



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Магистерская диссертация)

На тему Оценка эффективности системы обращения с твердыми
коммунальными отходами в Калужской области

Исполнитель Буренкова Анастасия Андреевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Рижия Елена Яновна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

« ___ » _____ 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Зарубежный опыт обращения с ТКО	7
1.1 Иерархия обращения с отходами	7
1.2 Обзор нормативно-правового регулирования сферы обращения с отходами в ЕС	9
1.3 Методы утилизации в странах ЕС	11
1.4 Современная статистика образования, переработки и захоронения ТКО в странах ЕС	14
2 Текущая ситуация в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Российской Федерации	18
2.1 Правовые основы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО)	18
2.2 Динамика образования, переработки/сжигания и размещения ТКО на территории РФ	20
2.3 Основные способы утилизации ТКО в РФ	25
2.4 Технологические решения проблемы обращения с ТКО	33
2.5 Оценка возможности использования зарубежных практик в России	36
3 Основные характеристики Калужской области	39
4 Анализ эффективности существующей системы обращения с отходами в Калужской области	Error! Bookmark not defined.
4.1 Сравнительная характеристика количественных показателей образования, обработки, утилизации, обезвреживания, размещения отходов	Error! Bookmark not defined.

4.2 Система накопления и сбора ТКО.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Оценка существующих объектов системы обращения с отходами на территории Калужской области	Error! Bookmark not defined.
4.4 Целевые показатели по обработке, утилизации и размещению отходов в субъекте	Error! Bookmark not defined.
4.5 Оценка эффективности реформы по обращению с ТКО в изучаемом субъектах РФ	Error! Bookmark not defined.
4.6 Выявление основных проблем системы обращения с отходами в изучаемом субъекте РФ	Error! Bookmark not defined.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ В	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	62
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	64
ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Законодательство России в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (далее ТКО) многократно изменялось. До 2018 г. в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» часто вносились различные поправки с целью перехода к прозрачной системе обращения, увеличения объема переработки ТКО, уменьшения полигонного захоронения и ликвидации незаконных свалок, но они не приводили ни к каким положительным эффектам. В 2019 году произошли новые серьезные изменения, началась «Мусорная реформа», результаты которой прописаны в нацпроекте «Экология» федерального проекта «Чистая страна». Ожидается, что к 2024 году процент утилизации составит 36%, а к 2030 г. -50% отходов. На сегодняшний же день, по разным подсчетам, на полигоны захоронения отправляется порядка 90-93% отходов, перерабатывается лишь 7-10%.

Изменения законодательства включают в себя, во-первых, новые требования к содержанию территориальных схем, где теперь должно отражаться гораздо больше информации о всех ступенях обращения с ТКО. В открытом доступе должна предоставляться информация о всех существующих объектах, специализируемых на обработке, утилизации и захоронении ТКО, их технологии, заключения государственной экологической экспертизы и обоснованные финансовые расчеты. Во-вторых, в п 2. ст. 3 стала отражена приоритетная последовательность обращения с ТКО (аналог общемировой иерархии), куда входит максимальное использование исходных материалов, предотвращение образования ТКО, снижение класса опасности отхода в источниках их образования, обработка, утилизация, обезвреживание ТКО.

Основными инструментами «Мусорной» реформы, прописанными в законодательстве, следует считать:

- институт региональных операторов;
- территориальные схемы и региональные программы;

– механизм расширенной ответственности производителя по обеспечению утилизации товаров и упаковки товаров, утративших свои потребительские свойства;

– лицензирование видов деятельности по обращению с отходами I-IV классов опасности.

Предпринятая мусорная реформа должна приблизить нашу страну к системе управления ТКО, как в Европейском союзе, страны которой являются лидерами по переработке коммунальных отходов. Однако в настоящее время проблема экологичной и законной утилизации ТКО остается острой. Во многом этому способствуют имеющиеся нарушения действующего законодательства и безответственное отношение населения к возникшей проблеме.

Актуальность темы и ее научно-прикладная значимость связаны с повышением экологических требований к жизнедеятельности современного человека и необходимостью анализа российской мусорной реформы и проблем ее реализации, которые в настоящее время изучены недостаточно.

Новизна данной работы состоит в обобщении региональных проблем реализации реформы и разработке предложений, направленных на повышение ее эффективности.

Информационную основу работы составят нормативные акты, отчеты о реализации реформы Калужской области Российской Федерации.

Объект исследования – существующая система обращения с ТКО на территории Российской Федерации.

При проведении исследования будут применяться: комплексный системный анализ, статистические методы, методы обобщения, анализа, синтеза и другие методы.

Цель работы – оценить эффективность реформы по обращению с твердыми коммунальными отходами в Калужской области Российской Федерации.

Основные задачи:

1. Провести анализ современного зарубежного опыта по обращению с отходами.
2. Сравнить результаты систем обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации до начала «мусорной» реформы 2019 года и после.
3. Провести расчет эффективности существующей системы обращения с ТКО в Калужской области на основе методики «ООН-Хэбитат».

1 Зарубежный опыт обращения с ТКО

Для анализа выбран Европейский союз, поскольку страны этого объединения славятся своей моделью управления ТКО, являются лидерами в переработке и утилизации.

1.1 Иерархия обращения с отходами

Система управления отходами в ЕС представляет собой интегрированную систему, строящуюся на нормативно-правовых и социально-экономических аспектах. Главным принципом системы является принцип устойчивого развития, который предполагает экономический рост стран с использованием экологических инноваций. Именно на нем построена европейская иерархия обращения с отходами (рис.1), которая впервые была закреплена в Рамочной Директиве по Отходам № 75/442/ЕЭС от 15 июля 1975 г. (Waste Framework Directive) [43,45].

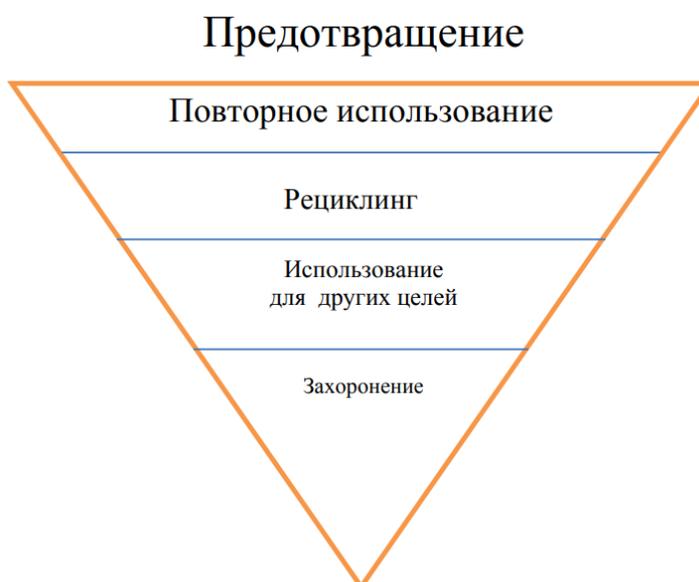


Рисунок 1 – Варианты способов обращения с отходами по мере снижения их предпочтительности в ЕС

Согласно иерархии, наиболее приоритетным направлением является уменьшение образования общего количества отходов. Оно предполагает необходимость разработки товаров таким образом, чтобы при их изготовлении, использовании, а также удалении (по истечении срока службы), образовывалось как можно меньше отходов. То есть потребуется использование меньшего количества материалов при создании продукта, увеличение сроков его эксплуатации и уменьшение содержания в нем компонентов, наносящих вред [17].

Следующая ступень - повторное применение продукции по прямому назначению. Повторное использование подразумевает любую процедуру, посредством которой вещи вновь эксплуатируются для той же самой цели. Сюда относятся различная одежда, обувь и игрушки, посуда, электроприборы и т.д. Для таких вещей создаются специальные места по типу «second hand», где осуществляется небольшой ремонт и продажа всего вышеперечисленного [43].

Далее следует так называемый «рециклинг», который предполагает все виды операций, при которых из отхода извлекаются все возможные фракции для их дальнейшего использования в качестве сырья. При этом готовая продукция может не служить своим изначальным целям.

Для рециклирования подходят: черные и цветные металлы, стекло, текстиль, пластмассы, бумага, кожи, пробки, резины, и т.д. Также отдельно всегда отбираются пищевые и растительные отходы, потому что существует специфический вид данного направления – переработка органических отходов для компостирования [17,43].

Следующая ступень- использование для других целей. Чаще всего здесь рассматриваются именно вопросы переработки отходов в энергетических целях – для производства электричества и / или тепла. В последней поправке Директивы Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2008/98/ЕС от 19 ноября 2008 года делается акцент на том, что нужно минимизировать мусоросжигание и увеличить процент рециклирования. Но данный метод не

исключается из списка утилизации полностью, поскольку отходы считаются, на данный момент, неичерпаемым источником энергии [52].

Наиболее нежелательный вид обращения с отходами – это размещение на специальных полигонах. Страны Евросоюза пытаются свести захоронение к минимуму и допускают данный метод только в том случае, когда отходы прошли предварительную обработку и из них больше нельзя извлечь полезных фракций [43].

1.2 Обзор нормативно-правового регулирования сферы обращения с отходами в ЕС

В странах ЕС законодательные рамки в сфере управления отходами устанавливаются директивами (на данный момент их насчитывается более двадцати), среди которых особую роль играет Директива «2008/98/ЕС от 19 ноября 2008 года», которая пришла на смену Директиве № 75/442/ЕЭС от 15 июля 1975 г. В этом законодательном акте устанавливаются новые положения о сборе, переработке и утилизации на территории Евросоюза. В первую очередь дан акцент на то, чтобы все страны принимали меры по улучшению показателей сортировки отходов для высококачественной переработки и вторичного использования. Государствам необходимо принимать национальные программы по предотвращению отходов, утверждать планы по их управлению, в которых будет присутствовать также анализ текущей ситуации в данной сфере [49-52].

2 декабря 2015 года впервые в Директиву внеслись существенные изменения и утвердился план действий по переходу к такой экономике, в которой ресурсы перераспределяются или используются повторно, а все отходы «превращаются» в новое сырье (Circular Economy Action Plan). По мнению Европейской комиссии, переход ЕС к экономике замкнутого цикла уменьшит нагрузку на природные ресурсы, создаст устойчивый рост стран и сформирует, таким образом, новые рабочие места. Это также является необходимым

условием для достижения цели ЕС по «климатической нейтральности» к 2050 году и прекращения утраты биоразнообразия [49-52].

В июле 2018 и марте 2022 вносились корректировки в плане действий циркулярной экономики ЕС. Появились новые четкие показатели утилизации: переработке должны подлежать не менее 70% упаковочных отходов, не менее 65% муниципальных отходов. Процент захоронения не должен достигать более 10% по всем государствам-членам [13].

Экономика замкнутого цикла ЕС основана на принципах отказа от слова «отход», теперь любая продукция должна относиться к потенциальному сырью. В соответствии с этим, на всех этапах корректировки Плана ужесточаются требования по раздельному сбору, накладывается расширенная ответственность на производителей продукции. Законодательно утверждено, что теперь они обязаны предоставлять на этикетках информацию о составе, о том, куда можно отдать товар после окончания эксплуатации, использовать конструкции и материалы, которые можно будет легко отремонтировать (например, включать детали, которые более пригодны для повторного использования или более долговечны). На стадии изготовления в продукции должны быть заложены свойства, которые бы способствовали его рациональному использованию в течение всего срока эксплуатации [51].

В отношении пластмасс, В Экономической Стратегии ЕС (Economy The EU Strategy for Plastics in a Circular Economy) указан комплекс мер, направленных на сокращение пластмассовых изделий. В него входят:

- полный запрет на одноразовые изделия из пластмассовых материалов (одноразовые столовые приборы, стаканы, соломинки и т.д.).

- вся пластиковая упаковка и тара к 2030 г должна подвергаться вторичному использованию и/или подвергаться переработке для того, чтобы к 2031 г 10 млн. тонн переработанного пластика нашли свое применение в новой продукции. Если показатели будут достигнуты, то спрос на переработанные пластики составит примерно 7 млн. тонн в год.

– цель по введению 31 % переработанной пластмассы в емкости для напитков с 2030 г. и 25 % для бутылок из полиэтилентерефталата (ПЭТ) с 2025 г., а также цель по селективному сбору пластиковой тары на 89 % к 2029 г [51].

Сейчас законодательство ЕС является примером того, как нужно управлять отходами, поэтому на него стараются опираться и другие страны. Так, например, многие перенимают именно экономические инструменты. Например, принцип «Платишь столько, сколько выбрасываешь», который означает оплату населением услуг предприятий, которые занимаются вывозом и утилизацией отходов. Также самым распространенным инструментом является налогообложение по фиксированным ставкам, который поможет снизить процент захоронения и сжигания, а тем самым увеличить процент переработки и компостирования [13,17].

1.3 Методы утилизации в странах ЕС

Согласно оценкам экспертов, более половины муниципальных отходов, а именно около 61% – это потенциальное вторичное сырье, которое возможно переработать и вернуть в процессы техногенеза (картон, дерево, бумага, стекло и т.п.), а приблизительно 30% – это органические компоненты, которые можно превратить в ценное удобрение.

Переработка отходов дает экономическую выгоду, а именно позволяет существенно снизить стоимость готового изделия. Европейские страны понимают это, поэтому особое внимание уделяют сбору твердых коммунальных отходов на источниках их образования. Наиболее часто используется такой вид селективного сбора, как отделение опасных и неопасных отходов.

Для наиболее опасных отходов могут организовываться пункты сбора в местах общего пользования (кафе, магазины, торговые центры). Причем в Директивах указано, что к каждому пункту сбора обязательно должна быть прикреплена информация о том, на какое предприятие по переработке отвезут

товар, потерявший свои потребительские свойства [39]. Для бытовой и офисной техники, строительного мусора, мебели и т.п. существуют отдельные, специализированные пункты сбора [39].

