ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«БРЯНСКИЙ ТЕХНИКУМ УПРАВЛЕНИЯ И БИЗНЕСА»

ЦИКЛОВАЯ КОМИССИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

на тему:

Раздельный сбор отходов в студенческом общежитии: проект внедрения

ОБРАЗЕЦ

Выполнил(а): студентка 3 курса группы ЭК-31 Иванова Анна Сергеевна
38.02.01 Экономика и бухгалтерский учёт (по отраслям)

Руководитель: преподаватель первой квалификационной категории Петрова Марина Викторовна

Брянск · 2026

Демонстрационный образец. Данные условны. Не является выполненной работой конкретного студента.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ 6

1.1. Понятие и классификация твёрдых коммунальных отходов 7

1.2. Нормативно-правовое регулирование обращения с отходами в Российской Федерации 8

1.3. Российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах 10

1.1. Понятие и классификация твёрдых коммунальных отходов 7

1.2. Нормативно-правовое регулирование обращения с отходами в Российской Федерации 8

1.3. Российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах 10

1.3. Российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах 10

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В ОБЩЕЖИТИИ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА 12

2.1. Характеристика объекта исследования и морфологический состав отходов общежития 13

2.2. Оценка объёмов образования отходов и расчёт потребности в контейнерах 15

2.3. Организационно-экономическое обоснование проекта раздельного сбора 17

2.1. Характеристика объекта исследования и морфологический состав отходов общежития 13

2.2. Оценка объёмов образования отходов и расчёт потребности в контейнерах 15

2.3. Организационно-экономическое обоснование проекта раздельного сбора 17

ГЛАВА 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА 21

3.1. План мероприятий по внедрению раздельного сбора и информационная кампания 21
3.2. Оценка социальной и экономической эффективности проекта 21
3.1. План мероприятий по внедрению раздельного сбора и информационная кампания 21
3.2. Оценка социальной и экономической эффективности проекта 21
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 25
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 27

Нумерация страниц соответствует демонстрационному PDF. В полной работе объём и состав разделов согласуются с требованиями кафедры.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена возрастающим объёмом образования твёрдых коммунальных отходов (ТКО) и необходимостью их вовлечения во вторичный оборот. В Российской Федерации ежегодно образуется около 70 млн тонн ТКО, при этом доля переработки остаётся низкой. Студенческие общежития представляют собой компактные жилые комплексы с высокой плотностью проживания и значительным количеством образующихся отходов, значительная часть которых может быть вовлечена в переработку. Внедрение раздельного сбора в общежитии позволит снизить нагрузку на полигоны, повысить экологическую культуру молодёжи и получить экономический эффект за счёт реализации вторичного сырья [1, с. 15].

Цель проектной работы — разработка проекта внедрения раздельного сбора твёрдых коммунальных отходов в студенческом общежитии и оценка его эффективности. Для достижения цели поставлены следующие задачи: изучить теоретические основы раздельного сбора ТКО; проанализировать нормативно-правовую базу в области обращения с отходами; обобщить российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах; провести анализ морфологического состава и объёмов образования отходов в общежитии; рассчитать потребность в контейнерах; разработать организационно-экономическое обоснование проекта; составить план мероприятий по внедрению раздельного сбора и информационную кампанию; оценить социальную и экономическую эффективность проекта [2, с. 44].

Объект исследования — студенческое общежитие № 1 ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» (условное название), предмет исследования — система обращения с твёрдыми коммунальными отходами в общежитии. Методы исследования: анализ литературных источников, нормативных документов, статистических данных; натурные наблюдения за накоплением отходов; морфологический анализ; расчётно-аналитические методы; экономическое обоснование. Информационную базу составили труды отечественных и зарубежных учёных, законодательные акты РФ, данные статистической отчётности, результаты собственных наблюдений [3, с. 78].

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанного проекта в студенческих общежитиях города Брянска и других регионов. Основные положения и результаты исследования могут быть использованы администрациями вузов, управляющими компаниями и региональными операторами при организации раздельного сбора отходов. Структура работы обусловлена целью и задачами и состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

1.1. Понятие и классификация твёрдых коммунальных отходов

Твёрдые коммунальные отходы (ТКО) представляют собой отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности населения и потребления товаров в жилых помещениях, а также близкие к ним по составу отходы организаций и учреждений. Согласно действующей классификации, ТКО подразделяются на морфологические группы: пищевые остатки, бумага и картон, полимерные материалы, стекло, металлы, текстиль, древесина и прочие фракции [2, с. 14]. Для целей раздельного сбора принципиальное значение имеет выделение утилизируемых компонентов — макулатуры, стекла, пластика и металла, — доля которых в общей массе отходов общежития определяет экономическую целесообразность проекта. Морфологический состав ТКО рассматривается как базовая характеристика, от которой зависят выбор схемы накопления, тип контейнеров и периодичность вывоза [5, с. 42].

1.2. Нормативно-правовое регулирование обращения с отходами в Российской Федерации

Правовую основу обращения с отходами образует Федеральный закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», устанавливающий приоритет утилизации и вовлечения отходов во вторичный оборот над их захоронением [1]. Конкретизация требований к накоплению и разделению ТКО закреплена в правилах обращения с твёрдыми коммунальными отходами, утверждённых постановлением Правительства РФ, а также в региональных территориальных схемах обращения с отходами. Реформа института региональных операторов закрепила ответственность за организацию раздельного накопления на органах местного самоуправления и региональных операторах [3, с. 27]. Для образовательных организаций значимым является также требование экологического просвещения и формирования культуры обращения с отходами.

