



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

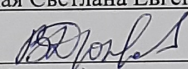
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

На тему: «Мировой опыт рециклинга твердых коммунальных отходов»

Исполнитель Крюковских Никита Олегович

Руководитель доктор биологических наук, профессор,

Витковская Светлана Евгеньевна

Заведующий кафедрой 

(подпись)

кандидат географических наук, доцент

Дроздов Владимир Владимирович

« » 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

Введение.....	2
Глава 1. Рециклинг твердых коммунальных отходов.....	5
1.1. Основные понятия и морфологический состав твердых коммунальных отходов.....	5
1.2. Классификация и источники твердых коммунальных отходов.....	6
1.3. Экономический, социальный и экологический ущерб от неправильного обращения с твердыми коммунальными отходами.....	8
1.4. Основные способы переработки твердых коммунальных отходов.....	9
1.5. Мировой опыт переработки различных фракций твердых коммунальных отходов.....	14
1.6. Национальный проект РФ «Экология»	19
1.7. Рециклинг твердых коммунальных отходов в Санкт-Петербурге.....	20
Глава 2. Зарубежный опыт. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами.....	24
2.1 Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Швейцарии.....	24
2.2. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Швеции	24
2.3. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Финляндии	27
2.4. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Санкт-Петербурге.....	31
Глава 3. Способы и технологии переработки твердых коммунальных отходов в мире и в России.....	40
3.1. Методы переработки пластиковых отходов.....	40
3.2. Переработка макулатуры.....	51
3.3. Переработка стекла.....	56
Выводы.....	60
Список использованных источников и литературы.....	62

Введение

Современный мир столкнулся с проблемой увеличения объемов и способов обезвреживания твердых коммунальных отходов (ТКО).

Негативные последствия, которые являются результатом несовершенства системы обращения с ТКО, проявляются как в экономической, так и социальной сферах, а также оказывают влияние на состояние окружающей среды и состояния здоровья населения. Большая часть фракций ТКО может быть переработана (бумага, пластик, металл, органика, стекло). Развитые страны стремятся сокращать образование отходов и внедрять передовые технологии их переработки и обезвреживания. Почти вся Европа в 2016 году смогла отказаться от захоронения и использовать методы обезвреживания, такие как сжигание с получением энергии, рециклинг, компостирование органики.

В некоторых странах проблема обращения с ТКО полностью решена. Например, в Швейцарии отказалась от захоронения, основным способом обезвреживания ТКО является сжигание с получением энергии (48 %), рециклинг (31 %), компостирование органики (21%).

В Швеция также большую часть отходов сжигают или перерабатывают. На захоронение отправляют не более 2 %, основными способами обезвреживания ТКО являются сжигание с получением энергии (50 %), рециклинг (33 %), компостирование органики (16%).

В Германии захоронение ТКО составляет не более 5%. Основными способами обезвреживания ТКО являются сжигание с получением энергии (32 %), рециклинг (32 %), компостирование (23%), сжигание без получения энергии (9 %). Реализуется Федеральная программа по предотвращению образования отходов, предусматривающая отказ от упаковки, не подлежащей обезвреживанию, наращивание объемов рециклинг (переработка, извлечение сырья).

В Финляндия также почти отказалась от захоронения ТКО (не более 3 %), основными способами обезвреживания являются: сжигание (55 %),

рециклинг (29 %), компостирование - 13%). Почти все жилые дома оборудованы специализированными контейнерами для раздельного сбора отходов.

Все эти страны достигли высокого уровня рециклинга, внедрив обучение раздельному сбору в школах и детских садах, а также материальное стимулирование населения.

Ежегодно в России по статистике образуется более 5 млрд. тонн отходов, из них около 60 млн. тонн относится к ТКО, что составляет около 400 кг отходов на 1 человека в год. В хозяйственный оборот вовлекается только 7-8% ТКО, остальной объем направляется на захоронение. Самый оптимальный путь, по которому может пойти Россия – это внедрение опыта развитых стран в сферах раздельного сбора и рециклинга ТКО.

Цель работы: исследование мирового опыта рециклинга твердых коммунальных отходов.