В Европе действует многопоточная система сбора неопасных отходов. Она осуществляется в специальные контейнеры различного цвета. Каждый цвет предполагает свою фракцию, что должна храниться в этом контейнере. На каждой площадке сбора предоставлена информация о маркировке и в каком виде отход должен попасть в бак [23].

В каждой стране система сбора отходов индивидуальна и может отличаться от схем других государств. Например, в Финляндии и Дании для стекла существует несколько контейнеров, которые предполагают делить данную фракцию по цвету, в Швеции сортируют все отходы органического происхождения, а в Германии совместно собираются все пластмассовые изделия, алюминиевые банки и целлофаны.

Стоит отметить, что имея свою уникальную систему сортировки, Германия имеет возможность перерабатывать более 65% образующихся отходов и является лидером по утилизации в Европе. При этом компании, собирающие и вывозящие отходы достигают годового оборота в более чем 51 млрд. евро [17].

Евросоюз еще с конца 1990-х годов взял курс на радикальное сокращение органических составляющих. Лучшим способом переработки таких отходов является компостирование, которое осуществляют люди на своих участках, а также для более широкого производства, применяют промышленные технологии. Сейчас European Compost Network (Европейская сеть компоста) насчитывает 73 члена ассоциации из 27 стран, которая обслуживает более 4000 предприятий [10,17,55,56].

Домашним компостированием славится 19 коммун Италии (Пьемонт). В этой стране с 2004 г существует Проект «общественного консорциума», руководство которого поставило перед собой цель: улучшить систему сбора муниципальных отходов, и тем самым сократить взимаемую плату с домохозяйств за вывоз, а также показать важность обращения с органикой.

Программа Проекта включает в себя выставки, разъяснительные беседы с жителями и курсы, на которых обучают различным способам и технологиям компостирования. Каждому пришедшему, кто готов перерабатывать отходы, бесплатно раздаются соответствующие руководства и специальное оборудование. Сейчас, в результате такого проекта, системой селективного сбора пользуются более 89% частных домов, более 90% обучились способам компостирования и повсеместно уменьшилась плата за вывоз «домашних» отходов [38,39].

Другим, и даже более удачным примером, служит Бельгия (Фландрия). Проект коммунального компостирования появился еще в 1996г и охватывает сейчас более 3 млн домохозяйств. Суть проекта в том, что создаются центры (их еще называют «парками компостирования»), куда людям можно отвозить всю органику. Главной особенностью проекта является то, что он создан не только для жителей частных домов, но и для многоквартирных. Финансовую поддержку выделяют муниципалитеты, а работы по компостированию проводятся волонтерами. Ценное удобрение используют в парках, садах, посадках [38-39,43].

Благодаря современным технологиям существует возможность получать из мусора электроэнергию. Мусоросжигание широко применяется в таких странах, как Дания, Германия, Франция, Нидерланды, Швеция, Италия – на них приходится около 75% отходосжигательных мощностей. Страны южных и восточных регионов ЕС в большей степени полагаются на захоронение, поэтому практически не используют данный метод обращения [54-55].

Путем различных методов энергетической утилизации (простая инсинерация, пиролиз, газификация, плазменная газификация, сжигание в виде гранулированного топлива RDF в цементных печах.), в современных инсинераторных установках достигается 95%-ный уровень сжигания ТКО, что помогает, с одной стороны, разгружать другое направление управления отходами- захоронение на полигонах, с другой стороны, увеличивает процент диоксида углерода и других вредных газов в атмосфере. В настоящее время в ЕС

мусоросжигательные заводы больше не получают субсидии, рассчитанные для экологически- полезных проектов, а парламент Евросоюза призывает страны увеличить процент переработки и свести к минимуму сжигание отходов [7,38,45, 50,54,55].

Европейский союз считает более перспективным направлением энергетической утилизации- получение биогаза, суть которого состоит в том, что навоз и другое растительное сырье отправляется в специальные установки на основе анаэробного метанового брожения. На 2017 год доля биомассы в производстве тепловой энергии составила 10% в целом по ЕС. Швеция лидирует в этом списке (40%), Финляндия занимает второе место (29%), Литва-третье (27%), Латвия- четвертое (24,8%). Европейский рынок ежегодно увеличивает объем производства не менее чем на 20%, поскольку одна тонна биомассы дает около 510 куб. л. биогаза, что эквивалентно 370 л бензина для «зеленого» транспорта [7,53-56].

Среди других различных, но менее распространенных методов утилизации муниципальных отходов в Европейской практике является брикетирование. Такой метод в основном популярен у Германии и Швеции. Главным достоинством данного метода является снижение количества отходов, подлежащих брикетированию, за счет предварительной (до 50%) отсортировки муниципальных отходов. Сущность самой технологии заключается в том, что ТКО под высоким давлением уплотняются более чем в 5 раз, из них удаляется лишняя влага. Предварительно отсортированные, а затем брикетированные по фракциям отходы, направляются на заводы по обработке [17].

1.4 Современная статистика образования, переработки и захоронения ТКО в странах ЕС

Твердые коммунальные отходы составляют лишь около 10% от общего количества образующихся отходов. В 2020 г. масса образованных ТКО в 27 странах ЕС составила 244 млн тонн (505 кг на душу населения). Причем темпы

образования значительно различаются: самый низкий показатель образования пришелся на Румынию (282 кг на душу населения), самый высокий на Австрию (834 кг на душу населения) (Рис. 2). Такие существенные различия в образовании связаны с тем, что ЕС объединяет ряд стран с различными географическими, климатическими, социальными и экономическими характеристиками и, как следствие, различными моделями обращения с отходами [20].

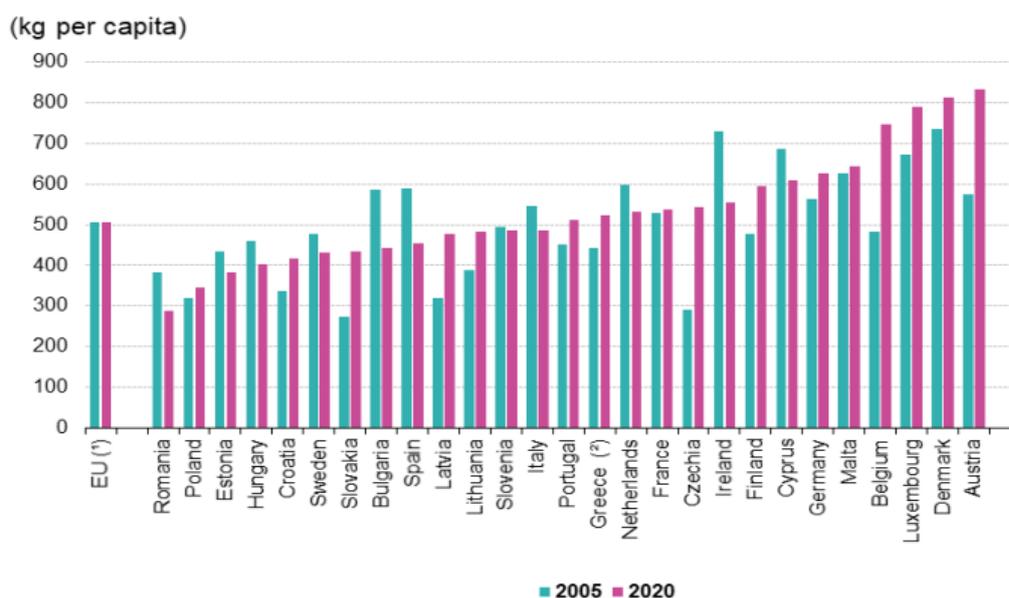


Рисунок 2 – Образование отходов в странах ЕС в 2005 и 2020 гг [20]

Согласно статистической службе ЕС, существует очень четкая тенденция к уменьшению количества отходов, отправленных на захоронение, поскольку страны неуклонно переходят к альтернативным способам утилизации. За 1995-2020 гг. захоронение ТКО в ЕС сократилось на 69 млн тонн, или на 58% - с 121 млн. тонн (286 кг на душу населения) в 1995 году до 52 млн тонн (115 кг на душу населения) в 2020 году. Среднегодовое снижение составляет 4,0%. За более короткий период (2005-2020 гг.) число ТКО, отправленных на полигоны размещения, сократилось в среднем на 3,4% в год[9]. В результате уровень захоронения отходов в ЕС снизился с 61% в 1995 году до 23% в 2020 году [32].

Переработка ТКО (преобразование материалов во вторичное сырье и компостирование) выросла с 37 млн. тонн (87 кг на душу населения) в 1995 году

до 107 млн тонн (241 кг на душу населения) в 2020 году. Среднегодовой темп составил 4,3%. Доля перерабатываемых ТКО за весь период наблюдения возросла с 19% до 51%.

В 2020 г. самый высокий показатель переработки в Европе был зафиксирован в Германии, где 66% бытовых отходов перерабатывается и используется повторно. Австрия заняла второе место с показателем 57,6%, за ней следует Бельгия с 53,9%, Нидерланды с 52,1% и Швейцария с 51,8% [32,47].

Самый низкий уровень утилизации бытовых отходов в Европе был зафиксирован в Сербии, где перерабатывается всего 0,5% бытовых отходов – на 65,5% меньше, чем в Германии. Черногория заняла второе место со средним уровнем переработки 3,6%, Мальта - третье (9,3%), Румыния - четвертое (12,9%) и Греция - пятое (14,4%).

Сжигание ТКО в период с 1995 по 2020 гг. возросло. Этот показатель в 1995 г. составлял 70 кг на душу населения, а в 2020 г. возрос до 137 кг на душу населения. Таким образом, масса сжигаемых отходов с 1995 увеличилась на 31 млн тонн или 105% и в 2020 г. составила 61 млн. тонн [19].

Самые высокие значения сжигания (Waste-to-energy) в 2020 году наблюдались у Германии (16 млн тонн), за ней следуют Франция (12 млн тонн), Италия (6 млн тонн), Нидерланды (4 млн тонн), Польша (3 млн тонн), Испания (2,5 млн тонн), Швеция (2,4 млн тонн), Дания (2,3 млн тонн), Бельгия (2 млн тонн) [19,32].

В 2020 году наибольшее количество бытовых отходов, направленных на анаэробное брожение для получения биогаза, наблюдалось в Германии (9,5 млн тонн), за ней следуют Франция (7,4 млн тонн), Италия (6,4 млн тонн), Испания (3,8 млн тонн), Нидерланды (2,6 млн тонн), Австрия (2 млн тонн), Бельгия (2 млн тонн) [7,20].

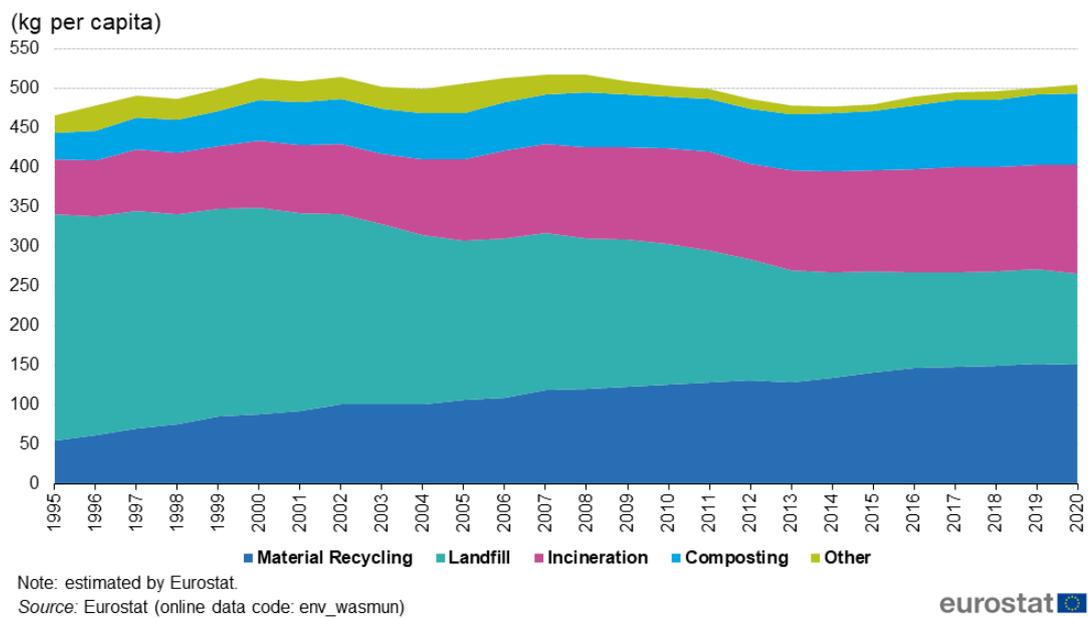


Рисунок 3 – Общие показатели утилизации ТКО в Евросоюзе, 1999-2020гг, кг на душу населения [20]

2 Текущая ситуация в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Российской Федерации

2.1 Правовые основы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО)

Законодательные меры в сфере обращения с отходами в России определяются Федеральным законом №89 «Об отходах производства и потребления» (далее- ФЗ№89) [58] и имеют многолетнюю историю [27]. Закон был принят еще в 1998 году, однако в последнее десятилетие он приобрел существенное внимание со стороны власти, о чем свидетельствуют различные поправки, которые направлены на урегулирование ситуации в данной сфере [15].

Первое, что стоит отметить – это поручение Президента РФ от 29 марта 2011 №781, где руководители высших исполнительных органов государственной власти субъектов РФ в срок до января-февраля 2013 года должны были разработать предложения по внесению изменений в законодательство, касающиеся: перераспределения полномочий, создания эффективной системы управления ТКО и установления приоритета утилизации отходов над захоронением [3,13,16].