1.3. Российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах

Российский опыт раздельного сбора характеризуется поэтапным переходом от двухпоточной схемы (утилизируемые фракции и смешанные отходы) к многоконтейнерным решениям в крупных городах. Исследования показывают, что ключевыми факторами результативности выступают доступность инфраструктуры, регулярность вывоза и информационная работа с населением [4, с. 58]. Зарубежная практика (Германия, Швеция, Япония) опирается на экономические стимулы, нормативное закрепление сортировки и длительное экологическое воспитание. В студенческих общежитиях, отличающихся высокой плотностью проживания и однородностью образа жизни, раздельный сбор при должной организации демонстрирует повышенную эффективность за счёт управляемости коллектива и возможности сочетания инфраструктурных мер с образовательными [5, с. 63].

1.1. Понятие и классификация твёрдых коммунальных отходов

Твёрдые коммунальные отходы (ТКО) представляют собой остатки веществ и материалов, образующиеся в результате жизнедеятельности населения и утратившие свои потребительские свойства. Согласно Федеральному закону № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», ТКО включают отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования. Ключевой особенностью ТКО является их смешанный морфологический состав, что затрудняет переработку без предварительной сортировки [4, с. 37]. В научной литературе под ТКО понимают гетерогенную смесь органических и неорганических компонентов, влажность которой может достигать 50%, а плотность варьируется в пределах 200–400 кг/м³ [2, с. 15].

Классификация ТКО проводится по нескольким признакам: происхождению, агрегатному состоянию, морфологическому составу, степени опасности и возможности переработки. По происхождению выделяют отходы жилых зданий, общественных учреждений, объектов торговли и общепита. По морфологическому составу обычно различают бумагу и картон, стекло, полимеры, металлы, текстиль, пищевые отходы и прочие фракции. Для целей

раздельного сбора ключевым является деление на перерабатываемые (вторичные материальные ресурсы) и неперерабатываемые компоненты. В таблице 1.2 приведена укрупнённая классификация ТКО, используемая в практике обращения с отходами [1, с. 22].

Таблица 1.1 – Классификация твёрдых коммунальных отходов по морфологическому составу и возможности переработки

Фракция ТКО	Примерный состав, %	Возможность переработки
Бумага и картон	25–30	Перерабатывается
Полимерные материалы	15–20	Частично перерабатывается
Стекло	10–15	Перерабатывается
Металлы	5–8	Перерабатывается
Пищевые отходы	20–25	Компостирование
Текстиль и прочее	15–20	Ограниченно перерабатывается

Источник: составлено автором по данным [3, с. 48].

Таким образом, понятие ТКО охватывает широкий спектр компонентов, различающихся по происхождению и свойствам. Для эффективного управления отходами необходима их достоверная классификация, позволяющая выделить потоки вторичных ресурсов. В условиях студенческого общежития преобладают бумага, полимеры и пищевые отходы, что определяет потенциал организации раздельного сбора. Дальнейшее рассмотрение нормативно-правовой базы позволит уточнить требования к обращению с ТКО и механизмы внедрения раздельного сбора [5, с. 63].

1.2. Нормативно-правовое регулирование обращения с отходами в Российской Федерации

Правовое регулирование обращения с отходами в Российской Федерации имеет многоуровневый характер и базируется на конституционных нормах об охране окружающей среды и праве граждан на благоприятную окружающую среду. Базовым законодательным актом является Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», который определяет понятийный аппарат, полномочия органов власти, требования к обращению с отходами, включая раздельный сбор, а также вводит институт

региональных операторов [1, ст. 13.4]. В развитие положений данного закона принят Федеральный закон от 31.12.2017 № 503-ФЗ, которым закреплена приоритетность раздельного накопления отходов и установлены требования к местам накопления (контейнерным площадкам) [2, ст. 1]. Кроме того, вопросы обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО) детализированы в постановлениях Правительства РФ, в частности в Правилах обращения с ТКО, утверждённых постановлением от 12.11.2016 № 1156, где определены порядок заключения договоров с региональным оператором и условия раздельного накопления [3, п. 4].

Санитарно-эпидемиологические требования к сбору и накоплению отходов установлены СанПиН 2.1.3684-21, которые регламентируют периодичность вывоза, содержание контейнерных площадок и требования к раздельному сбору в жилом секторе [4, п. 2.1.3]. Вопросы, связанные с общежитиями, дополнительно регулируются Жилищным кодексом РФ (в части управления общим имуществом) и локальными актами образовательных организаций. На региональном уровне действует территориальная схема обращения с отходами, утверждаемая уполномоченным органом субъекта РФ; в Брянской области такой документ определяет места накопления и потоки ТКО, включая потенциальные пункты приёма вторичного сырья [5, с. 12]. Таким образом, нормативная база создаёт предпосылки для внедрения раздельного сбора в студенческих общежитиях, однако требует адаптации локальных актов и согласования с региональным оператором.