Задачи:

- 1) Рассмотреть понятие и морфологический состав твердых коммунальных отходов.
- 2) Рассмотреть рециклинг как необходимое условие снижения уровня негативного воздействия твердых коммунальных отходов на окружающую природную среду.
- 3) Рассмотреть фракции твердых коммунальных отходов, как объекты вторичной переработки.
- 4) Изучить мировой опыт переработки различных фракций твердых коммунальных отходов.
- 5) Оценить перспективы и возможные масштабы применения продуктов переработки твердых коммунальных отходов в РФ (рассчитать возможные объемы производства исходя из объемов образования каждой фракции).
- 6) Обобщить имеющуюся информацию о методах переработки твердых коммунальных отходов, применяемых в РФ.

7) Проанализировать современное состояние рециклинга твердых коммунальных отходов в СПб.

8) Разработать предложения по дальнейшему развитию и увеличению объемов вторичной переработки твердых коммунальных отходов в РФ.

Работа изложена на 70 страниц компьютерного текста, состоит из введения, четырех глав и заключения. Содержит 34 рисунка и 7 таблиц. Список использованной литературы включает 71 источник.

Глава 1. Рециклинг твердых коммунальных отходов

1.1. Основные понятия и морфологический состав твердых коммунальных отходов

Твердые коммунальные отходы (ТКО) – это отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами. [51]

В соответствии с [26] крупногабаритные ТКО (мебель, бытовая техника, отходы от текущего ремонта жилых помещений и др.), размер которых не позволяет осуществить их складирование в контейнерах. Вывоз крупногабаритных отходов не осуществляется региональным оператором в сфере обращения с ТКО, поэтому население вынуждено нанимать за свои деньги отдельный вывоз с территории дома на полигон ТБО.

Основной сложностью переработки ТКО связано с тем, что появляется много не разлагаемых фракций, различные полиэтилены, производные от нефтехимии, которые невозможно утилизировать без вреда для окружающей среды. Временным решением проблемы с утилизацией таких отходов можно назвать вторичное использование (рециклинг) [27].

Рециклизация, рециклинг (от лат. *re* – повторно возобновляемое действие и греч. *kuklos* – круг) – возвращение расходных и вспомогательных материалов и веществ в ресурсный цикл для повторного использования, позволяющее экономить сырье и энергию, снижать образование отходов [58].

Морфологический состав твердых коммунальных отходов имеет отличия в зависимости от [22]:

- 1) Уровня развития стран.
- 2) Уровня благосостояния населения, проживающего на территории этой страны.

На рисунке 1 представлен морфологический состав ТКО, сгруппированный по уровням доходов населения России [46].