В 2012 году появилась государственная программа «Охрана окружающей среды» на срок 2012-2020 гг., в 2015 году реализация мероприятий этой программы перешла на новый уровень, были утверждены первоочередные меры, направленные на «ликвидацию последствий загрязнений и иного негативного воздействия в результате экономической и иной деятельности [13,34].

Огромное значение в области обращения с ТКО имеет национальный проект «Экология», который реализуется в рамках указа Президента В. В. Путина «о национальных целях и стратегических задачах развития России на период с 2019 до 2024 года» [40]. Национальный проект включает в себя 11 федеральных проектов, отходам посвящены только 3 из них- это «Чистая страна», «Инфраструктура для обращения с отходами 1 и 2 класса опасности» и

«Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами». Общими задачами являются: рекультивировать к 2030 году все выявленные за 2018 год несанкционированные свалки, создать современную инфраструктуру, обеспечивающую безопасное обращение с отходами, а так же повысить общую эффективность обращения с ТКО, вовлекая отходы в производственный цикл [3,7,13].

1 января 2019 года произошли изменения в ФЗ №89, прогремела так называемая «Мусорная реформа», касающаяся передачи полномочий по организации ТКО с муниципального на региональный уровень, т.е. за всю деятельность по обращению с ТКО теперь отвечают именно субъекты РФ- региональные операторы, выбранные на конкурсной основе. В их обязанности входит разработка и утверждение территориальной схемы обращения с отходами, предельных тарифов на оказание услуг по обращению с ТКО, региональных, производственных и инвестиционных программ. В каждом субъекте должны быть определены схемы размещения площадок накопления, нормативы. При этом, все компании, образующие коммунальные отходы, обязаны заключать договор на вывоз мусора с этим ответственным лицом [24, 41,44].

Также в законодательстве теперь указано, что должна быть обеспечена полная организация деятельности по накоплению (в том числе разделному накоплению) ТКО. При этом сбор отходов допускается только на специальных площадках накопления, которые соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям [24, 29].

Исходя из анализа действующего законодательства, главную суть реформы можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 4.

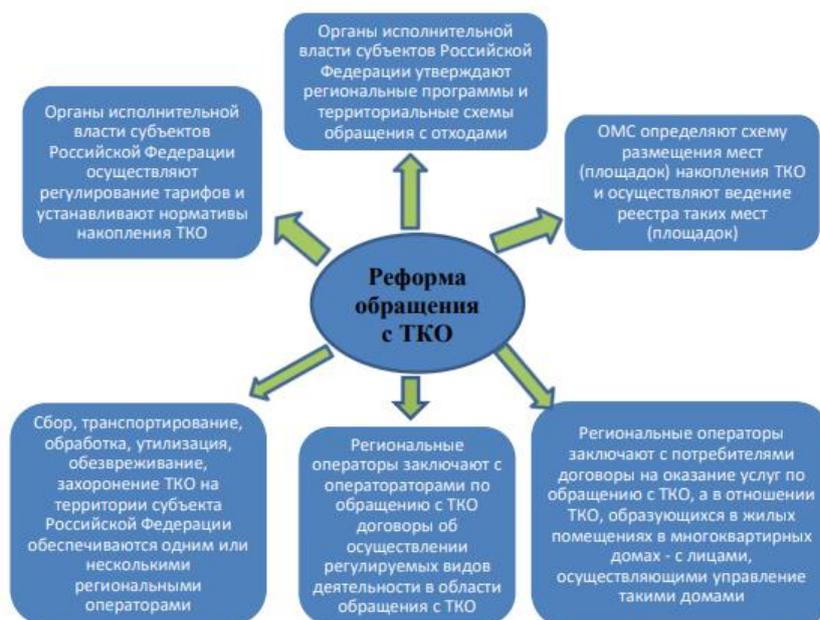


Рисунок 4 – Основные положения новой «Мусорной» реформы с 1 января 2019 года [29]

К 2030 году президент РФ поставил цель достичь показателя по сортировке 100% отходов и снижению захоронения отходов на 50%. Таким образом, в результате реализации новых подходов к организации системы обращения с ТКО и финансирования данного сектора, предполагается, что цели к этому году будут полностью достигнуты [3,13].

2.2 Динамика образования, переработки/сжигания и размещения ТКО на территории РФ

Согласно «Мусорной реформе», которая началась в 2019 г, каждый субъект нашей страны должен был перейти на новую систему обращения с ТКО, которая предполагает выбор региональных операторов, ответственных за весь цикл обращения с твердыми коммунальными отходами на территории конкретного региона, разработку территориальных схем, установление единого тарифа на услугу по обращению с данным видом отходов [30].

Исследуемая реформа в большей степени направлена на увеличение процента утилизации и уменьшение процента захоронения. Полная ликвидация неконтролируемых свалок запланирована на 2030 год, но судя по тому, что с момента старта проекта «Чистая страна» в 2019 году насчитывалось около 8323 несанкционированные свалки, к 2022 ликвидировано и рекультивировано лишь 58 таких мест общей площадью более 500 гектаров, то цели не будут реализованы. Близка к критической и ситуация с официальными полигонами. В 32 субъектах РФ мощности специально-оборудованных полигонов будут исчерпаны до 2024 года, а в 17 из них – до 2022 года. При этом осуществить строительство новых полигонов, отвечающим всем требованиям безопасности, у множества регионов просто нет [14,22].

На сегодняшний день в Российской Федерации наиболее частыми ступенями обращения с ТКО являются ступени захоронения, сжигания и частичной утилизации. Проанализировав существующую структуру ТКО, образовавшихся на всей территории России, за 2016-2021 годы, вторичное сырье составляет около 36%, биоразлагаемые отходы-34%, неперерабатываемые составляющие-30% [37]. Тем не менее, не смотря на высокий процент отходов, который можно обратно ввести в производственный цикл, средний показатель захоронения очень завышен и составляет 90% за 6 рассмотренных лет (Табл. 1) [10,14,16,24].

Таблица 1 – Главные показатели обращения с ТКО на территории России с 2016 по 2021 гг. [26,27]

Образовано ТКО за год	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Млн т	52,4	57,1	53,9	50,9	48,46	48,36
Обработано						
Млн т	3,9	5	4,8	18,2	18,7	22,46
% от общей массы образованных ТКО	7,44	8,76	8,91	35,76	40	46,5
Обезврежено ТКО (в т.ч. на МСЗ)						
Млн т	1	0,9	1,1	1,2	1,5	2,59
% от общей массы ТКО	1,91	1,58	2,041	2,36	3,1	5,35
Отправлено на захоронение						
Млн т	50,1	54,2	48,2	44,55	36,1	44,5
% от общей массы образованных	95,6	94,92	89,45	87,52	75	92

Согласно Национальному проекту «Экология» к 2024 г на утилизацию должно отправляться 36% всех образующихся коммунальных отходов, но в настоящее время, из-за неразвитости централизованной системы сбора отходов и недостаточности сети пунктов по приему ТКО, которые можно вернуть в производственный оборот, это не представляется возможным. Средний показатель утилизации ТКО во вторичное сырье составляет около 4-5%, 3-4% сжигается для получения электроэнергии на мусоросжигательных заводах [30,40].

Если рассматривать отдельно годы до появления «Мусорной» реформы, и годы после ее появления, то средний показатель образовавшихся ТКО в 2016-2018 годах гораздо выше (54, 5 млн. т), чем в 2019-2021 (49,2 млн т) (Рис. 5). При этом средний показатель обработки (сортировка и другая подготовительная работа с отходами перед их последующей утилизацией) в 2019-2021 году вырос с 4,6 млн. т до 19,8 млн. т и составил 40,8%. В 2016-2018 обезвреживанию подверглись всего 1 млн тонн коммунальных отходов (1,8% от всех

образованных), когда как в 2019-2021 этот показатель возрос до 1,8 млн. т и составил 3,6%. Захоронение снизилось с 93,3% в 2016-2018 гг до 84,8% в 2019-2021 гг. [14].

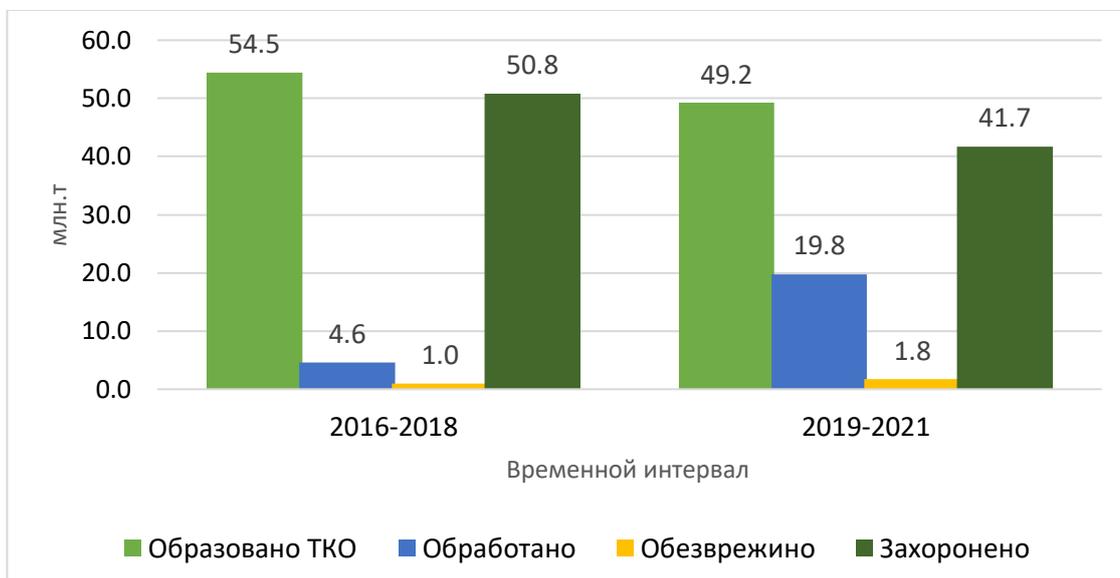


Рисунок 5 – Усредненные показатели образования, обработки, обезвреживания и захоронения в 2016-2018 и 2019-2021 годах

В 2021 г. В Российской Федерации, согласно территориальным схемам и Госдокладу по охране окружающей среды, образовалось около 48,4 млн. т (ниже, чем в 2020 на 0,21%), на обработку отправилось 22496 тыс. т (46,5% от общей массы). Лидером по образованию и обработке стал ЦФО (рис. 6,7), в котором численность населения считается наибольшей. В данном федеральном округе было образовано около 35,2% от общероссийского объема, а обработано 56% от общероссийского объема [18].

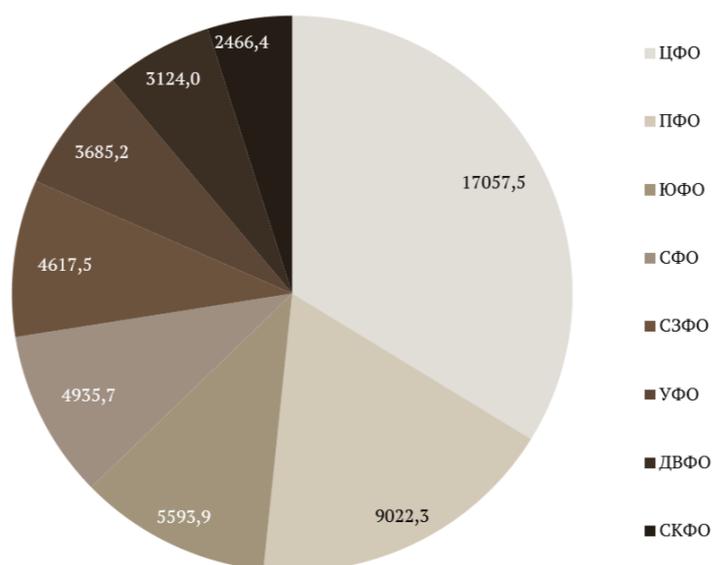


Рисунок 6 – Объемы образования ТКО в 2021 г в разрезе федеральных округов РФ., тыс. т [18]

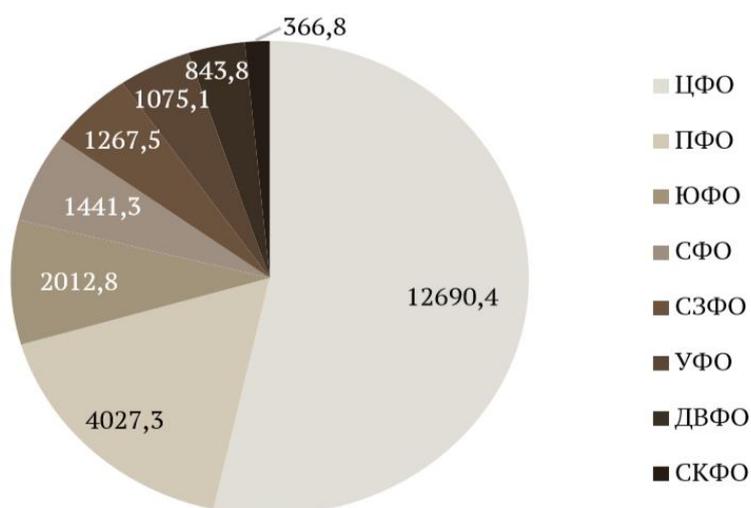


Рисунок 7 – Обработка ТКО в 2021 г в разрезе федеральных округов РФ, тыс т [18]

Обезвреженные ТКО в 2021 г. достигли цифры в 2594,2 тыс. т (5,4% от общей массы), а захороненные на специализированных полигонах- 44482 тыс. т. (92 % от всех образованных). К слову, такой показатель, как захоронение в 2020 году составлял 75%, а это значит, что в 2021г. он увеличился снова аж на 17%. Возможно, такие существенные различия связаны из-за некорректных данных, приведенных в службе государственной статистики Российской Федерации.