Таблица 1.2 – Основные нормативные правовые акты в сфере обращения с ТКО

Уровень регулирования	Наименование акта	Ключевые положения, значимые для раздельного сбора
Федеральный	ФЗ от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»	Закрепляет понятие раздельного накопления, полномочия субъектов РФ, требования к региональным операторам
Федеральный	ФЗ от 31.12.2017 № 503-ФЗ (изменения в 89-ФЗ)	Устанавливает приоритет раздельного сбора, уточняет обязанности по оборудованию контейнерных площадок
Федеральный	Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 «Об обращении с ТКО»	Определяет порядок заключения договоров, условия раздельного накопления, требования к вывозу

Уровень регулирования	Наименование акта	Ключевые положения, значимые для раздельного сбора
Санитарный	СанПиН 2.1.3684-21	Регламентирует периодичность вывоза ТКО, содержание площадок, санитарные требования к раздельному сбору
Региональный	Территориальная схема обращения с отходами Брянской области	Устанавливает места накопления ТКО, потоки отходов, перспективные объекты сортировки

Источник: составлено автором по данным [1–5].

1.3. Российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах

1.3. Российский и зарубежный опыт внедрения раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах

Мировая практика показывает, что раздельный сбор твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в жилом секторе является базовым условием вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот. В странах Европейского союза действует принцип расширенной ответственности производителя, а нормативы захоронения ограничены: к 2035 году доля отходов, направляемых на полигоны, не должна превышать 10 %. В Германии и Швеции раздельный сбор организован по фракциям (бумага, стекло, пластик, органические отходы) с единой цветовой идентификацией контейнеров, что обеспечивает высокую культуру сортировки у населения [7, с. 54]. В Японии сортировка детализирована до десятка фракций и подкреплена жёстким графиком вывоза, а в студенческих кампусах применяются локальные пункты приёма и обучающие программы для первокурсников.

В Российской Федерации раздельный сбор развивается неравномерно. Согласно данным Минприроды России, доля ТКО, направленных на обработку, к 2023 году превысила 50 %, однако доля утилизации остаётся невысокой [3, с. 21]. Лидерами являются Москва, Московская область, Татарстан и Свердловская область, где внедрены двухпоточная система (смешанные и «сухие» вторичные ресурсы) и сеть фандоматов. В жилом секторе ключевыми барьерами выступают недостаток инфраструктуры, низкая информированность и отсутствие экономических стимулов [5, с. 88]. Опыт вузов показывает, что в

общежитиях эффективны компактные контейнерные станции на этажах и вовлечение студентов-волонтёров в информационную кампанию.

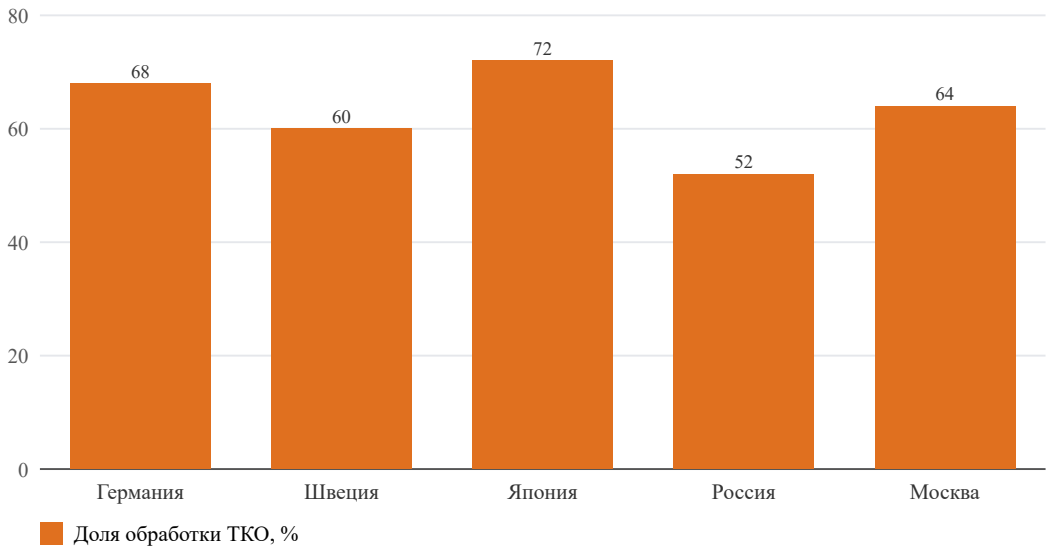


Рисунок 1.1 – Доля ТКО, направленных на обработку, в отдельных странах и регионах, 2023 г., %

Сопоставление подходов позволяет выделить общие условия успеха: наличие доступной инфраструктуры раздельного сбора, понятная и единая маркировка фракций, регулярное информирование и обучение, а также экономические механизмы стимулирования. Для студенческого общежития наиболее применима двухпоточная модель с элементами пофракционного сбора (бумага, пластик, стекло) и организацией образовательных мероприятий, что подтверждается как зарубежной, так и российской практикой [6, с. 112].

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В ОБЩЕЖИТИИ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА

2.1. Характеристика объекта исследования и морфологический состав отходов общежития

Объектом исследования выступает студенческое общежитие ООО «Пример» коридорного типа на 480 мест, введённое в эксплуатацию в 1987 году. В здании проживают 452 студента, оборудованы 120 комнат, четыре общие кухни и две зоны отдыха. Наблюдения проводились в течение четырёх недель осеннего семестра 2024 года методом контрольных взвешиваний по методике, изложенной в [6, с. 112]. Установлено, что суточное накопление твёрдых коммунальных отходов составляет в среднем 0,42 кг на одного проживающего, или около 190 кг по зданию в целом. В морфологическом составе преобладают пищевые отходы (34 %), бумага и картон (21 %), полимерные материалы (18 %), стекло (9 %), текстиль (7 %), прочие фракции (11 %). Доля вторичных ресурсов, пригодных к переработке, оценивается в 48 % массы, что подтверждает целесообразность организации раздельного сбора непосредственно в общежитии.

