10004	52578	18472	-	2122392
B2.1.1.6.	Процессы сжигания на МСЗ № 3	953296	168026	57792	442792	-	1414920
B2.1.1.7.	Процессы на МПЗ «Пларус» (переработка пластика)	178856	287239	78493	162876	100000	607464
B2.1.1.8.	Процессы сортировки на КПО «Восток»	95504	195222	93517	57922	-	442165
B2.1.1.9.	Процесс транспортировки ТКО	20390	35229	23416	27077	-	106112
B2.1.1.10.	Процесс транспортировки ТКО	877103	54993	7037	15939	-	955072
B2.1.1.11.	Процессы на МПЗ «Каравачево» (переработка макулатуры)	647682	24048	33554	2180	98000	609464

Код	Процесс и подпроцессы	Стоимость УБП р./сут $C_i$ БП	Экологический ущерб, р./сут			Стоимость доходной части, р./сут $C_i$ ДБП	Стоимость УБП, р./сут $C_{\text{БПТКО}}$
			Атмосфере $C_{i\text{УАБП}}$ $= Y_A F M_A \Omega_{3A}$	Водным ресурсам $C_{i\text{УВБП}}$ $= Y_B M_B \Omega_{3B}$	Почвам $C_{i\text{УПБП}}$ $= Y_{\text{П}} M_{\text{П}} \Omega_{3\text{П}}$		
В2.1.1.12.	Процесс транспортировки ТКО	93166	5678	3619	9832	-	112296
В2.1.1.13.	Процесс транспортировки ТКО	4267	14034	4372	5401	-	28074
В2.1.1.14.	Процесс транспортировки ТКО	35182	69427	3790	3898	-	112296
В2.1.1.15.	Процесс транспортировки ТКО	93197	6778	3320	9001	-	112296
В2.1.1.16.	Процесс транспортировки ТКО	323690	16692	7336	6012	-	353730

Источник: составлена автором



Модель построена на возможности использования характеристик различных существующих электронных территориальных схем. За счет своей гибкости и настраиваемости модель может учитывать внешние и внутренние изменения, а также в нее мгновенно можно вносить корректировки.

**Четвертое защищаемое положение. Разработаны методический подход и практические рекомендации к развитию организационно-экономического механизма управления комплексом обращения с ТКО с учетом экономических интересов регионального оператора и жителей многоквартирных домов.**

В целях развития организационно-экономического механизма нужно создать условия для направления потоков ТКО на переработку. Рынок вторичных ресурсов будет развиваться, если на каждом переделе обращения с ТКО каждый субъект будет экономически заинтересован, особенно на заключительном этапе переработки отходов и их сбыта, для чего на каждом этапе предложены экономические регуляторы. Это позволит учесть принцип экономики замкнутого цикла и увеличить экономический эффект.

В соответствии с новым методическим подходом к организации устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО представлена схема устойчивой трансформации бизнес-процессов (рисунок 6), которая учитывает экологический ущерб, вторичные продукты переработки в экономике замкнутого цикла, и которая реализована в разработанной цифровой имитационной модели.

$$V = V_p + V_c + V_z, \quad (4)$$

где  $V$  – количество образованных ТКО за 24 часа, тонн;

$V_p$  – вывоз на МПЗ большей части собранных раздельным способом фракций ТКО, тонн;

$V_c$  – сжигание на МСЗ неперерабатываемых фракций ТКО, тонн;

$V_z$  – захоронение на полигоне несжигаемых фракций ТКО, тонн.

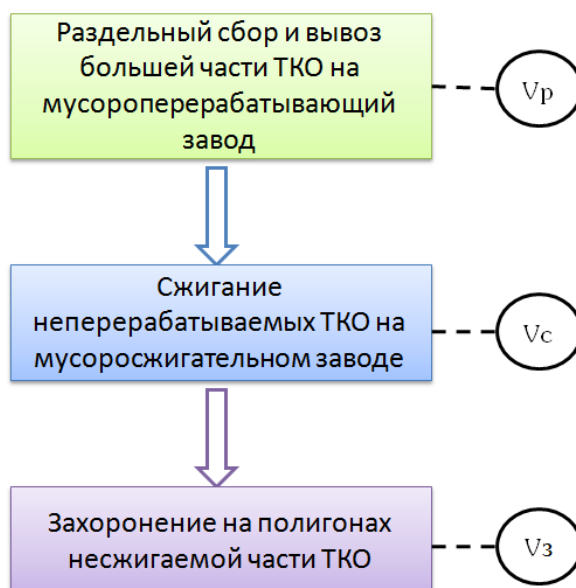


Рисунок 6. Схема устойчивой трансформации бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами