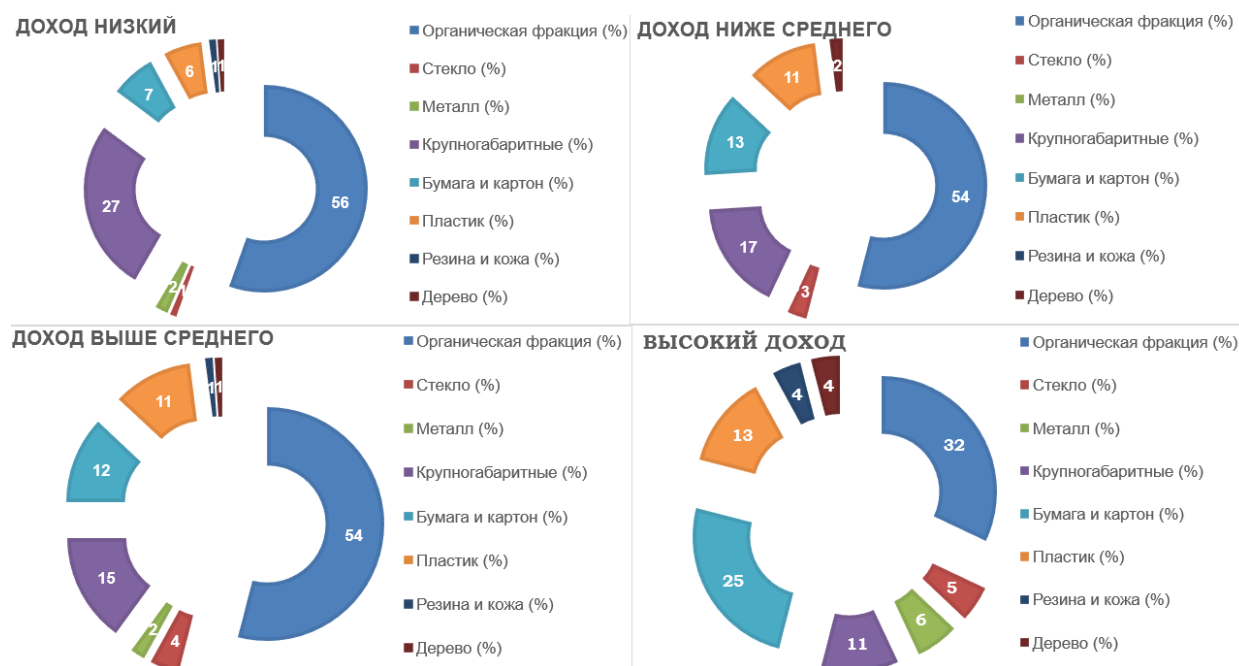


Рис. 1. Морфологический состав ТКО, сгруппированный по уровням доходов населения [46]

В Европе захоронение ТКО сокращается гораздо быстрее, чем рост рециклинга, поскольку стратегии управления отходами в основном переходят от захоронения отходов к сочетанию рециклинга и сжигания, а в некоторых случаях и механико–биологической обработки [46].

1.2. Классификация и источники твердых коммунальных отходов

При разделении отходов, относящихся к твердым коммунальным отходам, следует руководствоваться Федеральным законом [48].

Необходимость классификации твердых коммунальных отходов

обусловлена классом опасности, способом утилизации и возможностью повторного использования ТКО [21]

По классу опасности для окружающей среды большая часть ТКО соответствует к IV и V классу [21]



Рис.2. Классификация ТКО [10]

Органические отходы – это биологически разлагаемые отходы, образующиеся в домохозяйствах, на предприятиях общественного питания и розничной торговли. К данному классу можно отнести пищевые и кулинарные отходы [10].

Вторичные ресурсы - это отходы производства и потребления, в отношении которых существует реальная возможность и целесообразность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки для получения товарной продукции [10].

Инертные отходы - это отходы, существование которых не оказывает негативного воздействия на людей и окружающую среду. Не растворяются, не горят, не подвергаются биологическому разложению, обладают низкой выщелачиваемостью и содержанием загрязняющих веществ, не влияют отрицательно на другие вещества и материалы, с которыми они вступают в контакт [10].

Основными источниками образования ТКО являются [44]:

- а) жилищный фонд;
- б) административно-офисные здания, помещения;
- в) объекты общественного питания;

- г) объекты социального, культурно-развлекательного, бытового, спортивного назначения;
- д) торговые объекты;
- е) объекты образовательных организаций;
- ж) объекты коллективного размещения;
- з) садоводческие, огороднические или дачные товарищества (кооперативы);
- и) места погребения (кладбища).

1.3. Экономический социальный, экологический ущерб от неправильного обращения с твердыми коммунальными отходами

Постоянно возрастающие объёмы твердых коммунальных отходов существенно осложняют решение вопросов минимизации экологических рисков и обеспечения устойчивого развития региональной социально-экономической системы. Негативные последствия, которые являются результатом неправильного обращения с ТКО, несут как экономический, так и социальный характер, а также оказывают влияние на состояние окружающей среды и жизнедеятельности живых существ в регионе. [46].

На рисунке 3 представлена схема влияния ТКО на социально-экономические системы [46].



Рис.3. Ущерб от ТКО [46]

Представим ситуацию, допустим в регионе заполнились полигоны ТБО, необходимо построить новый полигон, идем согласно схеме (рис. 3).