В 2021 г. на утилизацию было отправлено 3124,7 тыс. т (6,5% от общей массы образованных ТКО), что на 77,3% больше, чем в 2020 г (Рис. 8) [18].



Рисунок 8 – Динамика утилизации и обезвреживания ТКО по федеральным округам РФ в 2021 г., тыс. т [18]

2.3 Основные способы утилизации ТКО в РФ

В России долгое время не уделяли должного внимания утилизации мусора и из-за того, что около 50 лет основным способом обращения с ТКО в России являлось именно захоронение, появилась проблема большого количества полигонов с отходами, которые мало того, что быстро заполняются из-за высокого процента потребления в нашей стране, так еще и загрязняют окружающую среду. Поэтому проблема утилизации и переработки твердых бытовых отходов в последние годы приобретает все большую актуальность [13].

Процент захоронения ТКО с 2016 по 2021 гг. составил около 90%. Это значит, что на полигонах безвозвратно оседают все те фракции отходов, которые можно было бы возвести обратно в хозяйственный оборот и получить из этого экономическую выгоду. По подсчетам экспертов, сейчас на полигонах хранится более 8 млн т цветных и черных металлов, 0,5 млн т стекла, 1,9 млн т полимерных

материалов. При этом захоронение ТКО также приводит к другим проблемам, как [23]:

- Чрезмерно быстро происходит переполнение существующих полигонов.

- Из-за того, что не все полигоны в нашей стране оборудованы специальными средствами защиты от проникновения в окружающую среду загрязняющих веществ, подземные воды и почвы загрязняются вредными продуктами, в атмосферу попадают сероводород, фтороводород, метан, двуокись азота, хлористый водород, углекислый газ. Люди, проживающие в непосредственной близости (СЗЗ-500 м) к полигону, чувствуют неприятный запах, страдают инфекционными заболеваниями. Кроме того, мелкие фракции отходов разлетаются ветром, возможны самопроизвольные возгорания, бесконтрольное образование метановых соединений. И это лишь часть экологических проблем.

- Для строительства и расположения новых полигонов отсутствуют места вблизи крупных городов. Большое расстояние и постоянный рост цен на землю повышает с каждым разом стоимость транспортировки ТКО.

В Российской Федерации, согласно расчетам, которые произведены по данным Росстата, разными способами перерабатывается лишь около 9-10 % образующихся ТКО. Основными и наиболее распространенными методами утилизации при этом являются (Рис. 9):

- Обработка ТКО с выделением вторсырья, которая в настоящее время не высокоэффективна, т.к. в России только начали внедрять систему отдельного сбора, и поэтому большая часть все равно направляется на специализированные полигоны.

- Термические методы, которые помогают значительно уменьшить объем и массу образовавшихся ТКО.

- Биологические методы, которые могут быть использованы только к органической фракции отходов (в среднем по России 20-25% от общего объема) [1].

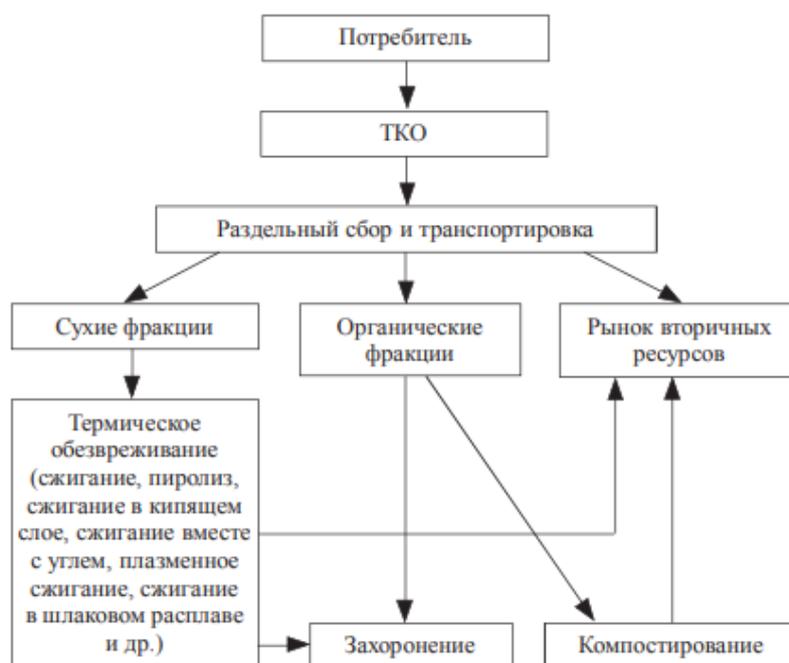


Рисунок 9 – Основные технологии переработки ТКО в РФ [12]

В настоящее время в нашей стране все заводы по сортировке и дальнейшей переработке ТКО работают по простой схеме. Прибывающие на завод отходы взвешиваются на контрольно-пропускном пункте, сепарацией выделяются ферромагнитные фракции, ручной сортировкой и грохочением отделяют основные компоненты, пригодные для вторичного использования и переработки (до 35 фракций, в т.ч. бумага, ПНД, ПЭТ, ПВД) [12], затем происходит их дробление, повторная ферромагнитная сепарация, аэросепарация с получением другого ценного сырья (например, полимерных пленок, компоста) [6].

Органическим отходам уделяется особое внимание, их тщательно очищают от цветных металлов, камней, песка и т.д., т.е. такие отходы проходят еще больше этапов грохочения. Чаще всего прямо на предприятии они увлажняются до 45–60 % для дальнейшего компостирования.

Граница санитарно-защитной зоны (далее-СЗЗ) отходоперерабатывающих предприятий мощностью более 40000 т/год установлена не менее 1000 м, т.к. такие предприятия относятся к 1 классу опасности. Предприятия, мощностью до 40000 т/год имеют СЗЗ не менее 500 м и отнесены ко 2 классу опасности. СЗЗ

заводов по компостированию ограничена до 300 м (предприятия 3 класса опасности).

Существует несколько термических методов: простое сжигание, сжигание хорошо отсортированных и обработанных отходов в виде гранулированного топлива RDF (Refuse Derived Fuel) в цементных печах, газификация и пиролиз [23,48].

Разложение каждого из компонентов ТКО начинается с температуры, находящийся в диапазоне 250-260 °С. При этом, температура воспламенения колеблется в пределах 300-500 °С [23,48].

На МСЗ наиболее часто используется именно первый метод. Простое сжигание проводится при температуре не ниже 600 °С, в окислительной среде. При такой температуре для поддержания горения не требуются дополнительные высококалорийные элементы. Преимуществ данного метода не так много- это компактность оборудования, а также простота организации шламового хозяйства. Главным и существенным недостатком является то, что такой метод нельзя использовать для смешанных отходов, нужно предварительно отсортировать все ТКО по фракциям, отобрать все составляющие, в составе которых есть фосфор, сера и галогены. В противном случае в процессе сжигания будут формироваться высокотоксичные выбросы, как диоксиды углерода, оксиды азота и серы, фураны и диоксины, имеющие канцерогенный эффект, а также другие, токсичные для человека, вещества. Для улавливания всех выбросов, образующихся при горении, необходимо дорогостоящее оборудование, а шлакам требуется дальнейшая утилизация [48].

Также, в подтверждение того, что рассмотренный метод не может рассматриваться как экологичный и ресурсосберегающий метод, стоит отметить, что у простого сжигания очень низкий коэффициент полезного использования тепловой энергии. По оценкам экспертов, он не превышает 65%.

Газификация в основном применяется для утилизации углеродсодержащих отходов при температуре от 700 до 1100 °С. При этом процессе органические соединения, с присутствием водяного пара, кислорода или углекислого газа,

подвергаются частичному окислению с разложением углеродсодержащих составляющих. В результате реакций образуются углеводороды, CO, CO₂, HCl, H₂O, фенолы, альдегиды. Так же, как и у первого метода, для очистки и осушки газов потребуются применение дорогостоящего оборудования. Недостатками данного метода, помимо образующихся высокотоксичных газов, являются также нахождение высоких значений тяжелых металлов в золе и низкий выход синтез-газа [12,48].

Альтернативой газификации и сжиганию является пиролиз. Термическое разложение ТКО происходит при температуре 450-900 °С или выше 900°С, при недостатке или отсутствии кислорода. При низкотемпературном пиролизе конечными продуктами являются большое количество жидких составляющих и твердого остатка (полукокса). В значительно меньшем количестве образуется пиролизный газ. Высокотемпературный пиролиз характеризуется гораздо большим выходом синтез-газа и меньшим количеством твердых и жидких соединений. Преимущество метода- тяжелые металлы не восстанавливаются, а полностью превращаются в золу, в следствии этого гарантирована безопасность складирования продуктов. Данная технология характеризуется значительно меньшим объемом отходящих газов (в 2-5 раз), чем у метода простого сжигания [12,48].

В литературе приводятся разработки по использованию более высоких температур и применению плазменных технологий до 1700 °С.

Более современным методом считается сжигание гранулированного RDF-топлива из ТКО на цементных заводах. Суть данной технологии состоит в том, что на заводе используются лишь те фракции, которые не пригодны для вторичного использования или другого вида переработки, они хорошо отсортированы и обработаны в сепараторах, не содержат ферромагнитных фракций, органики, стекла, хлорсодержащих полимеров и высокосодействующих влагу отходов. На предприятии доставленные ТКО подаются в специальный измельчитель под названием «шредер», который преобразует отходы в гранулы с ровными, не рваными краями. Гранулированное топливо подается в топочное

устройство цементных предприятий. При этом, температура колеблется от 1450 °С до 1700 °С, что позволяет сделать вывод о том, что данная технология оказывает меньшее негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с другими методами [12,48].

Таблица 2- Сравнительный анализ технологий термической переработки ТКО [13,19,60]

Показатель	Способ			
	Сжигание	Пиролиз и термическое разложение ТКО без доступа кислорода	Обычная газификация	Плазменная газификация с использованием воздушной плазмы
Разрушение органической части, фуранов, диоксинов	Разрушение 70% (650-1050 °С)	Разрушение 90% (450-900 °С)	Разрушение 90% (800-1150°С)	Полное разрушение (2000°С)
Образование смол и фуранов	Много смол и фуранов	Есть смолы и фураны	Есть смолы и фураны	Нет смол и фуранов
Образование золы	30% токсичной золы	10% золы	10% золы	Нет золы
Виды отходов, пригодные к переработке	Кроме отдельных видов неорганических отходов	Кроме отдельных видов неорганических отходов	Кроме отдельных видов неорганических отходов	Любой вид отходов
Необходимость предварительной сортировки	Требуется сортировка	Требует однородного состава ТКО в теч. года	Требуется сортировка	Не требуется сортировка
Перерабатываемый объем	Большой объем отходов до 500т/сут.	Объем отходов в пиролизных установках до 30 т/сут.	Объем отходов до 250 т/сут.	Объем отходов до 110т/сут.
Уровень выбросов газов при условной мощности 120 тыс.т. ТКО/год	Высокие выбросы дымовых газов до 60 тыс. нм ³ /ч	Забалластированный синтез-газ	Генераторный газ (технический)	Высокое качество синтез-газа
Продукты на выходе	Тепло, электроэнергия	Синтез-газ, жидкие виды топлива, электроэнергия, тепло	Тепло, электроэнергия	Синтез-газ, жидкие виды топлива, электроэнергия, тепло

Теперь перейдем к рассмотрению биологических методов утилизации органических и биоразлагаемых компонентов ТКО. К ним относится компостирование с получением биотоплива и биогаза [1,7].

Компостирование представляет собой процесс разложения отходов сельского хозяйства, растительных, пищевых, и любых других органических веществ при оптимальных условиях влажности и воздуха (Рис. 10). В результате биоразложения получается ценное удобрение- компост. Это удобрение часто используют вместо торфа и навоза, которое повышает урожайность, по оценкам экспертов, на 25-30%.



Рисунок 10 - Схема компостирования для получения ценного удобрения-компоста [1]

На крупных предприятиях по компостированию ТКО схема действий представлена следующими этапами: органические отходы, предварительно очищенные от черных и цветных металлов, погружаются в загрузочные воронки, затем отправляются на грохочение. Здесь они разделяются на две фракции-крупную и мелкую. При этом, крупная фракция сжигается при температуре до 1000 °С в котлоагрегатах, а мелкая фракция проходит через шредер и поступает в биотермические башни, в которых отходы разлагаются в течение трех-четырех суток и затем после просеивания поступают на склад готового сырья [1,23].

В компостных установках процесс превращения в ценное удобрение строго контролируется: поддерживается температура до 70 °С, при которой гибнут семена сорных растений и микробы.

В котлоагрегатах образуется пар, который частично применяют для нужд завода и жилых прилегающих зданий [1,23].

Биогазовая технология (анаэробное ферментативное) представлена естественным процессом, в котором органические составляющие микроорганизмами, в бескислородных условиях, преобразуются в метан. Присутствует также небольшой процент таких элементов, как кислород, следы соединений серы и сероводорода, вода. На рисунке 11 представлены этапы получения биогаза из органического сырья.