Источник: составлен автором

В этой схеме количество  $V_p$  из общего объема  $V$  должны максимально увеличиваться, количество  $V_c$  должно уменьшаться в перспективе (на первых этапах может возрасти с целью уменьшения  $V_3$ ), а доля  $V_3$  должна максимально уменьшаться в любом случае за счет относительного увеличения  $V_p$  и  $V_c$ .

С точки зрения рационального природопользования и экономики замкнутого цикла перерабатываться должны все ТКО, и только те, что не могут быть переработаны, должны утилизироваться методом сжигания. На захоронение должны поступать только неперерабатываемые, несжигаемые ТКО и твердые продукты сжигания, если их невозможно снова использовать для производства вторичных продуктов.

Организационно-экономический механизм устойчивого управления комплексом обращения с ТКО должен опираться на принцип экономики замкнутого цикла и учет экологического ущерба.

Описанная общая динамика трансформации устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО в цифровой модели проанализирована с точки зрения интересов участников этого комплекса и их взаимодействия (таблица 2).

Таблица 2 – Интерес основных сторон комплекса обращения с твердыми коммунальными отходами

Участник комплекса обращения с ТКО	Интерес
Государство	организация рационального природопользования за счет уменьшения экологического ущерба и снижения использования первичного сырья для производства товаров в экономике замкнутого цикла
Регион	решение проблем несанкционированных свалок и уменьшение размеров полигонов захоронения ТКО
Товаропроизводитель	заинтересованность снижения затрат на сырье за счет увеличения доли вторичного сырья в производстве товаров
Жильцы и организации, производящие ТКО	интерес к снижению платы за вывоз ТКО
Региональный оператор	интерес к снижению издержек за счет организации эффективного взаимодействия и непрерывного улучшения устойчивых бизнес-процессов по обращению с ТКО
Предприятие по переработке и утилизации ТКО	

Источник: составлена автором

Выполнен анализ организации устойчивых бизнес-процессов обращения с ТКО с точки зрения интересов регионального оператора на примере территориальной схемы обращения с ТКО Бирюлево-Восточное. Он является ключевым звеном между жильцами, организациями, производящими ТКО, и предприятиями по захоронению, утилизации и переработке ТКО. Для регионального оператора часть устойчивых бизнес-процессов будут затратными, а часть доходными. На рисунке 7 представлена схема экономических регуляторов устойчивых бизнес-процессов с указанным процентом увеличения или уменьшения их стоимости с точки зрения ответственных за процесс.

Распределены стоимости затрат и доходов для регионального оператора по годам в зависимости от доли перерабатываемых ТКО  $V_p$  на 2022 год – 10 %, на 2024 год – 36 % и 2030 год – 60 % в соответствии с прогнозными значениями (таблица 3) и представлены на рисунке 8 в динамике.