- 1) Строим новый полигон - получаем результат - теряем территорию, которую можно было бы использовать для строительства чего угодно (экономический ущерб для региона - потеря потенциальных денег для региона).
- 2) Затраты на оборудование, обслуживание полигона и рекультивацию (экономический ущерб для региона).
- 3) Извлечение из оборота ресурсов, которые можно было получить на данной территории, где построили полигон (опять же экономический ущерб для региона).
- 4) Ухудшение здоровья населения, в следствии чего повышение заболеваемости и смертности населения - снижение рабочей силы (Социальный ущерб для региона) - дополнительные расходы на больничные листы и материальные выплаты работникам (экономический ущерб для региона).
- 5) Повышение нагрузки на окружающую среду из-за построенного нового полигона ТБО (экологический ущерб для региона).

1.4. Основные способы переработки твердых коммунальных отходов

Несмотря на все многообразие методов переработки ТКО и их взаимное переплетение в мировой практике сложилась следующая примерная классификация технологий обезвреживания [7]:

- 1) депонирование (захоронение на полигонах);
- 2) повторное использование;
- 3) механико-биологическая переработка;
- 4) прямое сжигание;
- 5) анаэробное сбраживание и компостирование;
- 6) пиролиз и газификация.

В России на санкционированных и несанкционированных свалках, хранилищах, полигонах скопилось около 80 млрд. тонн твердых отходов производства и потребления. Коммунальные отходы от этого числа составляют примерно третью часть. Из этой массы примерно 5% поступает на мусоросжигательные заводы, остальное идет на полигоны и свалки [34].

В Европе за период с 2000 по 2014гг. наблюдается тенденция уменьшения образования и обезвреживания ТКО с методом депонирования (захоронение на полигонах) (таблица 1) [59].

Таблица 1. Динамика объемов захоронения ТКО на полигонах в различных странах за период 2000–2014 г. (%) [59]

Страна	Динамика за период 2000-2014 гг.					
	2000	2005	2010	2012	2013	2014
Австрия	33,79	11,30	3,20	4,32	3,98	4,07
Бельгия	14,87	9,52	1,44	1,09	0,93	0,90
Болгария	65,36	69,90	74,19	69,13	68,98	69,46
Великобритания	81,11	63,71	45,97	37,11	34,02	27,80
Венгрия	82,06	83,08	70,47	65,42	64,55	57,40
Германия	26,01	8,50	0,50	0,16	1,31	1,46
Дания	10,82	5,74	3,42	2,13	1,73	1,33
Нидерланды	9,53	1,67	1,58	1,46	1,52	1,52
Польша	97,81	70,85	61,71	59,31	52,86	52,57
Финляндия	60,16	59,00	45,11	32,81	25,15	17,43
Франция	42,61	34,34	31,14	26,58	25,92	25,83
Швеция	22,66	4,82	0,91	0,67	0,67	0,68
Швейцария	8,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Россия	93,24	93,08	93,03	92,99	93,08	93,06

За период с 2000 по 2014 года Европа смогла значительно уменьшить процент обезвреживания ТКО методом захоронения на полигонах. Как видно в таблице 1:

- Швейцария полностью отказалась от захоронения.
- Ряды стран, такие, как Бельгия, Германия, Дания, Швеция смогли достичь уменьшения до 1 %.
- Россия за данный период не изменила метод обезвреживания ТКО.

Причиной пересмотра политики для Германии в 2013 году стала

«Федеральная программа по предотвращению отходов», концепция которой излагает следующие варианты для уменьшения отходов. Необходимо ценить продукты и товары. Сломалась техника? Попробуйте отремонтировать, нет возможности для ремонта (финансы, не подлежит) – сдать на переработку [67].

- Повторное использование до полного износа. После износа – переработка.
- Отказ от одноразовых пакетов, упаковок.

Сжигание ТКО в развитых странах считается наиболее распространенным методом обезвреживания.

Япония использует метод сжигания, так как нет территориальной возможности строить новые полигоны для захоронения. Захоронению подлежит только 5% от всех ТКО, остальная часть отправляется либо на переработку (около 15-20%), около 70% подлежит сжиганию с выработкой энергии. Технологии позволяют использовать метод сжигания, практически не загрязняя окружающую среду выбросами за счет установленных современных фильтров, которые в состоянии уловить 95-98% загрязняющих веществ [59].