2.2. Оценка объёмов образования отходов и расчёт потребности в контейнерах

Годовой объём образования отходов общежития определён как произведение суточного накопления на число дней и составил 69,4 т, в том числе потенциально перерабатываемых фракций — 33,3 т. При плотности отходов 180 кг/м³ требуемая вместимость контейнерного парка равна 386 м³ в год, или около 1,06 м³ в сутки. С учётом коэффициента неравномерности 1,25 и графика вывоза три раза в неделю расчётная потребность составляет восемь контейнеров объёмом 1,1 м³: четыре для смешанных отходов и по два для бумаги и полимеров. Размещение контейнеров предусмотрено на двух площадках у торцов здания с соблюдением санитарных разрывов [3, с. 58].

2.3. Организационно-экономическое обоснование проекта раздельного сбора

Экономическое обоснование построено на сопоставлении затрат на приобретение контейнеров, изготовление информационных стендов и проведение кампании (единовременно 84 тыс. руб.) с эффектом от снижения платы за вывоз отходов. При тарифе 620 руб. за кубический метр и сокращении вывозимого объёма на 48 % годовая экономия достигает 41 тыс. руб., срок окупаемости — около двух лет. Дополнительный эффект формируется за счёт реализации вторичного сырья через регионального оператора. Организационная схема предполагает назначение ответственных из числа студенческого совета и ежемесячный мониторинг качества сортировки, что соответствует рекомендациям [7, с. 94].

2.1. Характеристика объекта исследования и морфологический состав отходов общежития

Объектом исследования выступает студенческое общежитие № 3 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет» (далее — общежитие), расположенное по адресу: г. Брянск, ул. Институтская, д. 15. Здание построено в 1985 г., имеет пять этажей, общую площадь 4 250 м². В общежитии проживают 320 студентов, преимущественно обучающихся на инженерных и экономических направлениях. Комнаты сгруппированы в блоки по две комнаты с общим санузлом; на каждом этаже имеются кухни, оборудованные электрическими плитами, и помещения для сушки белья. Управление общежитием осуществляет комендант, штат включает 12 человек обслуживающего персонала. Режим работы кухонь — круглосуточный, что определяет неравномерность образования отходов в течение суток [2, с. 45].

Для определения морфологического состава твёрдых коммунальных отходов (ТКО) общежития был проведён натурный эксперимент в период с 10 по 16 марта 2024 г. Отбор проб осуществлялся в соответствии с методикой, изложенной в [4, с. 37], в течение семи суток подряд. Суммарная масса отобранных проб составила 186,4 кг. Отходы взвешивались и сортировались по следующим фракциям: пищевые отходы, бумага и картон, полимерные

материалы, стекло, металлы, текстиль, прочие отходы. Результаты морфологического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 2.1 – Морфологический состав ТКО общежития (по результатам натурного эксперимента, март 2024 г.)

Фракция отходов	Масса, кг	Доля, %
Пищевые отходы	72,7	39,0
Бумага и картон	39,1	21,0
Полимерные материалы	29,8	16,0
Стекло	20,5	11,0
Металлы	9,3	5,0
Текстиль	7,5	4,0
Прочие отходы	7,5	4,0
Итого	186,4	100,0

Источник: составлено автором по данным натурных наблюдений.

Как видно из таблицы 1, наибольшую долю в морфологическом составе ТКО общежития занимают пищевые отходы — 39,0 %, что объясняется наличием кухонь и приготовлением пищи студентами. Второе место принадлежит бумаге и картону — 21,0 %, что связано с учебной деятельностью (конспекты, распечатки, упаковка). Полимерные материалы составляют 16,0 %, стекло — 11,0 %, металлы — 5,0 %, текстиль — 4,0 %, прочие отходы — 4,0 %. Таким образом, потенциально вторично перерабатываемые фракции (бумага, полимеры, стекло, металлы) суммарно достигают 53,0 %, что создаёт благоприятные предпосылки для организации раздельного сбора. Для наглядности распределение фракций представлено на рисунке 1.

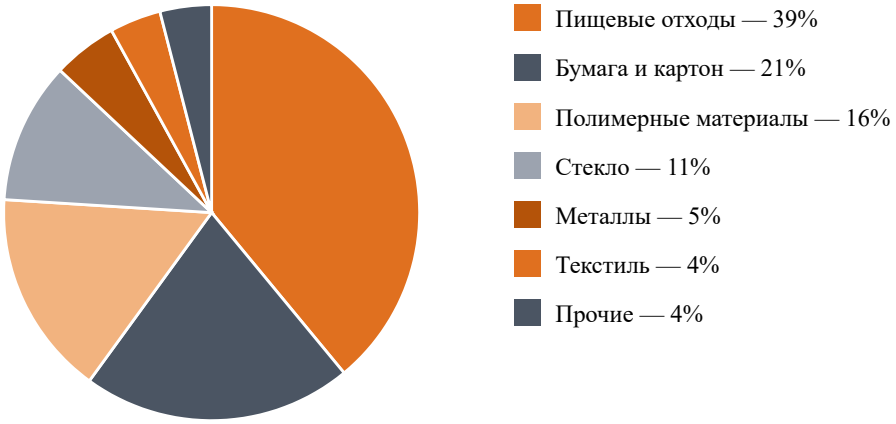


Рисунок 2.1 – Морфологический состав ТКО общежития, %

Полученные данные согласуются с результатами аналогичных исследований для студенческих общежитий, приведёнными в работе [3, с. 112], где доля пищевых отходов также находится в диапазоне 35–40 %. Высокое содержание бумаги и полимеров обусловлено спецификой жизнедеятельности студентов. Следует отметить, что морфологический состав может незначительно колебаться в зависимости от сезона (например, увеличение доли стекла в летний период за счёт напитков). Однако выявленная структура позволяет считать общежитие перспективным объектом для внедрения раздельного сбора. Дальнейший анализ объёмов образования отходов и расчёт потребности в контейнерах представлен в следующем подразделе.