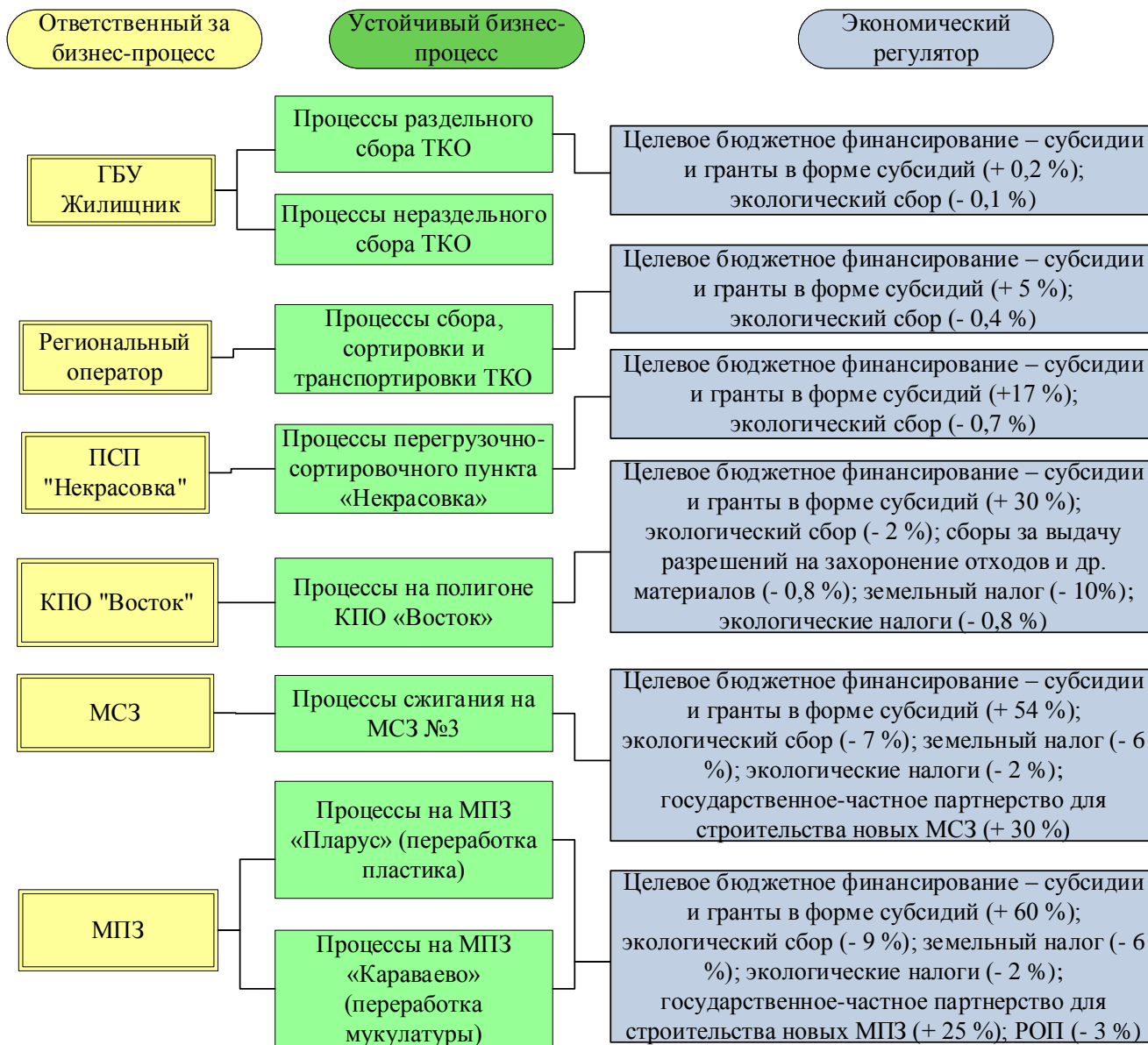


Рисунок 7. Схема экономических регуляторов устойчивых бизнес-процессов

Источник: составлена автором

Изначально устойчивые бизнес-процессы накопления смешанных и раздельных ТКО отличаются в цене на 10 %, так как инфраструктура для раздельного сбора более затратная (требуются больше контейнеров, большие площадки для контейнеров), однако общая стоимость с учетом экологического ущерба для смешанного накопления в 2022 году значительно выше за счет того, что доля смешанных отходов в этом случае составляет 90 %. Следуя обозначенной трансформации устойчивых бизнес-процессов, видно, что стоимость раздельного накопления будет стремительно расти и к 2030 году достигнет плановых значений доли  $V_p$  в 60 %.