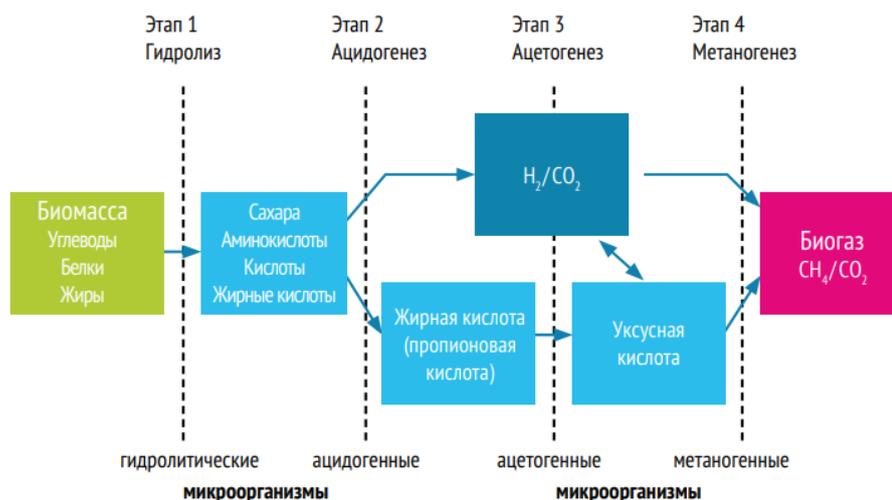


Рисунок 11 – Процесс получения биогаза из органических компонентов

Главными преимуществами анаэробной ферментации является, во-первых, сбережение ископаемых ресурсов, защита от изменений климата, т.к. такой метод предотвращает выброс парниковых газов, во-вторых, это потенциальный источник энергии, популярность которого за последние 20 лет сильно возросла. Основным недостатком технологии можно назвать именно то, что в России отходы не проходят должной первичной переработки и поэтому конечный продукт может содержать химически опасные вещества, а также соединения тяжелых металлов, и пр.

Также есть специальные установки очищения биогаза от CO₂, конечным продуктом выходит биометан, который можно также использовать в качестве природного газа и автомобильного топлива [1,23].

Для уменьшения объема отходов используют метод брикетирования, который заключается в прессовании гомогенных отходов, например, сена, бумаги, хлопка, текстиля и др. Прессованные, обмотанные специальной пленкой брикеты не издадут запахов, не пожароопасны, мусор в них не разлагается из-за отсутствия доступа кислорода. Брикетированные отходы удобно перевозить на дальние расстояния [1,7,23].

2.4 Технологические решения проблемы обращения с ТКО

В сложившейся ситуации основной задачей органов власти субъектов РФ является выбор того направления утилизации, которое будет меньше всего наносить негативное воздействие на все компоненты окружающей среды и человека. Поэтому, нужно заметно снизить процент захоронения и увеличить процент переработки и повторного использования. Для этого поможет только массовое внедрение селективного сбора ТКО, как это распространено в Европейском Союзе. Предлагается начать хотя бы с трех контейнеров для раздельного сбора у каждого домовладения — это «органические отходы», «вторсырье» и «неутилизируемые фракции» [1].

Параллельная обработка трех различных видов отходов в местах образования поможет минимизировать финансовые издержки и сократить объемы отходов в 25 раз (до 4%), в то время как переработка смешанных уменьшает объемы лишь в 8 раз (до 12,3% об общего количества) [12].

Законодательство, а именно новая «Мусорная реформа» дала возможность субъектам РФ принимать соответствующие нормативные документы, а также заключать региональным операторам договоры на оказание услуг с другими предприятиями, что позволило устранить слеживаемость и повышенную влажность отходов, а также повысить уровень извлечения ценных для переработки фракций за счет внедрения раздельного сбора [47].

В мае 2020 года госкорпорации «ВЭБ.РФ», «Росатом», «Ростех» подписали документ о будущем строительстве в России как минимум 25 МСЗ недалеко от городов с населением не менее 500 тыс. человек [11]. Но такой метод обращения с ТКО не рекомендуется использовать вовсе, поскольку из многочисленных исследований известно, что в нашей стране используется и будет использоваться в основном метод простого сжигания, который не предполагает больших затрат на строительство и закупку оборудования. Но при этом, простое сжигание позволяет вредным химическим веществам (около 245 компонентов) попадать в атмосферу. Так же на МСЗ образуется токсичная зола,

которую очень часто добавляют в цемент при изготовлении, а также эту золу требуется утилизировать на специализированных полигонах [23].

С точки зрения более экологичного вида сжигания предлагается сжигание именно неутильных фракций ТКО в виде гранулированного RDF- топлива в цементных печах. Такой опыт обращения использует только предприятие ООО «КЗПАТ» в Калужской области. Из-за больших температур (1450-1700) минимизируется содержание вредных веществ в отходящих газах, а присутствующие в отходах тяжелые металлы нейтрализуются [4].

Стране следует поставить на передний план дальнейшее развитие системы раздельного сбора. Последовательный уход от захоронения должен происходить вместе с созданием мощностей по переработке ТКО. Особенно важно уменьшить процент захоронения органических отходов для сокращения эмиссии метана и как следствие, предотвращения климатических изменений. Весьма предпочтительным вариантом следует сделать переработку биоразлагаемых ТКО, увеличить количество установок для анаэробного сбраживания, поскольку любая органика — это ценное удобрение, потенциальная энергия, тепло, топливо для «зеленых» автомобилей [8].

На мой взгляд, от смешанной системы сбора ТКО наша страна полностью откажется только через 20-30 лет, поэтому на данном этапе стоит внедрить технологию под названием «ARROWBIO», основанную на гидросепарации отходов и анаэробном сбраживании. Такой способ обращения с ТКО практикуют многие страны, например, как Испания, Великобритания, и, соответственно, Израиль, где технология и была запатентована. Заводы «ArrowBio» могут принимать и перерабатывать гидромеханическим способом как смешанные, так и отсортированные ТКО [56,33].

Всю работу предприятия можно разделить на несколько этапов (рис. 12):

1. Изначально вручную сотрудниками предприятия отбираются все компоненты, которые можно назвать вторсырьем. Остальные отходы подаются на транспортерную ленту с магнитами, где извлекаются все ферромагнитные фракции.

2. Отходы, прошедшие первый этап, направляются в емкость с водой, где гидромеханическим способом происходит очистка и сортировка ТКО. Тяжелые фракции и органические отходы оседают на дно, а легкие поднимаются наверх.

3. Легкие фракции отходов направляются в барабан-грохот с отверстиями разного диаметра. Такие отходы сортируются на несколько составляющих, а крупные фракции, например, как бутылки или полиэтиленовые пакеты, которые не отобрали на ручной сортировке, остаются на выходе из барабана и потоком воздуха направляются в разные емкости.

4. Органика, осевшая на дно, утилизируется в био–реакторе без доступа света и с присутствием бактерий, которые в процессе своей жизнедеятельности выделяют метан и углекислый газ. На производстве осуществляются две непрерывные стадии дигерирования: ацидогенная и метаногенная (40 °С) ферментации. Происходит получение биогаза в больших объемах и высокого качества (55%-75% метана), плюс чистое и обогащенное мелиорирующее вещество, сброженный органический осадок.

5. Потенциальное вторичное сырье, например цветные и черные металлы, лом, полимеры, отходы стекла и т.п. направляются в другие организации на вторичную переработку [45].

Эта распространенная и успешная технология славится тем, что происходит значительное увеличение процента рециклинга в стране, использующей гидросепарацию с последующим анаэробным сбраживанием; после подготовки и переработки отходов на полигоны захоронения будет отправлять лишь небольшое количество остатка (менее 10%); помимо производства возобновляемой электроэнергии, в целом уменьшится загрязнение всех компонентов окружающей среды [56,33].

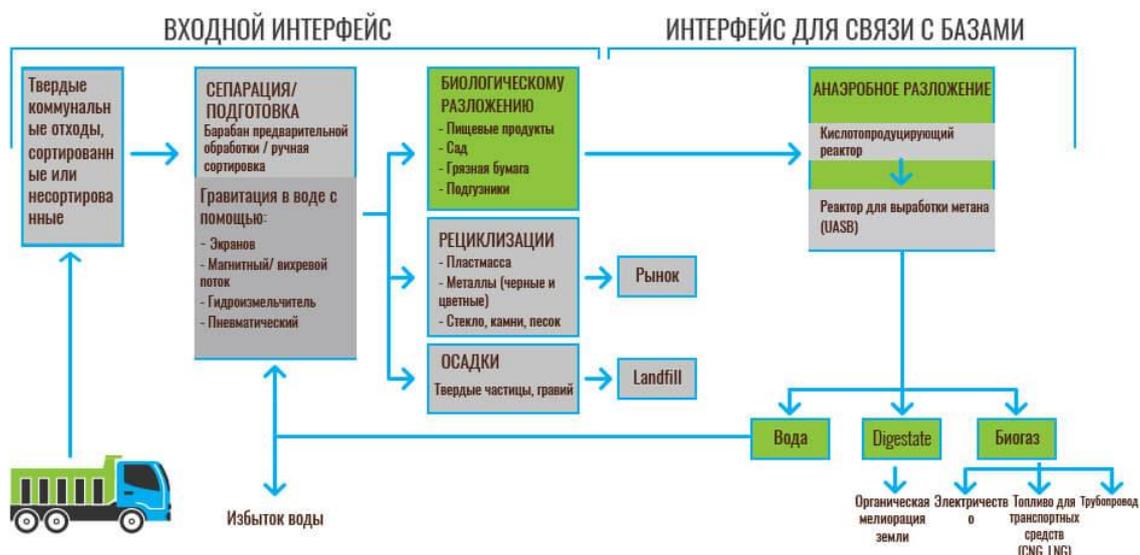


Рисунок 12- схема процесса технологии ArrowBio [31]

2.5 Оценка возможности использования зарубежных практик в России

В настоящее время осуществляется низкая эффективность мер государственной политики в области обращения с ТКО. Российское законодательство с начала 2019 года не дало сильных изменений, поскольку до сих пор в нашей стране наблюдается неурегулированность вопросов по отдельному сбору отходов, нет информации об обновлении транспортного парка и техники по сбору мусора, отсутствуют механизмы стимулирования товаропроизводителей соблюдать принципы экономики замкнутого цикла, нет никаких ограничений по производству пластиковых изделий, показатели нормативов накопления ТКО значительно различаются в разных регионах и не имеют экономической обоснованности [35,36].

Также проанализировав источники, где можно найти информацию по объемам и массе образующихся и утилизируемых ТКО (Росстат, госдоклады по охране окружающей среды Минприроды), можно прийти к выводу, что отсутствует достоверная информация по данным вопросам. Везде предоставлены цифры, отличающиеся друг от друга.

Отдельного решения требует вопрос о финансировании расходов на строительство новых предприятий обращения с ТКО, а также увеличении

мощности уже существующих. В 2020 году должна была произойти модернизация данных объектов, но более половины из них, не имеют экономической обоснованности в части источников финансирования [35].

Несовершенство природоохранного законодательства также предполагает, что у региональных операторов фактически не определена ответственность за нарушение утвержденной схемы потока ТКО, система обеспечения безостановочной работы новой системы по управлению ТКО в случае наступления банкротства, отказа от обязательств и других событий, при которых юрлицо не сможет исполнять свои обязанности до окончания конкурсного отбора нового регионального оператора. Существуют проблемы в установлении перечня видов отходов, относящихся к твердым коммунальным [21,35].

Возможность перехода нашей страны к системе управления ТКО, как в странах ЕС, пока не представляется возможным, поскольку на данном этапе не существует никаких стимулов ни для бизнеса, ни для населения в области раздельного сбора отходов, переработки и утилизации.

Национальный проект «Экология» предполагает, что к концу 2030 года Россия достигнет процента утилизации в 50%. Это очень завышенный показатель, т.к., во-первых, средств на реализацию проекта в целом выделено катастрофически недостаточно –около 380 млрд. рублей, во-вторых, в ЕС данный уровень достигался в течение 20-25 лет. С момента старта проекта «Чистая страна» в 2019 году насчитывалось около 8323 несанкционированные свалки, к 2022 ликвидировано и рекультивировано лишь 58 таких мест общей площадью более 500 гектаров. Такими темпами цели ликвидации всех объектов к 2030 году не будут реализованы [18].

Для того, чтобы приблизить нашу систему обращения с ТКО к системе Европейского союза, необходимо:

1. Внедрить как можно быстрее повсеместно раздельный сбор в каждом регионе и стимулировать граждан качественно сортировать отходы у себя дома. Этого можно добиться экологическими мероприятиями, а также социальной рекламой на телевидении, радио и т.д.

2. Стоит перейти на залоговозвратную систему, которая предполагает, что потребители будут активно возвращать купленную упаковку розничным продавцам или другим организациям приема с целью возврата внесенной ранее при покупке залоговой стоимости. В основном эта система направлена на такие виды отходов, как пластик, стекло, алюминий, но хотя бы эти виды отходов будут качественно отсортированы, очищены и смогут снова вернуться в цикл производства [9].

3. Необходимо увеличить число предприятий по сортировке, переработке и утилизации ТКО. Стимулировать бизнес, сделав субсидирование до 0% ставки по кредитам для перерабатывающих организаций или включить в программу налоговые льготы во время всей работы перерабатывающего предприятия и / или «налоговые каникулы».

4. Стимулировать спрос на продукцию и работы с применением вторсырья из отходов, отменить НДС на такую продукцию [5].

3 Основные характеристики Калужской области

Калужская область располагается в центральной части Восточно-Европейской равнины. Граничащие области (рис. 13): на юге- Орловская и Брянская, на востоке- Тульская, на западе-Смоленская, на севере- Московская. Площадь территории достигает 29900 км². С запада на восток территория протянулась почти на 241 км, с севера на юг более чем на 220 [18].



Рисунок 13 – Карта расположения Калужской области [18]

Через субъект проходят главные международные ж/д- магистрали и автомобильные трассы.