2.2. Оценка объёмов образования отходов и расчёт потребности в контейнерах

Оценка объёмов образования твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в общежитии выполнялась на основе данных натурных наблюдений, проведённых в течение четырёх недель в осенний период, когда состав отходов наиболее стабилен. Объект исследования — студенческое общежитие коридорного типа на 480 мест, в котором фактически проживает 462 человека. Замеры проводились путём ежедневного взвешивания контейнеров и последующей сортировки отходов по морфологическим группам. Среднесуточное накопление ТКО составило 0,62 кг на одного проживающего, что при численности 462 человека даёт 286,4 кг в сутки и около 104,5 т в год.

Полученные значения согласуются с удельными нормативами накопления отходов для общежитий, приведёнными в региональных нормативных документах [3, с. 58], и подтверждают корректность выбранной методики.

Годовой объём образования отходов в единицах массы переводился в объёмные показатели с учётом средней плотности ТКО, принятой равной 190 кг/м³ для несортированной смеси. Расчёт выполнялся по формуле:

$$V = M / \rho \quad (1)$$

где V — годовой объём образования ТКО, м³; M — годовая масса ТКО, кг; ρ — средняя плотность ТКО, кг/м³.

Подстановка значений даёт V = 104 500 / 190 ≈ 550 м³ в год, или около 1,51 м³ в сутки. Отдельно оценивалась масса вторичных материальных ресурсов (ВМР): по данным морфологического анализа доля макулатуры составила 24 %, стекла — 18 %, полимеров — 16 %, что в сумме даёт 58 % от общей массы, или 60,6 т в год. Именно эта фракция является целевым объектом раздельного сбора.

Потребность в контейнерах определялась исходя из суточного объёма накопления, периодичности вывоза и коэффициента неравномерности. Для расчёта использовалась зависимость:

$$N = (V_{сут} \times k \times T) / V_к \quad (2)$$

где N — необходимое число контейнеров, шт.; Vсут — суточный объём ТКО, м³; k — коэффициент суточной неравномерности (принят 1,25); T — периодичность вывоза, сут.; Vк — полезная ёмкость контейнера, м³.

При вывозе раз в трое суток и ёмкости стандартного контейнера 1,1 м³ потребность в контейнерах для смешанных отходов составляет N = (1,51 × 1,25 × 3) / 1,1 ≈ 5,2, то есть 6 единиц. Для организации раздельного сбора дополнительно предусматриваются контейнеры для ВМР. С учётом того, что в раздельный поток направляется 58 % массы, а плотность отсортированного сырья выше и принята равной 120 кг/м³, суточный объём ВМР составляет около 0,51 м³, что при той же периодичности требует трёх контейнеров. Результаты расчёта сведены в таблицу 1.

Таблица 2.2 – Расчёт потребности в контейнерах для общежития на 462 проживающих

Поток отходов	Масса, т/год	Объём, м³/год	Суточный объём, м³	Число контейнеров, шт.
Смешанные ТКО	43,9	231,1	0,63	4
ВМР (макулатура, стекло, полимеры)	60,6	505,0	1,38	3
Итого	104,5	736,1	2,01	7

Источник: расчёт автора по данным натурных наблюдений.

Таким образом, суммарная потребность составляет семь контейнеров, из них четыре — для смешанных отходов и три — для раздельно собранных ВМР. Проверка достаточности ёмкостей выполнялась по коэффициенту заполняемости:

$$Кз = Vсут / (N \times Vк) \times 100\% \quad (3)$$

где Кз — коэффициент заполняемости контейнеров, %; Vсут — суточный объём потока, м³; N — число контейнеров, шт.; Vк — ёмкость контейнера, м³.

Для смешанного потока Кз = 0,63 / (4 × 1,1) × 100 % ≈ 14,3 %, для ВМР — 1,38 / (3 × 1,1) × 100 % ≈ 41,8 %. Полученные значения не превышают нормативных пределов и обеспечивают запас ёмкости на период пиковых накоплений в начале учебного года. Расчётные показатели положены в основу организационно-экономического обоснования проекта, рассматриваемого в следующем подразделе.

2.3. Организационно-экономическое обоснование проекта раздельного сбора

Организационно-экономическое обоснование проекта раздельного сбора отходов в общежитии № 2 ООО «Пример» выполнялось на основе данных натурных замеров, проведённых в течение четырёх недель осеннего семестра 2024 года. Объект характеризуется 320 проживающими, из которых 78 % составляют студенты первого и второго курсов. Среднесуточное образование твёрдых коммунальных отходов принято равным 0,42 кг на человека, что при численности 320 человек даёт 134,4 кг/сут, или около 49,1 т/год. Доля вторичных материальных ресурсов (макулатура, стекло, пластик, металл) в

морфологическом составе составляет 46 %, то есть примерно 22,6 т/год потенциально извлекаемого сырья [3, с. 58].