Таблица 3 – Динамика затратной и доходной части стоимости устойчивых бизнес-процессов для регионального оператора

Показатель	Значение		
	2022 г.	2024 г.	2030 г.
Затраты, р./сут	6466807	5704347	6176885
Масса ТКО, отправляемая на переработку, т/сут	198	712	1186
Стоимость продажи 1 т ТКО на МПЗ, р./т	1000	1000	1000
Доход, р./сут	198000	712000	1186000
Общая стоимость устойчивых бизнес-процессов, р./сут	6268807	4992347	4990885
Эффективность внедрения схемы трансформации устойчивых бизнес-процессов, %	3	12	19

Источник: составлена автором

При организации устойчивых бизнес-процессов с учетом экологического ущерба и включения во вторичный оборот продуктов переработки ТКО эффект от внедрения схемы трансформации устойчивых бизнес-процессов к 2030 году для регионального оператора составит 19 %.

Исследование показало, что снижение стоимости устойчивых бизнес-процессов регионального оператора благоприятно скажется и на жильцах многоквартирных домов, тарифы для которых будут уменьшаться (рисунок 8), так как жильцы уже будут выполнять в устойчивых бизнес-процессах не роль производителей ТКО, а роль производителей ценного вторичного сырья.

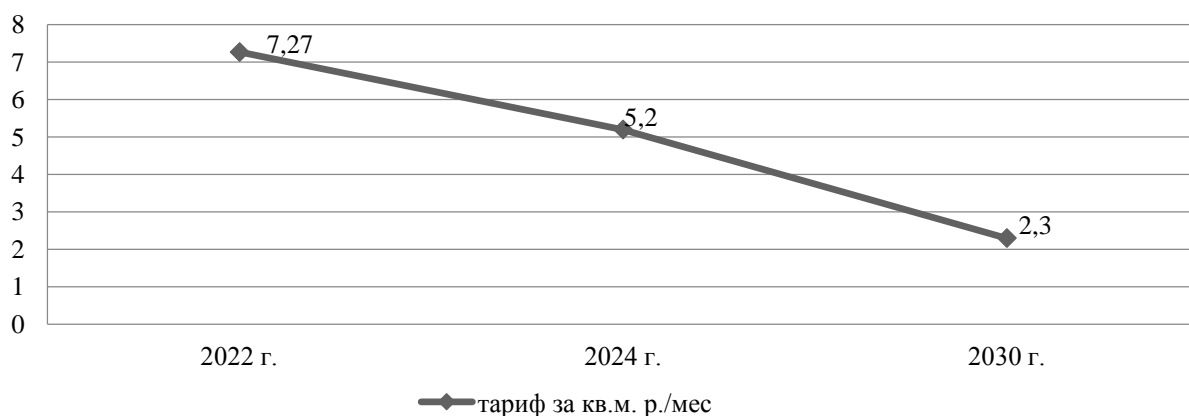


Рисунок 8. Динамика снижения тарифа за услуги вывоза ТКО в единой платежке ЖКХ в разрезе интересов жителей многоквартирных домов, рублей за 1 м<sup>2</sup> в месяц

Источник: составлен автором

Таблица 4 – Динамика стоимости устойчивых бизнес-процессов для жильцов многоквартирных домов

Показатель	Значение		
	2022 г.	2024 г.	2030 г.
Площадь жилого фонда, м <sup>2</sup>	2122200	2122200	2122200
Тариф за услуги по сбору и вывозу ТКО, р./ м <sup>2</sup>	7,27	5,2	2,3
Платеж за услуги по сбору и вывозу ТКО, р./мес	15428394	11035440	4881060
Эффективность внедрения схемы трансформации устойчивых бизнес-процессов, %	-	56	68

Источник: составлена автором

Таким образом, при организации устойчивых бизнес-процессов с учетом предлагаемых автором экологического ущерба и включения во вторичный оборот продуктов переработки ТКО эффект от внедрения схемы трансформации устойчивых бизнес-процессов к 2030 году для жильцов многоквартирных домов при неизменной площади жилого фонда составит 68 % (таблица 4).

### III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В результате анализа отечественного и зарубежного опыта в области обращения с ТКО сформулированы основания к построению организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО в виде включения во вторичный оборот продуктов переработки ТКО и учета экологического ущерба в стоимости бизнес-процессов.