В исследуемой области насчитывается 311 муниципальных образований, в том числе 2 городских округа (далее-ГО), 24 района, 259 сельских И 26 городских поселений. Самый маленький район по площади- Тарусский, а самый большой- Ульяновский.

Территория региона находится в пределах 2-ух водных бассейнов. Большая часть – к Волжскому бассейну (Каспийское море), а меньшая — к Днепровскому (Черное море). Крупнейшими реками субъекта считаются: Ока, Жиздра, Уфа, Болва, Протва и другие.

Местность представлена преимущественно открытыми равнинами, которые пересечены реками. В некоторых местах рельеф расчлененный, грядово-холмистый, местами плоский и заболоченный.

Климат умеренно-континентальный, среднегодовая температура — +4,4 °С.

44% субъекта – это леса, в основном смешанные и широколиственные, общая площадь составляет 1394 тыс. га.

Животный мир Калужской области разнообразен, он включает как северные виды (например, лосей, бурых медведей, снегирей и т.д.) и степные (серые куропатки, белые цапли, зайцы-русаки), так и западноевропейские (белые аисты, лань).

Численность постоянного населения на 1 января 2022 года составила 1 012 844 человека. Плотность - 34 чел./км² (30 место в рейтинге страны). Доля сельского населения достигает 24 %. За исключением некоторых годов, численность постоянного населения убывает из-за оттока жителей в Москву [18].

Промышленность Калужской области славится своими многосторонними высокотехнологическими отраслями. Главную роль играет машиностроительный комплекс. Но также здесь производят молочную продукцию, лекарственные и косметические препараты, радиоэлектронику, компьютеры, продукты и многое другое.

Согласно данным Росстата, в 2021 году в ЦФО Калужская область заняла первые места по темпу роста производства молока и другой молочной продукции, по объему производства продукции обрабатывающей промышленности на душу населения [18].

Регион занял 12 место в Российской Федерации и 3 место в ЦФО по темпу роста среднемесячной заработной платы. Но также 2 место в ЦФО по темпу роста регистрируемой безработицы [17,18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ основных систем в сфере управления отходами в зарубежных странах, позволивший выделить как положительные, так и отрицательные системные характеристики. Система обращения с ТКО на уровне любой страны характеризуется несколькими количественными параметрами: (1) количеством образуемых ТКО на человека в год; (2) долей ТКО, направляемой на переработку; (3) долями ТКО, подвергаемыми переработке с повторным использованием (рециклом), компостированием, сжиганием; (4) долей ТКО, направляемых на захоронение. Данные параметры для различных стран изменяются в широких пределах, поэтому возникают сложности при сопоставлении уровня развития системы обращения с ТКО в разных странах.

Установлено, что к наиболее часто встречающимся отрицательным характеристикам по системе с обращением ТКО в различных странах мира относятся:

- низкая емкость большинства мусорных полигонов мира, достигших предела своей вместимости;
- рост образования опасных отходов;
- отсутствие системы мониторинга объемов отходов и реальных данных об их объемах накопления;

Выявлено, что к наиболее эффективной политике в сфере управления отходами относится политика стран Европейского союза, представляющая собой сложную интегрированную систему, основывающаяся на следующих принципах:

- Использования иерархического порядка обращения с отходами.
- Внедрения циркулярной экономики.
- Использования наилучших доступных технологий (НДТ) на предприятиях по обработке и утилизации.

- Максимального приближения объектов обработки, утилизации и захоронения ТКО к источникам образования отходов.

- Расширенной ответственности производителя (его участие во всех этапах жизненного цикла продукции).

- «Загрязнитель платит».

Самый высокий показатель переработки в Европе зафиксирован в Германии, где 66% бытовых отходов перерабатывается и используется повторно. Австрия заняла второе место с показателем 57,6%, за ней следует Бельгия с 53,9%, и Нидерланды с 52,1%. В 2020 г. уровень сжигания достиг 26% (в т.ч. 24% ТКО отправлено на сжигание с рекуперацией энергии).

Высокие показатели утилизации ТКО в ЕС достигнуты благодаря:

- уникальной системе сортировки ТКО. У каждого домовладения на площадке по накоплению бытовых отходов у большинства стран находится, как минимум, три-четыре контейнера — для пластмассовых изделий (с уточнением маркировки и индикатором материала), бумаги и картона, и для пищевых отходов. Для стекла, существуют общие общественные баки в каждом районе города. Тару из-под напитков можно сдать в фандоматы.

- системе налогообложения и законодательных мер. За вывоз отходов платит каждый человек по принципу «Платишь столько, сколько выбрасываешь». Существуют большие штрафы за нарушение норм сортировки мусора во всех федеральных землях.

2. На основании данных Росприроднадзора и Росстата определена низкая эффективность осуществляемых мер государственной поддержки в Российской Федерации в рамках реализации программы «мусорной реформы», направленной на регулирование обращения с ТКО.

Существуют пробелы в природоохранном законодательстве, связанные с реализацией мероприятий национального проекта «Экология» и входящих в его состав федеральных проектов. Национальный проект «Экология» предполагает, что к концу 2030 года Россия достигнет процента утилизации в 50%. Это очень завышенный показатель, т.к., во-первых, средств на реализацию проекта в целом

выделено катастрофически недостаточно – около 380 млрд. рублей, во-вторых, в ЕС данный уровень достигался в течение 20-25 лет. С момента старта проекта «Чистая страна» в 2019 году насчитывалось около 8323 несанкционированные свалки, к 2022 ликвидировано и рекультивировано лишь 58 таких мест общей площадью более 500 гектаров. Такими темпами цели ликвидации всех объектов к 2030 году не будут реализованы.

Не урегулированы вопросы отдельного сбора отходов, обновления транспортного парка техники по сбору мусора. В большинстве городов России с появлением «Мусорной реформы» на площадках накопления стали присутствовать контейнеры для сбора вторсырья, увеличилось число предприятий по обработке ТКО (сортировка и другая подготовительная работа с отходами перед их последующей утилизацией). В связи с чем средний показатель обработки в 2019-2021 году вырос до 40,8% (2016-2018 гг - 8,4%). Средний показатель захоронения снизился с 93,3% в 2016-2018 гг. до 84,8% в 2019-2021 гг. Процент обезвреженных отходов (в том числе на МСЗ) до реформы составлял всего 1,8% от всех образованных ТКО, после реформы возрос до 5,4%.

Отсутствует экономическое обоснование привлечения финансовых ресурсов из внебюджетных источников. После введения поправок в ФЗ-89 в 2019 г прослеживаются положительные сдвиги в части отдельного сбора ТКО, обработки и утилизации, но тем не менее, иерархия обращения с ТКО нарушена и направлена в основном на захоронение.

Отсутствуют механизмы стимулирования производителей соблюдать принципы экономики замкнутого цикла. Возможность перехода нашей страны к системе управления ТКО, как в странах ЕС, пока не представляется возможным, поскольку на данном этапе не существует никаких стимулов ни для бизнеса, ни для населения в области отдельного сбора отходов, переработки и утилизации.

Для того, чтобы приблизить нашу систему обращения с ТКО к системе Европейского союза, необходимо:

- Внедрить как можно быстрее повсеместно отдельный сбор в каждом регионе и стимулировать граждан качественно сортировать отходы у себя дома.

Этого можно добиться экологическими мероприятиями, а также социальной рекламой на телевидении, радио и т.д.

- Стоит перейти на залогово- возвратную систему, которая предполагает, что потребители будут активно возвращать купленную упаковку розничным продавцам или другим организациям приема с целью возврата внесенной ранее при покупке залоговой стоимости. В основном эта система направлена на такие виды отходов, как пластик, стекло, алюминий, но хотя бы эти виды отходов будут качественно отсортированы, очищены и смогут снова вернуться в цикл производства.

- Необходимо увеличить число предприятий по сортировке, переработке и утилизации ТКО. Стимулировать бизнес, сделав субсидирование до 0% ставки по кредитам для перерабатывающих организаций или включить в программу налоговые льготы во время всей работы перерабатывающего предприятия и / или «налоговые каникулы».

- Стимулировать спрос на продукцию и работы с применением вторсырья из отходов, отменить НДС на такую продукцию.

3. На основе методики ООН-Хабитат (UN-Habitat - a better urban future <https://unhabitat.org>) оценена эффективность обращения с ТКО в Калужской области до появления «Мусорной реформы» и после ее появления по четырем показателям:

3.1. Финансирование области обращения с ТКО в субъекте.

3.2. Санитарные требования.

3.3. Экологический контроль.

3.4. Ресурсная ценность.

3.1 Финансирование области обращения с ТКО в субъекте.

Анализ финансирования системы обращения с отходами Калужской области (Росстат, финансовый отчет) позволил установить, что до 2018 года услуги по обращению с ТКО относились к услугам по содержанию жилья. В их стоимость входили: затраты на сбор, выгрузку, транспортировку до мест обезвреживания, заезды в домовладения и доставка до места захоронения на

полигоне. На данный год исследования финансирование составляло 11,22 млн. руб. В 2021 году данный показатель увеличился в 13 раз и составил 161,62 млн. Однако, в целях достижения индикаторов по увеличению объемов обработки и утилизации отходов предполагалось строительство и модернизация всех объектов обращения с ТКО Калужской области. Вместе с тем, более половины таких объектов не имеет экономического финансирования в данной части источников финансирования.

3.2. Санитарные требования

Показатель «Санитарные требования» включает в себя индикаторы – это (1) охват населения системой сбора ТКО, в т.ч. отдельным накоплением и (2) качество услуг по сбору ТКО

3.2.1. Результаты охвата населения системой сбора ТКО показали, что в 2018 г. значение данного индикатора составляло 92% (высокий уровень). Из системы по обращению с ТКО исключались отходы, которые компостировались и сжигались в частном секторе, а также те отходы, которые вывозились по заявке или находились на несанкционированных свалках. По уровню охвата населения отдельной системой сбора ТКО оценивался как низкий. Показатель составлял 0,14%, то есть на всю территорию субъекта на конец 2018 года насчитывалось всего 24 контейнера для отдельного сбора (6 контейнеров в г. Калуга, 15 – в г. Обнинск, 1- в Сухиничском районе, 2- в Тарусском).

В 2021 году охват населения системой сбора отходов увеличился и составил 96% (высокий уровень). Этот показатель увеличился по сравнению с 2018 годом, поскольку согласно новому Российскому законодательству, все жители муниципальных районов, частный сектор в том числе, должны заключать договор с Региональным оператором- ГП «КРЭО». Охват населения отдельной системой сбора ТКО также, как и в 2018 году, оценивался как низкий и составил 7,1%. За 3 года существования новой мусорной реформы было установлено 1238 контейнеров для селективного сбора. Самое большое скопление таких баков находилось в городских округах Калуга и Обнинск.

3.2.2. Качество услуг оператора по обращению с ТКО оценивалось по:

- 1) Количеству специализированной техники для накопления ТКО;
- 2) Эффективности уборки улиц;
- 3) Внешнему виду мест накопления;
- 4) Эффективности вывоза ТКО с площадок накопления в многоквартирном секторе (хватает ли контейнеров на территории, переполняются ли за день места накопления).

Качество услуг по сбору ТКО в 2018 году оценено как среднее, а в 2021 г. - как высокое. За 3 года «мусорной реформы» в Калужской области увеличилось число площадок накопления и мусорных баков на них на 10% по сравнению с 2018 годом и составило 6968 контейнерных площадок и 17455 контейнеров. Однако, охват населения отдельной системой сбора ТКО оценивается как низкий. Показатель составил 7,1%.

За 3 года существования новой мусорной реформы в области было установлено 1238 контейнеров для селективного сбора. Самое большое скопление таких баков находилось в городских округах Калуга и Обнинск.

3.3. Экологический контроль.

Исходя из 8 индикаторов, включенных в данный параметр оценки эффективности системы обращения с ТКО (1) наличие весового контроля ввозимых отходов; (2) наличие ванн дезинфекции колес автотранспорта; (3) наличие системы сбора фильтрата; (4) наличие системы сбора биогаза; (5) наличие контрольно-пропускного пункта; (6) наличие поста радиационного контроля; (7) наличие поста контроля за выбросами в атмосферу; и (8) наличие программы экологического и/или производственного контроля на объекте) установлено, что среди 9 действующих полигонов захоронения 4 соответствуют уровню высокого экологического контроля, и к ним относятся: Полигон ТКО ООО «Реммонтаж», ЭкоТехноПарк «Калуга», Полигон ТКО ООО «Форум» и Полигон ТКО ООО «Внешние сети». До «мусорной реформы» в их число входили только первые два полигона.

3.4. Ресурсная ценность.

Показатель «ресурсная ценность» в 2018 оценен как низкий, а в 2021 году – как средний. Процент пищевых отходов в 2021 году снизился на 13% и составил 32%. Доля вторичных материальных ресурсов с 2018 года увеличилась и составила 53%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева Т.С., Майстренко Е.В., Ибрагимова Н.И. Пути решения проблем утилизации твердых отходов на территории Российской Федерации // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2019 №3, [Электронный ресурс] – URL: <https://resources.today/PDF/05ECOR319.pdf> (дата обращения: 18.04.2023).
2. Астратова Г.В., Фролова Н.Ю. К вопросу о формировании современного рынка отходов из упаковки потребительских товаров // Отходы и ресурсы, 2018 №1, [Электронный ресурс] – URL: <https://resources.today/PDF/04NZOR118.pdf> (дата обращения: 17.04.2023).
3. Байнова М.С., Надточий Ю.В. Актуальные вопросы политики обращения с отходами в России // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Социология. Политология. 2021. №3 [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-politiki-obrascheniya-s-othodami-v-rossii> (дата обращения: 03.04.2023).
4. Бернадинер И. М. Использование отходов как альтернативного топлива в цементной печи / И. М. Бернадинер, Е. Ю. Александрова // – 2017. – № 11(137). – С. 22-24. – EDN ZWJUFD
5. Вакарёв А.А., Медведева Л.Н. Предпринимательская индустрия мусоропереработки: особенности и сложности решения на региональном уровне // Россия: тенденции и перспективы развития. 2022. №17-1. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predprinimatelskaya-industriya-musoropererabotki-osoenosti-i-slozhnosti-resheniya-na-regionalnom-urovne> (дата обращения: 19.04.2023)
6. Васильева Е.А. Технология обращения с твердыми коммунальными отходами. Ч.1: учебное пособие / Васильева Е.А., Левин А.В.. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 61 с.