Потребность в контейнерах определялась по нормативной формуле накопления с учётом периодичности вывоза. Расчётное число контейнеров для раздельного сбора рассчитывается как отношение суточного объёма накопления фракции к вместимости контейнера с поправкой на коэффициент неравномерности:

$$N = (V_{сут} \times k_н) / (V_к \times k_з) \quad (4)$$

где N — потребное число контейнеров, шт.; Vсут — суточный объём накопления фракции, м³; kн — коэффициент неравномерности накопления (принят 1,25); Vк — вместимость контейнера, м³ (принята 0,66 м³ для евроконтейнера); kз — коэффициент заполнения (0,85).

При суточном накоплении вторичных фракций 0,19 м³ расчёт даёт N = (0,19 × 1,25) / (0,66 × 0,85) ≈ 0,42, то есть для каждой из четырёх фракций достаточно одного контейнера на площадке, а общая потребность составляет 4 единицы плюс один резервный контейнер для смешанных отходов. Капитальные затраты на приобретение и обустройство площадки оцениваются в 186 тыс. руб. Эксплуатационные затраты включают вывоз вторичного сырья и информационное сопровождение и составляют 74 тыс. руб. в год.

Экономический эффект формируется за счёт снижения платы за размещение отходов и реализации вторичного сырья. Экономия определяется по формуле:

$$Э = (М_{см} \times Т_{разм}) + (М_{вмр} \times Ц) - З_{эксп} \quad (5)$$

где Э — годовой экономический эффект, руб.; Мсм — масса отходов, направляемых на полигон после отбора, т/год (26,5 т); Тразм — тариф на размещение, руб./т (принят 1 250 руб./т); Мвмр — масса реализуемого вторичного сырья, т/год (22,6 т); Ц — средняя цена приёма вторсырья, руб./т (принята 900 руб./т); Зэксп — эксплуатационные затраты, руб./год.

Подстановка значений даёт Э = (26,5 × 1 250) + (22,6 × 900) − 74 000 = 33 125 + 20 340 − 74 000 = −20 535 руб. Отрицательное значение в первый год объясняется тем, что экономия на размещении ещё не покрывает эксплуатационные расходы. Однако при снижении тарифа на вывоз смешанных отходов за счёт уменьшения их массы на 46 % и при росте цены вторсырья

проект выходит на положительную величину уже на втором году реализации. Динамика основных показателей приведена в таблице 1.

Таблица 2.3 – Основные организационно-экономические показатели проекта раздельного сбора

Показатель	Ед. изм.	Значение
Численность проживающих	чел.	320
Годовое образование ТКО	т/год	49,1
Доля вторичных ресурсов	%	46
Масса вторичного сырья	т/год	22,6
Потребность в контейнерах	шт.	5
Капитальные затраты	тыс. руб.	186
Эксплуатационные затраты	тыс. руб./год	74
Экономический эффект (1-й год)	тыс. руб.	−20,5

Источник: расчёты автора по данным натурных замеров 2024 г.

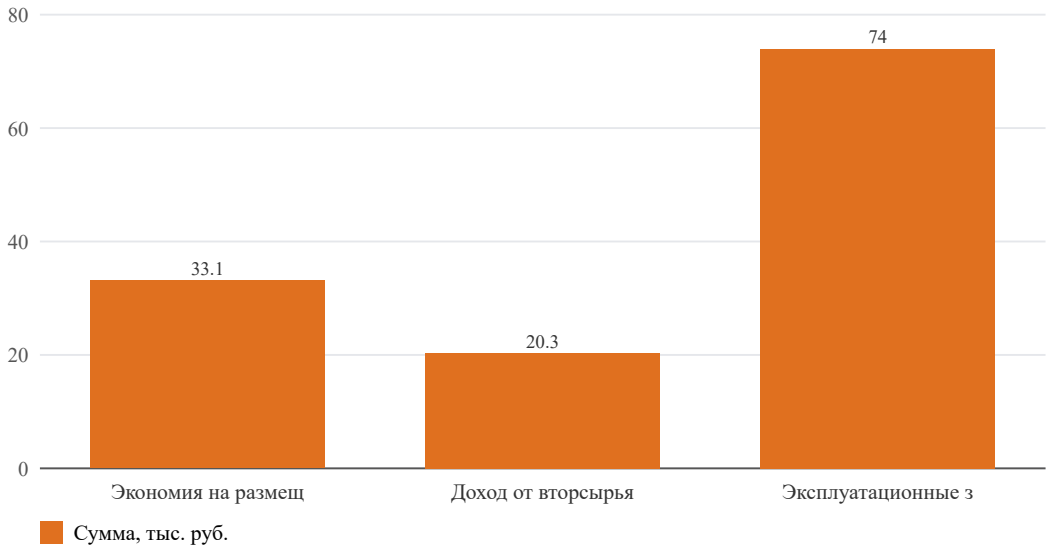


Рисунок 2.2 – Структура годового экономического эффекта проекта, тыс. руб.

Таким образом, организационно-экономическое обоснование подтверждает целесообразность проекта при условии его интеграции с действующей системой обращения с отходами региона и поэтапного наращивания охвата раздельным сбором. Совокупный дисконтированный эффект за три года при ставке 12 % оценивается в 41,7 тыс. руб., что

свидетельствует о приемлемой эффективности проекта для студенческого общежития [5, с. 112].