2. Автором обосновано, что системная организация устойчивых бизнес-процессов требует учета тенденций образования ТКО, численности населения страны, его благосостояния, урбанизации территории, а также физико-механических свойств и химического состава отходов, определения свойств горения отходов.

3. Впервые введено определение понятия устойчивых бизнес-процессов в комплексе обращения с ТКО, которое включает в себя возможность учитывать устойчивость от любых внешних воздействий, опираясь на экологический ущерб и включение во вторичный оборот продуктов переработки ТКО.

4. Автором выполнена многокритериальная классификация бизнес-процессов по уровням системы управления комплексом обращения с ТКО и технологиям переработки, на основе которой можно моделировать типовую схему бизнес-процессов этого комплекса.

5. Впервые составлена типовая цифровая модель устойчивых бизнес-процессов комплекса обращения с ТКО с присвоением им показателей стоимости и продолжительности, позволяющая провести функционально-стоимостной анализ и оптимизацию бизнес-процессов по критерию

минимизации затрат регионального оператора и тарифа на вывоз ТКО для населения.

6. Разработана методика определения стоимости устойчивых бизнес-процессов, включающая экономическую оценку экологического ущерба при осуществлении каждого бизнес-процесса и доходов от продажи ТКО.

7. Предложен методический подход к развитию организационно-экономического механизма обращения с ТКО на основе совершенствования инструментария функционально-стоимостного анализа устойчивых бизнес-процессов, ABC-анализа их стоимости и сроков по принципу Парето в цифровой среде.

8. Разработаны практические рекомендации по развитию организационно-экономического механизма устойчивого управления комплексом обращения с ТКО с учетом экономических интересов регионального оператора и жителей многоквартирных домов, которые основаны на поэтапном перераспределении потоков ТКО на переработку при помощи целевого бюджетного финансирования.

9. Для организации устойчивых бизнес-процессов в комплексе обращения с ТКО предлагается учитывать, что:

1) Для регионального оператора часть устойчивых бизнес-процессов будут затратными, а часть доходными. Перераспределение стоимостей будет зависеть от перераспределения потоков ТКО в сторону переработки. К затратным устойчивым бизнес-процессам будут относиться все процессы регионального оператора плюс плата за захоронение на полигоне и сжигание на мусоросжигательном заводе. Затратные бизнес-процессы в настоящее время преобладают в деятельности регионального оператора. К доходным будут относиться устойчивые бизнес-процессы продажи ТКО на мусороперерабатывающие заводы как вторичных природных ресурсов для производства товаров.

2) Полигоны для захоронения отходов и мусоросжигательные заводы берут плату за свои услуги, поэтому для регионального оператора выгодно, чтобы доля ТКО на эти предприятия уменьшалась. Мусороперерабатывающие заводы, наоборот, покупают отдельно накопленное ТКО как вторичное сырье, поэтому региональному оператору выгодно организовывать устойчивые бизнес-процессы именно с ним. От эффективной организации таких устойчивых бизнес-процессов будут зависеть и интересы производителей ТКО.

3) При правильной организации раздельного сбора ТКО жильцы и организации, производящие ТКО, в этой схеме могут рассматриваться не как плательщики за услуги вывоза ТКО, а как поставщики вторсырья. Именно они берут на себя реализацию часть бизнес-процессов за раздельное накопление ТКО, что должно быть оплачено за счет снижения тарифов за вывоз ТКО.

4) В результате работы цифровой модели будут накапливаться огромные массивы информации Big Data, которые должны обрабатываться с использованием современных алгоритмов искусственного интеллекта, что упростит принятие управленческих решений, а также даст возможность

внесения экономических показателей по каждому бизнес-процессу для автоматизированной аналитики.

5) Налоговые, тарифные и корпоративные решения стимулирования переработки ТКО должны опираться на экономически обоснованные показатели, полученные с применением интеллектуальных информационных систем.