В Японии смогли построить остров из отходов, суммарной площадью около 250 км² в Токийском заливе. Остров будет использован под элитное жилье, парки, аэропорты [59].

Китай принимал почти все отходы из других стран, в частности из США (основной экспортер) до 2018 года. Китай внес небольшие корректировки в импорт отходов в связи с тем, что были замечены неоднократные нарушения утилизации (отходы, которые не подлежат захоронению или сжиганию). В связи с этим Китай полностью отказался в 2019 году от таких отходов и сконцентрировался полностью на внешнем показателе обезвреживания ТКО, доля сжигаемого ТКО составила около 50% [59].

В таблице 2 представлена доля сжигания ТКО в развитых странах [59].

Таблица 2. Доля сжигания ТКО в развитых странах (%) [59]

Страна	Население, млн.чел.	ТКО, млн. т в год	Кол-во заводов	Доля сжигаемых ТКО (%)
Швейцария	7	5,1	29	79
Япония	123	44,5	1900	72
Дания	5	3,7	32	65
Швеция	9	3,9	21	59
Франция	56	28,6	100	41
Нидерланды	15	7,9	9	39
Германия	61	37,7	51	33
Италия	58	28,3	51	17
США	248	180,0	168	16
Испания	38	16,5	21	6
Великобритания	57	27,4	7	5
Россия	146	56,5	10	2,4

Из данных, представленных в таблице 2 можно сделать вывод о том, что Швейцария и Япония являются лидерами в сжигании ТКО. Япония - за счет внедрения современных технологий и количества сжигающих заводов. В Швейцарии удастся поддерживать огромный процент сжигания, в том, числе из-за меньшего населения и ответственности населения в раздельном сборе [59].

В мире насчитывается более 20 методов обезвреживания, переработки и утилизации твердых коммунальных отходов, которые можно условно разделить на 2 группы [11]:

- 1) Ликвидационные (решающие в основном санитарно-гигиенические задачи).
- 2) Утилизационные (решающие как санитарно-гигиенические, так и задачи использования вторичных материальных ресурсов).

По технологическому принципу методы переработки твердых коммунальных отходов подразделяются на:

- 1) Механический метод (дробление, измельчение, истирание).
- 2) Биологический метод (окисление в аэротенках, окисление в биофильтрах, аэробное биотермическое компостирование и т.д.).

- 3) Химический метод (под воздействием химических компонентов).
- 4) Термический метод (сжигание, пиролиз не компостируемых фракций, слоевое сжигание неподготовленных отходов и др.).

На рисунке 4 представлены методы переработки твердых отходов [57].