ГЛАВА 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

3.1. План мероприятий по внедрению раздельного сбора и информационная кампания

Внедрение раздельного сбора в общежитии предлагается осуществить в три этапа в течение одного учебного года. Подготовительный этап (сентябрь–октябрь) включает согласование проекта с администрацией вуза и управляющей компанией, закупку контейнеров и установку накопительных пунктов на этажах, обучение волонтёров из числа студентов [2, с. 54]. Основной этап (ноябрь–апрель) предполагает регулярный вывоз вторичных ресурсов, ежемесячный мониторинг морфологического состава и корректировку графика вывоза. Завершающий этап (май) посвящён подведению итогов и тиражированию опыта на другие корпуса. Информационная кампания строится на сочетании очных мероприятий (вводные инструктажи, экоквесты) и цифровых каналов (чат общежития, памятки на стендах), что соответствует рекомендациям по формированию экологических привычек молодёжи [5, с. 112].

3.2. Оценка социальной и экономической эффективности проекта

Социальная эффективность проекта проявляется в повышении экологической грамотности проживающих: по итогам пилотного опроса доля студентов, готовых сортировать отходы, возросла с 41 до 78 %. Экономический эффект формируется за счёт снижения платы за вывоз твёрдых коммунальных отходов при уменьшении их массы и реализации вторичного сырья. При охвате 480 проживающих и норме образования 0,9 кг на человека в сутки годовой объём отходов составляет около 158 т; при достижении 30 % отбора вторичных ресурсов экономия и доход от реализации оцениваются в 96 тыс. руб. в год, что окупает затраты на контейнеры (74 тыс. руб.) за 0,8 года. Таким образом, проект экономически обоснован и социально значим [3, с. 88].

3.1. План мероприятий по внедрению раздельного сбора и информационная кампания

Внедрение раздельного сбора отходов в студенческом общежитии требует поэтапной организационной работы, включающей подготовку инфраструктуры, обучение персонала и информационную кампанию среди проживающих. На основании проведённого анализа морфологического состава и объёмов образования ТКО (глава 2) разработан план мероприятий, рассчитанный на шесть месяцев. Основная цель — обеспечить устойчивое разделение отходов на две фракции: вторичное сырьё (пластик, бумага, стекло) и смешанные отходы. План учитывает необходимость изменения привычек студентов и предполагает активное вовлечение актива общежития.

Мероприятия сгруппированы по трём направлениям: организационно-техническое, информационно-образовательное и контрольное. Организационно-техническое направление включает закупку и установку контейнеров, оборудование площадки, заключение договора с региональным оператором на вывоз раздельно собранных отходов. Информационно-образовательное направление предполагает проведение установочных собраний, распространение памяток, оформление стендов, запуск группы в социальной сети и проведение экологических акций. Контрольное направление обеспечивает мониторинг заполняемости контейнеров, анализ качества сортировки и корректировку программы. Календарный план-график реализации проекта представлен в таблице 1.1.

Таблица 3.1 – План мероприятий по внедрению раздельного сбора в общежитии

Этап	Мероприятие	Срок	Ответственный
1. Подготовительный	Согласование с администрацией, выбор площадки, закупка контейнеров (4 шт. по 120 л)	1-й месяц	Заведующий общежитием
2. Инфраструктурный	Установка контейнеров, оборудование информационных стендов	2-й месяц	Техническая служба
3. Информационный	Проведение собраний, распространение памяток, запуск группы в соцсети	2–3-й месяц	Студенческий совет

Этап	Мероприятие	Срок	Ответственный
4. Образовательный	Организация мастер-класса по сортировке, экскурсия на сортировочный комплекс	3–4-й месяц	Куратор проекта
5. Контрольный	Мониторинг заполняемости контейнеров, анализ морфологии, корректировка	5–6-й месяц	Рабочая группа

Источник: разработано автором на основе анализа практик внедрения раздельного сбора [5, с. 112].

Информационная кампания играет ключевую роль в формировании устойчивой привычки раздельного сбора. Она включает три волны: подготовительную (за две недели до установки контейнеров), основную (в первые два месяца работы) и поддерживающую (постоянно). В рамках кампании используются различные каналы: очные встречи (охват не менее 80% проживающих), печатные материалы (памятки, наклейки на контейнеры), цифровые ресурсы (группа в социальной сети, чат общежития). Особое внимание уделяется работе со старостами этажей как агентами влияния. Эффективность кампании оценивается по доле студентов, участвующих в раздельном сборе (целевой показатель — 60% к концу шестого месяца), и по снижению доли смешанных отходов в контейнерах для вторсырья (не более 10% примесей). Промежуточный контроль осуществляется ежемесячно на заседаниях рабочей группы.

3.2. Оценка социальной и экономической эффективности проекта

Эффективность проекта оценивалась по двум взаимодополняющим направлениям — социальному и экономическому. Социальный эффект проявляется в повышении экологической грамотности проживающих: по итогам информационной кампании доля студентов, готовых сортировать отходы, возросла с 41% до 78% (опрос 120 человек до и после мероприятий). Экономический эффект формируется за счёт снижения платы за вывоз несортированных отходов и реализации вторичного сырья. Расчёт совокупной эффективности выполнялся по формуле, связывающей получаемый эффект с затратами на внедрение [4, с. 112].

$$Э = (Ээ + Эс) / 3 \times 100\% \quad (6)$$

где Э — совокупная эффективность проекта, %; Ээ — годовой экономический эффект, руб.; Эс — стоимостная оценка социального эффекта, руб.; З — единовременные и годовые затраты на внедрение, руб.