7. Вильданов Ф. Ш., Латыпова Ф. Н., Чанышев Р. Р., Николаева С. В. Успехи развития мировой биогазовой индустрии // Баш. хим. ж.. 2011. №1. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uspehi-razvitiya-mirovoy-biogazovoy-industrii> (дата обращения: 18.04.2023).
8. Ефремов Н.А., Ефремова М.П. Мировой опыт применения «зеленых» технологий // *Oeconomia et Jus*. 2021. № 1. С. 21–30.
9. Залоговые системы для тары для напитков: глобальный обзор (Deposit Systems for One-way Beverage Containers: Global Overview).// CM Consulting, Reloop Platform (2018), -27- APR 2018. 4 CM Consul).
10. Игнатова И.В., Дударева Э.А. «Зеленый» экспорт России в страны Европейского союза: проблемы, возможности и перспективы // *Общество: политика, экономика, право*. 2021. № 6. С. 61– 69.
11. Как Гринпис борется с мусоросжиганием в России [Электронный ресурс] Официальный сайт ОМННО «Совет Гринпис» – URL: <https://greenpeace.ru/blogs/2022/06/06/kak-rossijskij-grinpis-boretsja-s-musoroszhiganiem-v-rossii/> (дата обращения: 07.04.2023)
12. Карелин А. Е., Петросов С. П., Алехин С. Н., Алехин А. С. Отдельные вопросы подготовки твердых коммунальных отходов к процессу их сортировки // *Colloquium-journal*. 2020. №11 (63). [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otdelnye-voprosy-podgotovki-tverdyh-kommunalnyh-othodov-k-protssesu-ih-sortirovki> (дата обращения: 18.04.2023).
13. Кичигин О. Э., Горский В. А. Анализ российского и европейского опыта в решении проблем обращения с твердыми коммунальными отходами на региональном уровне // *Бизнес. Образование. Право*. 2021. № 1 (54). С. 37—43. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.54.136.)]
14. Костин А.Е. Борьба за чистоту: эффективность мер государственного управления в сфере обращения с отходами в Российской Федерации" *E-Scio*, no. 9 (60), 2021, pp. 308-323.)

15. Курынцева П.А., Селивановская С.Ю. Учебное пособие к специальному курсу "Обращение с отходами производства и потребления" / П.А. Курынцева, С.Ю. Селивановская. – Казань: Казан. ун-т, 2018. – 64 с.
16. Материалы Доклада Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека по вопросам, связанным с обеспечением прав населения на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду при утилизации отходов потребления. [Электронный ресурс] – URL: http://m.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/HRC_Report_2017.pdf. (дата обращения: 18.04.2023).
17. Никуличев Ю.В. Управление отходами. Опыт Европейского союза. Аналит. обзор / РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. глоб. и регионал. пробл. Отд. проб. европ. безопасности. – М., 2017. – 55 с. – (Сер.: Социальные и экономические проблемы глобализации).
18. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году. Государственный доклад. — М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова. 2022. — 1000 с
19. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. — М.: Минприроды России; МГУ имени М.В.Ломоносова, 2021. — 864 с.
20. Образование, переработка и захоронение в странах ЕС/ Статистическая служба Европейского союза / ec.europa.eu/Eurostat, [Электронный ресурс] – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics.explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Municipal_waste_generation (дата обращения 15.12.2022).
21. Обращение с отходами: российский и финский опыт: Учебное пособие / Коллектив авторов. – СПб.: ООО «Политехника Сервис», 2021 – 158 с.
22. Обращение с отходами: современное состояние и перспективы : сборник статей II Международной научно-практической конференции, г.

Уфа, 10 ноября 2020 г. / под ред. И.О. Туктаровой. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – 335 с.

23. Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов : [учеб. пособие] / Л. Б. Хорошавин, В. А. Беляков, Е. А. Свалов ; [науч. ред. А. С. Носков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 220 с.

24. Островский Н. В. Эволюция федерального Закона «Об отходах производства и потребления» // Вопросы управления. 2022. №8 (13). [Электронный ресурс]: – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-federalnogo-zakona-ob-othodah-proizvodstva-i-potrebleniya> (дата обращения: 18.04.2023).

25. Отходы в России: мусор или ценный ресурс? Сценарии развития сектора обращения с твердыми коммунальными отходами. Итоговый отчет. Материалы Международной финансовой корпорации IFC, Группа Всемирного банка. 2013. 92 с.

26. Охрана окружающей среды в России. 2020: Стат. сб. / Росстат. – М., 2020. – 114 с.

27. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб./Росстат. – 0-92 М., 2022. – 115 с.

28. Паспорт Национального проекта «Экология» [Электронный ресурс]: – URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/ (дата обращения: 03.04.2023).

29. Печинина А. А. Принципы и подходы циркулярной экономики / Печинина А.А. —// Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XV международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 20-21 мая 2021 г.) — Екатеринбург: УрФУ, 2021. — С. 36-43.)

30. Порошин О.С., Храмцов А.Б.. Проблемы и перспективы реализации мусорной реформы в регионах России // Теория и практика общественного развития. 2020. №12 (154). [Электронный ресурс] – URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-realizatsii-musornoj-reformy-v-regionah-rossii> (дата обращения: 18.04.2023).

31. Постановление Правительства Калужской области от 12 февраля 2019 года N 98 Об утверждении государственной программы Калужской области "Охрана окружающей среды в Калужской области"(с изменениями на 30 декабря 2020 года).

32. Постановление Правительства Калужской области от 22 сентября 2016 года №496 «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на территории Калужской области» (с изменениями на 18 октября 2022 года), [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/446249219> (дата обращения. 24.04.2023).

33. Преимущества и недостатки технологии «ArrowBio» // Оф. сайт компании ArrowBio Ecology [Электронный ресурс] – URL: <https://www.arrowbio-global.com/ru/информация-о-компании> (дата обращения: 08.03.2023).

34. Реформа обращения с твердыми коммунальными отходами. Справочное пособие/ — Ижевск: Общественная организация потребителей услуг ЖКХ «Объединение советов домов Удмуртской Республики», 2019. — 36 с.

35. Рыкова И.Н, Шкодинский С.В., Юрьева А.А. Зарубежный опыт регулирования обращения с твердыми коммунальными отходами и его адаптация к российским условиям // ЭПП. 2021. №7. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-regulirovaniya-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami-i-ego-adaptatsiya-k-rossijskim-usloviyam> (дата обращения: 18.04.2023).

36. Семенихина М.Д. Проблемы в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами и пути их решения [Электронный ресурс]: электронный научный журнал «Вектор экономики», 2019 – URL: www.vectoreconomy.ru (дата обращения: 25.04.2021)

37. Скриган, А.Ю. Анализ системы обращения с коммунальными отходами на примере г.Могилева / А.Ю. Скриган, И.В. Шилова, А.В. Щур, Ю.С. Карпенко, П.С. Орловский // Экологический вестник: научно-практический журнал / гл. ред. С.А. Маскевич; учредитель Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова. – 15/03/2017. – N1. – С.78-86.

38. Сообщение комиссии Европейскому парламенту, Совету, Европейскому экономическому и социальному комитетам и региональному комитету «О роли преобразования отходов в энергию в циклической экономике». [Электронный ресурс] – URL: <http://ecounion.ru/wp-content/uploads/2014/08/Preobrazovanie-othodov-v-energiyuSoobshheniyaEvropejskoj-Komissii.pdf> (дата обращения: 17.04.2023).

39. Сравнительный анализ технологий переработки твердых коммунальных отходов и механизмов обеспечения окупаемости проектов по строительству объектов по переработке твердых коммунальных отходов с минимизацией перекрестного субсидирования для участников оптового рынка электроэнергии и мощности — Москва: совет Ассоциации «НП Совет рынка», 2019. —116 с.

40. Татаренко В.И., Петрова Н.В., Лоницкая Д.Н. Мусорная реформа: новые подходы к формированию и возникающие проблемы // Московский экономический журнал. 2020. № 6. С. 16. 10.24411/2413-046X-2020-10389

41. Тимашкова Т.Е., Найденова К.В. Анализ системы обращения с ТКО на примере Калужской области: общая характеристика и проблемные аспекты, обусловленные социально-экономическими особенностями развития региона // научный журнал «Управленческий учет». 2022. No5 [Электронный ресурс] – URL: <https://uprav-uchet.ru/index.php/journal/article/view/1986/1407> (дата обращения: 22.04.2023).

42. Тимашкова Т.Е. Региональные экологические операторы – новое решение проблем обращения с отходами // Российский Экономический

Интернет Журнал. 2020. №1. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.erej.ru/upload/iblock/696/6966999cd4b428843a393cc496304e0a.pdf> (дата обращения 22.04.2023).

43. Титов Б.Ю. Системы управления бытовыми отходами разных стран: Рецепты для России // Институт экономики роста им. Столыпина П.А. [Электронный ресурс] – URL: <http://stolypin.institute/wp-content/uploads/2019/10/sistemy-utilizatsii-othodov-raznyh-stran-25-09-2019.pdf> (дата обращения: 28.02.2023).

44. Толстокорова О. Н. Обращение с ТКО. Правила взаимодействия с региональным оператором / О. Н. Толстокорова // Экология производства. - 2019 - № 1 (174). С.36-48

45. Управление отходами. Опыт Европейского союза. Аналит. обзор / РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. глоб. и регионал. пробл. Отд. пробл. европ. безопасности. – М., 2017. – 55 с. – (Сер.: Социальные и экономические проблемы глобализации). ISBN 978-5-248-00857-5.

46. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 14.06.2020).

47. Шилкина С.В. Выбор стратегии управления твёрдыми коммунальными отходами для решения проблем их утилизации // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №4, [Электронный ресурс] – URL: <https://resources.today/PDF/12ECOR420.pdf> (дата обращения: 12.04.2023).

48. Яковлева О. Н. Сравнение термических методов утилизации твердых коммунальных отходов / О. Н. Яковлева, А. В. Верещагина, Н. А. Третьякова. // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика : сборник научных трудов. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. — С. 628-631.

49. Circular Economy and zero waste aspects and business models of production [Electronic resources] – URL: <http://screen.eu/wpcontent/uploads/2018/07/D4.3> (дата обращения: 01.03.2023).
50. Directive 2006/12/EC of the European Parliament and of the Council on waste. Official Journal of the European Union L114/9. [Electronic resources] – URL: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do> (дата обращения: 01.03.2023).
51. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control). [Electronic resources] – URL: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32010L0075> (дата обращения: 21.03.2023).
52. European Commission (2018). Impacts of Circular Economy Policies on the Labour Market. Retrieved from [Electronic resources] – URL: https://docs.wbcsd.org/2020/11/WBCSD_Circular_Economy_Action_Plan_2020-Summary_for_business.pdf (дата обращения: 01.03.2023).
53. European strategy for plastics in a circular economy [Electronic resources] – URL: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf> (дата обращения: 28.02.2023).
54. G. Tsekeris, G. N. Anastassakis. Municipal solid waste-to-energy in EU-27 towards a circular economy, 2022. – 188 с.
55. Gadaleta, G.; De Gisi, S.; Todaro, F.; Notarnicola, M. Environmental Comparison of Different Mechanical–Biological Treatment Plants by Combining Life Cycle Assessment and Material Flow Analysis. *Clean Technol.* 2022, 4, 380–394.
56. Scheinberg, A., Wilson, D. C., Rodic, L. Solid Waste Management in the World’s Cities. Third edition in UN-Habitat’s State of Water and Sanitation in the World’s Cities Series / A. Scheinberg, D. C. Wilson, L. Rodic. – London and Washington DC: Earthscan for UN-Habitat, 2013. – 257 p.

57. Vitenko, T.; Marynenko, N.; Kramar, I. European Experience in Waste Management. *Environ. Sci. Proc.* 2021, 9, 17. [Electronic resources] – URL: <https://doi.org/10.3390/environsciproc2021009017> (дата обращения: 08.03.2023).

58. Wilson, D. C. et al. ‘Wasteaware’ benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities / D. C. Wilson, L. Rodic, M. J. Cowing, C. A. Velis, A. D. Whiteman, A. Scheinberg, R. Vilches, D. Masterson, J. Stretz, B. Oelz // *Waste Management.* – 2015. – 35. – PP. 329-342. – doi: 10.1016/j.wasman.2014.10.006.

59. Wilson, D. C. et al. User Manual for Wasteaware ISWM Benchmark Indicators / D. C. Wilson, L. Rodic, M. J. Cowing, C. A. Velis, A. D. Whiteman, A. Scheinberg, R. Vilches, D. Masterson, J. Stretz, B. Oelz. // *Waste management. Supporting information to Wilson, D.C. et al., 2015.* – doi: 10.1016/j.wasman.2014.10.006.