### **Основные публикации по теме диссертационного исследования**

#### **в рецензируемых научных изданиях:**

1. Захарова, Е. А. Актуальные подходы к развитию экономики замкнутого цикла в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2021. – № 5. – С. 33-44 – 1,40 печ. л. – 0,70 авт. печ. л.
2. Захарова, Е. А. Методика расчета стоимости устойчивых бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами / Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2022. – № 4. – С. 183-189 – 0,81 печ. л.
3. Захарова, Е. А. Концептуальная схема бизнес-процессов сферы обращения с твердыми коммунальными отходами в управлении природопользованием / Е. А. Захарова, Д. Баах. – Текст : непосредственный // Горизонты экономики. – 2021. – № 5 (64). – С. 77-84 – 0,49 печ. л. – 0,24 авт. печ. л.
4. Захарова, Е. А. Рекультивация земель в комплексной застройке территориями / В. И. Ресин, А. И. Сухоруков, А. А. Цыганкова, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Горизонты экономики. – 2022. – № 3 (69). – С. 61-67 – 0,48 печ. л. – 0,12 авт. печ. л.

#### **Монографии**

5. Захарова, Е. А. Управление проектами и программами России: региональные и отраслевые аспекты : Монография / В. В. Алакоз, Е. П. Ананичева, С. С. Бачурина, Т. В. Близнюкова, Е. А. Захарова и коллектив авт. – Москва : ВАЛНЕТ-ЦЕНТР, 2022. – 746 с. ISBN 978-5-504-02040-2. – Текст : непосредственный. – 47 печ. л. – 0,92 авт. печ. л.

#### **Другие издания**

6. Захарова, Е. А. Организация устойчивых бизнес-процессов вывоза твердых коммунальных отходов в гражданской авиации / А. И. Сухоруков, Н. Д. Корягин, Е. Н. Богданова, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: сб. тр. X Междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. 14-15 окт. 2021 г. – Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2021. – С. 302-309 – 0,47 печ. л. – 0,12 авт. печ. л.
7. Захарова, Е. А. Обоснование эффективного использования территории бывшего мусорного полигона / Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Теория и практика управления: ответы на вызовы цифровой экономики : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учен. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2019. – С. 518-521 – 0,23 печ. л.
8. Захарова, Е. А. Сортировка твердых коммунальных отходов как переход к

глобальным технологическим трендам / Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. – 2020. – Т. 10. – № 2 (30). – С. 117-123 – 0,61 печ. л.

9. Zakharova, E. A. Интеллектуальные системы управления отходами / Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // XXXIII Международные Плехановские чтения. 17 марта 2020 г. : сб. ст. аспирантов и молодых учен. на иностранных языках. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 185-189 – 0,29 печ. л.

10. Захарова, Е. А. Система обращения с твердыми коммунальными отходами / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. Текст : непосредственный // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании : материалы X Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 113-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова, 8-12 апр. 2020 г. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 306-311 – 0,35 печ. л. – 0,18 авт. печ. л.

11. Захарова, Е. А. Цифровая трансформация бизнес-процессов / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Цифровая экономика: тенденции и перспективы развития : сб. тез. докл. нац. научн.-практ. конф. в 2 т. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 54-57 – 0,23 печ. л. – 0,12 авт. печ. л.

12. Захарова, Е. А. Актуальное состояние проблемы управления твердыми коммунальными отходами в Москве / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Теория и практика управления: ответы на вызовы цифровой экономики : материалы XI Междунар. научн.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учен. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 293-295 – 0,17 печ. л. – 0,09 авт. печ. л.

13. Захарова, Е. А. Анализ влияния источников образования твердых коммунальных отходов на экологию в России и за рубежом / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании : материалы XI Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 25-летию юбилею каф. и 114-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2021. – С. 237-243 – 0,41 печ. л. – 0,21 авт. печ. л.

14. Захарова, Е. А. Система управления коммунальными отходами в устойчивом развитии цифровой экономики замкнутого цикла / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Теория и практика управления: ответы на вызовы цифровой экономики : материалы XII Междунар. научн.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учен. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2021. – С. 436-439 – 0,23 печ. л. – 0,12 авт. печ. л.

15. Захарова, Е. А. Цифровое моделирование устойчивой системы управления коммунальными отходами / А. И. Сухоруков, Е. А. Захарова. – Текст : непосредственный // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании : материалы XII Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 115-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова. 8 апр. 2022 г. – Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2022. – С. 271-276 – 0,35 печ. л. – 0,18 авт. печ. л.