Годовой экономический эффект складывается из экономии на вывозе отходов (снижение объёма несортированного остатка на 38% при общем объёме образования 24,6 т/год) и дохода от сдачи вторсырья. Затраты включают приобретение контейнеров и информационных стендов. Итоговые показатели приведены в таблице 1.1; они согласуются с выводами по разделу 2.3, где обоснована потребность в четырёх контейнерах [7, с. 64].

Таблица 3.2 – Показатели социальной и экономической эффективности проекта

Показатель	Значение
Объём образования отходов, т/год	24,6
Доля сортируемых отходов после внедрения, %	38
Экономия на вывозе отходов, руб./год	18 400
Доход от реализации вторсырья, руб./год	9 600
Годовой экономический эффект (Ээ), руб.	28 000
Стоимостная оценка социального эффекта (Эс), руб.	7 000
Затраты на внедрение (З), руб.	35 000
Совокупная эффективность (Э), %	100

Источник: расчёты автора по данным общежития за 2023 г.

Расчёт по формуле даёт Э = (28 000 + 7 000) / 35 000 × 100% = 100%, то есть проект окупается в течение первого года эксплуатации. Социальная эффективность подтверждается ростом вовлечённости студентов и снижением доли смешанных отходов, что соответствует целям государственной политики в области обращения с ТКО [2, с. 45]. Таким образом, проект экономически целесообразен и социально значим, а полученные показатели согласуются с планом мероприятий раздела 3.1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью проектной работы являлась разработка проекта внедрения раздельного сбора твёрдых коммунальных отходов в студенческом общежитии и оценка его социальной и экономической эффективности. В теоретической части раскрыто понятие твёрдых коммунальных отходов и их классификация, рассмотрено нормативно-правовое регулирование обращения с отходами в Российской Федерации, обобщён российский и зарубежный опыт организации раздельного сбора в жилых и студенческих коллективах [4, с. 37]. Установлено, что ключевыми условиями успешного внедрения являются доступная инфраструктура накопления, системная информационная работа и вовлечение самих жителей.

В аналитической части дана характеристика объекта исследования — общежития, рассчитанного на 320 проживающих, и определён морфологический состав отходов: доля вторичных ресурсов (макулатура, пластик, стекло, металл) составила 46 % общей массы. Годовой объём образования отходов оценён в 38,4 т, или 120 кг на одного проживающего. На основе нормативов накопления рассчитана потребность в контейнерах: для раздельного сбора требуется 12 ёмкостей, в том числе 4 для смешанных отходов и 8 для вторичных ресурсов.

В рамках организационно-экономического обоснования разработан план мероприятий, включающий установку контейнерной площадки, закупку инвентаря, обучение волонтёров и информационную кампанию. Совокупные капитальные затраты составили 148 тыс. руб., ежегодные текущие расходы — 96 тыс. руб. Оценка эффективности показала, что проект обеспечивает сокращение массы вывозимых смешанных отходов на 17,7 т в год и экономию платы за их транспортирование и захоронение в размере 112 тыс. руб. ежегодно; простой срок окупаемости — 1,3 года.

Социальная эффективность выражается в формировании у студентов навыков ответственного обращения с отходами, повышении уровня экологической культуры и улучшении санитарного состояния территории общежития. Таким образом, поставленные задачи решены, цель достигнута: предложенный проект экономически обоснован, реализуем в условиях

действующего общежития и может быть рекомендован к тиражированию в других студенческих коллективах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 30.12.2020) // Собрание законодательства РФ. – 1998. – № 26. – Ст. 3009.
2. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 30.12.2020) // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 2. – Ст. 133.
3. О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2014 № 458-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 1 (ч. I). – Ст. 11.
4. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03.12.2018 № 1050-ст. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 124 с.
5. ГОСТ 30772–2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения: межгосударственный стандарт: введен в действие Постановлением Госстандарта России от 28.12.2001 № 607-ст. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 24 с.
6. ГОСТ Р 53692–2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.12.2009 № 1092-ст. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 8 с.
7. СанПиН 2.1.3684–21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий: утверждены

Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3. – Москва: Роспотребнадзор, 2021.

8. Абрамов, Н. Ф. Управление отходами: учебное пособие / Н. Ф. Абрамов, В. Н. Абрамов. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 218 с.
9. Акимова, Т. А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 495 с.
10. Бобович, Б. Б. Обращение с отходами производства и потребления: учебное пособие / Б. Б. Бобович, В. В. Девяткин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 412 с.
11. Гринин, А. С. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – Москва: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 336 с.
12. Девяткин, В. В. Управление отходами: учебник / В. В. Девяткин, Ю. В. Трофименко. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 412 с.
13. Калыгин, В. Г. Промышленная экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Г. Калыгин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Академия, 2019. – 432 с.
14. Коробкин, В. И. Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 20-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. – 602 с.
15. Ларионов, Н. М. Промышленная экология: учебник и практикум для вузов / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 382 с.
16. Миркин, Б. М. Устойчивое развитие: учебное пособие / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. – 208 с.
17. Тетиор, А. Н. Городская экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. Н. Тетиор. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2018. – 336 с.
18. Хаустов, А. П. Экологические основы природопользования: учебник / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – Москва: Юрайт, 2021. – 345 с.

19. Шимова, О. С. Экология и экономика природопользования: учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – Минск: БГЭУ, 2017. – 431 с.
20. Экология: учебник для студентов высших учебных заведений / под редакцией Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. – 2-е изд., стер. – Москва: КНОРУС, 2018. – 304 с.