60. A global Waste to Grow by 70 Percent by 2050 Unless Urgent Action is Taken: World Bank Report // *The World Bank* [Electronic resources] – URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/> (дата обращения: 22.01.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Транспортировка ТКО населения Калужской области на полигоны в 2018

году

	Образовано ТКО населением в 2018, тыс. тонн	Размещено на полигоне за 2018 г, тыс. тонн	Утилизи ровано
П1 Полигон ООО "Внешние сети"	33,080	31,840	1,240
Бабынинский	10,118		
Дзержинский	22,961		
П2 Полигон ГП "КРЭО" Боровский район,	366,117	351,241	14,876
Боровский	38,645		
Износковский	2,298		
ГО Калуга	180,370		
Малоярославецкий	33,097		
Медынский	5,529		
ГО Обнинск	56,195		
Перемышльский район	8,090		
Тарусский	8,877		
Жуковский	22,513		
Ферзиковский	6,357		
Юхновский	4,145		
П3 Полигон ООО "Форум"	25,875	24,920	0,955
Думиничский	7,301		
Жиздринский	2,771		
Мещовский	3,380		
Сухиничский	9,951		
Ульяновский	2,473		
П4 Полигон ООО "Ремонтаж"	46,919	45,141	1,778
Барятинский	1,729		
Людиновский	20,019		
Кировский	19,269		
Куйбышевский	2,914		
Мосальский	2,988		
П5 Полигон МУП "Хвастовичское КХ"	3,092	2,972	0,120
Хвастовичский	3,092		
П6 Полигон ТКО МУП "Благоустройство"	3,210	3,088	0,122
Спас-Деменский район	3,210		
П7 Полигон ГП "КРЭО" г. Сосенский	17,763	17,086	0,677
Козельский	17,763		
всего	496,055	476,288	19,767

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Транспортировка ТКО населения Калужской области на полигоны захоронения
в 2021 г.

2021 ГОД	Образовано ТКО, 2021г. Тыс. Тонн	Размещено на полигоне, тыс. тонн	Утилизи ровано
П1 ЭкоТехноПарк «Калуга»	367,613	366,643	0,970
ГО Калуга	166,576		
ГО Обнинск	53,171		
Дзержинский район	16,654		
Ферзиковский район	6,885		
Износковский район	1,865		
Юхновский район	4,215		
Бабынинский район	9,334		
Жуковский район	23,304		
Боровский район	40,513		
Тарусский район	7,757		
Малорославецкий	26,213		
Медынский район	4,437		
Перемышльский район	6,688		
П2 Полигон ТКО ООО «Форум» Сухиничский район	33,117	19,665	13,452
Сухиничский район	7,674		
Мещовский район	2,332		
Думиничский район	4,589		
Жиздринский район	2,324		
Козельский район	11,498		
Ульяновский район	1,388		
Хвастовичский район	3,311		
П3 Полигон ТКО ООО «Реммонтаж» Кировский район	31,373	19,965	11,409
Барятинский район	1,241		
Людиновский район	12,997		
Кировский район	12,645		
Куйбышевский район	2,055		
Мосальский район	2,435		
П4 Полигон ТКО МУП "Благоустройство" Спас-Деменский район	2,532	2,124	0,408
Спас-Деменский	2,532		
Всего	434,636	408,397	26,239

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Остаточная вместимость полигонов захоронения на 1 января 2019 года

	Вместимость, тыс. тонн	Фактическое размещение, тыс. тонн на 1 января 2019	Остаточная вместимость, тыс. тонн	% заполнения ОРО
Полигон ООО "Форум" Сухиничский район	120,00	42,7483	77,25	35,62
Полигон ГП "КРЭО" Боровский район, д. Тимашово	1890,29	1722,19961	168,09	91,11
Полигон МУП "Благоустройство" Спас-Деменский район	27,27	9,8891	17,38	36,26
Полигон ГП "КРЭО" Козельский район, г. Сосенский	46,00	35,07591	10,92	76,25
Полигон ООО "Внешние сети" Бабынинский район, п. Воротынк	98,49	55,564	42,93	56,41
Полигон МУП "Хвастовичское КХ" Хвастовичский район	40,00	35,0514	4,95	87,63
Полигон ООО "Реммонтаж" Кировский район	750,00	583,24846	166,75	77,77
Полигон ГП "КРЭО" Жуковский район (до 2018 УМП "Благоустройство")	266,56	266,561	0,00	100
Полигон МУП «Тарусажилдорстрой - Заказчик» Тарусский район	33,69	33,689	0,00	100
Полигон ООО "Коммунальное хозяйство" Перемышльский район	6,61	6,605	0,00	100
Полигон МУП ЖКХ МР "Мосальский район" Мосальский район	20,95	20,948	0,00	100
Полигон МП "СФЗ" МР "Ферзиковский район" Ферзиковский район, д. Козловка	80,00	80	0,00	100

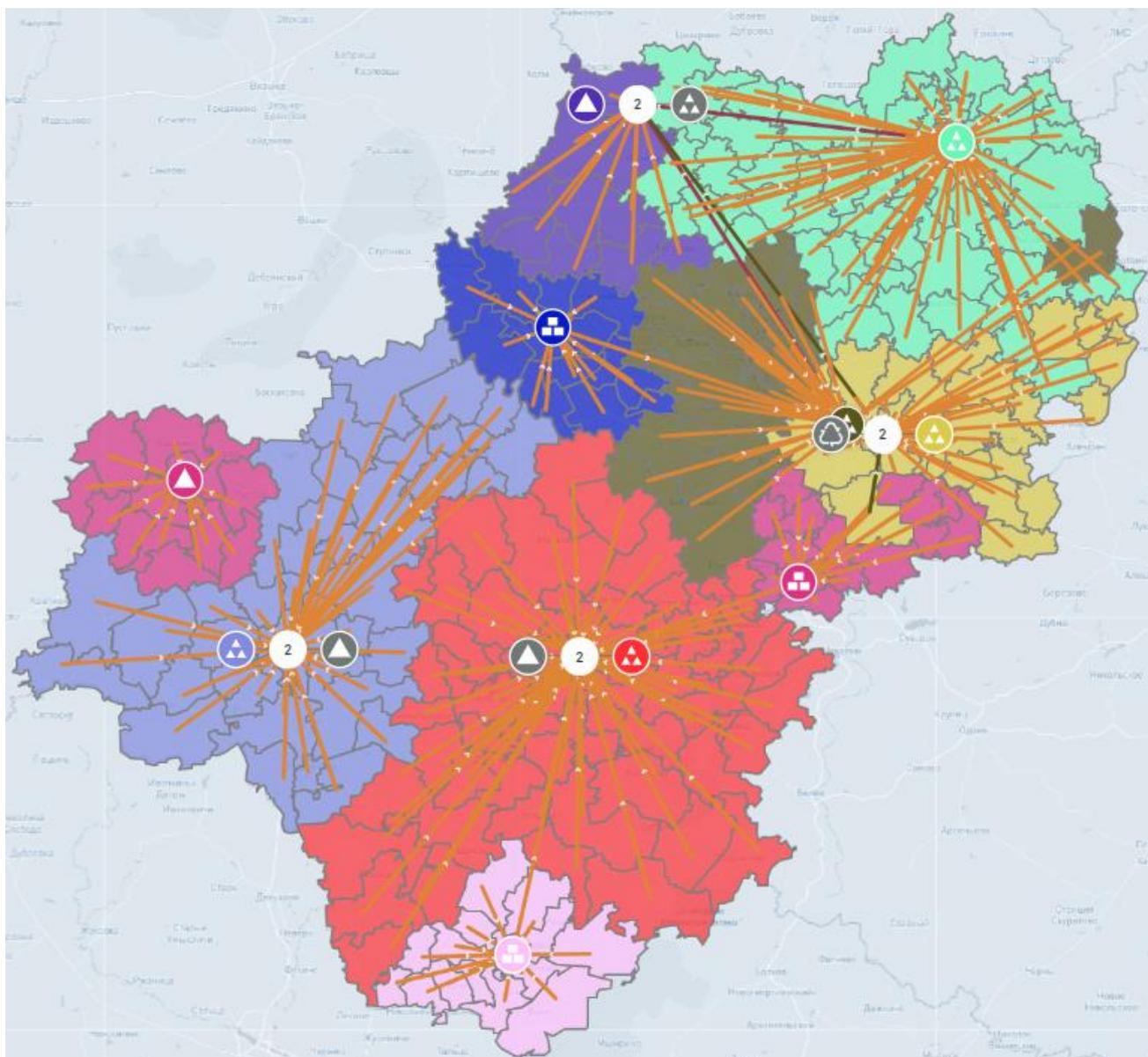
ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Остаточная вместимость полигонов захоронения на 1 января 2022 года

Наименование объекта	вместимость ОРО, тыс. тонн	фактическое размещение отходов на ОРО на первое января 2022 года, тыс. тонн	Остаточная вместимость, тыс. тонн	% заполнения ОРО
Полигон ТКО ООО "Реммонтаж"	750	578,903	171,097	77,19
Полигон ТКО МУП "Благоустройство"	27,271	11,814	15,457	43,32
Полигон ТКО ООО "Форум" Спас-Деменский район	120	56,416	63,584	47,01
ЭкоТехноПарк "Калуга", Износковский район	6528	104,718	6423,282	1,60
Полигон ТКО МП "СЕЗ" МР "Ферзиковский район"	80	61,942	18,058	77,43
Полигон ТКО МУП ЖКХ МР "Мосальский район"	20,948	20,95	0	100,01
Полигон ТКО ООО "Внешние сети", бабынинский район	98,495	57,123	41,372	58,00
Полигон ТКО МУП "Хвастовичское КХ"	40	36,908	3,092	92,27
Всего			6735,942	

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Графическое отображение существующей схемы транспортирования отходов с 2020 до 2032 года.



Условные обозначения:

-  Объект захоронения отходов
-  Объект обработки отходов
-  Объект перегрузки отходов
-  Объект утилизации отходов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Охват населения местами накопления и сбора в 2018 году

ГО и районы	Площадь территории, км ²	Контейнеры смешанного сбора	Контейнеры для раздельного сбора	Общее число контейнеров	Средняя численность населения за 2018 г.
ГО Калуга	542,70	3504	6	3510	355 620
ГО Обнинск	43,00	1884	15	1899	116 593
Бабынинский	846,60	502,00		502	18 328
Барятинский	1 110,3	282		282	5 989
Боровский	759,60	700,00		700	62 233
Дзержинский	1 335,9	689,00		689	52 875
Думиничский	1173,90	511,00		511	13 982
Жиздринский	1 281,7	127,00		127	10 273
Жуковский	1 268,2	1194,00		1194	53 186
Износковский	1 333,8	369,00		369	6 871
Кировский	1 000,4	315,00		315	40 391
Козельский	1 522,7	820,00		820	36 328
Куйбышевский	1 243,0	235,00		235	7 896
Людиновский	954,50	315,00		315	42 102
Малоярославецкий	1 547,2	632,00		632	49 538
Медынский	1 148,4	220,00		220	12 864
Мещовский	1 237,7	317,00		317	12 037
Мосальский	1 320,4	403,00		403	8 560
Перемышльский	1 156,0	751,00		751	13 474
Спас-Деменский	1 369,0	395,00		395	7 204
Сухиничский	1 232,7	593,00	1	594	23 115
Тарусский	714,60	182,00	2	184	15 058
Ульяновский	1 655,9	261,00		261	7 128
Ферзиковский	1 249,9	689,00		689	18 064
Хвастовичский	1 413,3	571,00		571	10 331
Юхновский	1 332,5	400,00		400	10 728
Всего	29900,00	16861,00	24	16885	1 010 768

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Охват населения местами накопления и сбора ТКО в 2021 г.

ГО и районы	Площадь территории, км2	Контейнеры для несортированных отходов	Контейнеры для раздельного сбора	Общее число контейнеров	Ср. численность населения за 2021 г.
Городской округ - Калуга	542,70	2952,00	603,00	3555,00	347150,00
Городской округ - Обнинск	43,00	1676,00	222,00	1898,00	116179,00
Бабынинский	846,60	398,00	13,00	411,00	18313,00
Барятинский	1 110,3	258,00	21,00	279,00	5984,00
Боровский	759,60	702,00	11,00	713,00	63220,00
Дзержинский	1 335,9	729,00	53,00	782,00	52464,00
Думиничский	1173,90	499,00	27,00	526,00	13684,00
Жиздринский	1 281,7	127,00	0,00	127,00	10011,00
Жуковский	1 268,2	1233,00	0,00	1233,00	55095,00
Износковский	1 333,8	383,00	0,00	383,00	39786,00
Кировский	1 000,4	309,00	66,00	375,00	7185,00
Козельский	1 522,7	816,00	8,00	824,00	35832,00
Куйбышевский	1 243,0	247,00	20,00	267,00	7608,00
Людиновский	954,50	315,00	46,00	361,00	40747,00
Малоярославецкий	1 547,2	665,00	37,00	702,00	50149,00
Медынский	1 148,4	274,00	0,00	274,00	13163,00
Мещовский	1 237,7	317,00	26,00	343,00	11532,00
Мосальский район	1 320,4	403,00	20,00	423,00	8683,00
Перемышльский	1 156,0	787,00	15,00	802,00	13280,00
Спас-Деменский	1 369,0	395,00	0,00	395,00	7057,00
Сухиничский	1 232,7	564,00	30,00	594,00	22667,00
Тарусский	714,60	192,00	20,00	212,00	15333,00
Ульяновский	1 655,9	287,00	0,00	287,00	6947,00
Ферзиковский	1 249,9	701,00	0,00	701,00	18062,00
Хвастовичский	1 413,3	577,00	0,00	577,00	10570,00
Юхновский	1 332,5	411,00	0,00	411,00	10279,00
Всего	29900,00	16217,00	1238,00	17455,00	1000980,00