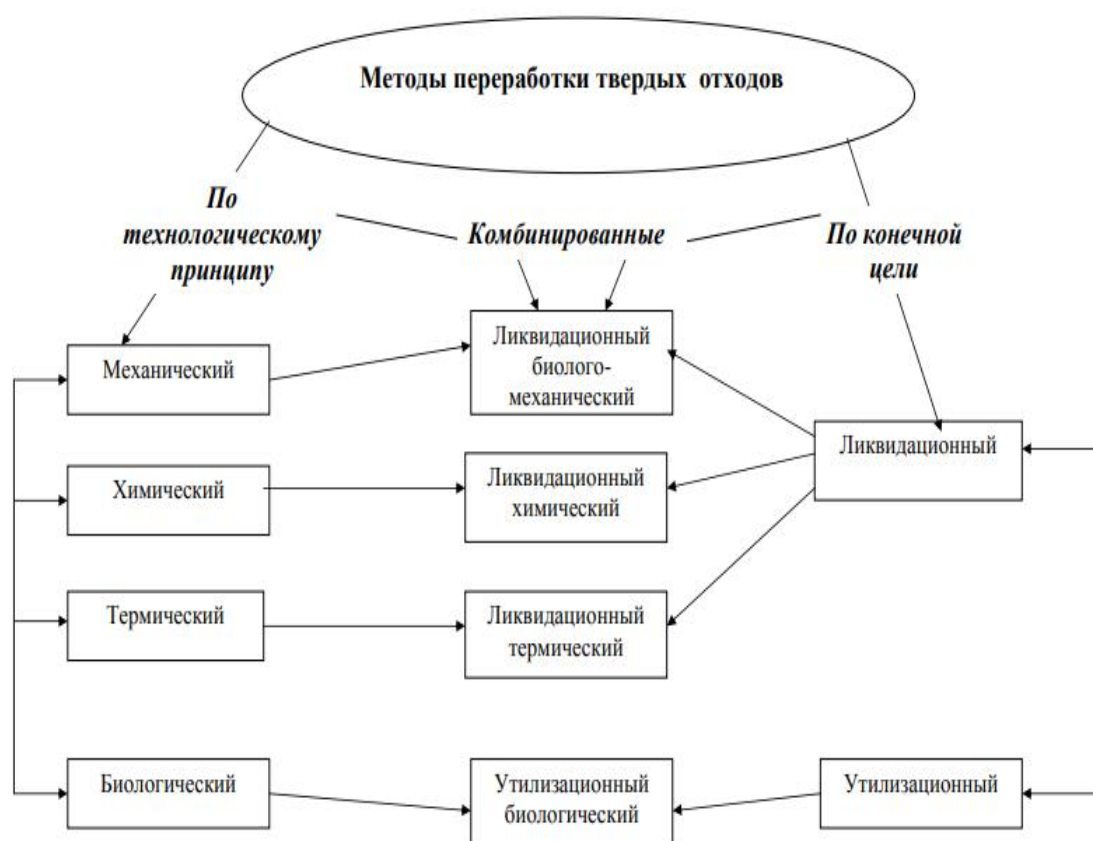


Рис. 4. Методы переработки твердых отходов [57]

Выбор технологии обезвреживания отходов зависит от состава и свойств ТКО, а также факторов, среди которых определяющими должны быть охрана окружающей среды и здоровья населения, экономическая целесообразность [57].

Во всем мире нет определённых стандартов или правил, принуждающих к определённому методу обезвреживания ТКО. Выбор метода обезвреживания ТКО для каждой страны зависит от факторов, которые могут препятствовать для достижения цели и задач, например [7]:

- 1) Финансовые и территориальные возможности

2) Существующие технологии, наличие высококвалифицированных кадров.

1.5. Мировой опыт переработки различных фракций ТКО

Рассмотрим опыт переработки различных фракций ТКО зарубежными странами. Каждая страна решает для себя наиболее эффективный способ утилизации с учетом технологий, финансовых возможностей.

По данным [63], у ведущих стран были следующие общие стратегии утилизации отходов:

- Сильная государственная политика;
- финансовые стимулы;
- финансирование программ утилизации отходов;
- четкие политические цели и целевые показатели эффективности.

Например, Германия является одной из стран, которая имеет положительный опыт с обращением и переработкой ТКО. Сортировка ТКО на отдельные фракции в данной стране начали вводить в практику в начале 80-х годов 20 века [57].

В 1990-х годах растущая волна отходов упаковки захлестнула европейскую нацию. В следующем году в Германии вступил в силу Закон об упаковке. Это сделало утилизацию отходов упаковки и управление качеством продукции обязанностью производителей упаковки. Будучи первой страной, сделавшей это, их усилия вывели их на первое место [67].

Компания «Der Grüne Punkt» (Зеленая точка) оказывает услуги по утилизации бытовых отходов, собирают использованные упаковки для продажи по всей стране [67].

В соответствии с законом, в Германии компании должны платить сбор за переработку своей упакованной продукции. Основной целью этого закона является предотвращение или уменьшение воздействия отходов упаковки, а также поощрение розничных торговцев к использованию экологически чистой упаковки [67].

В 2015 году в Австрии (Бавария) уменьшило количество новых

полигонов на 97%. Связано это было с тем, что ввели налог на захоронение ТКО. В соответствии с этим законом региональные операторы по обращению с ТКО платят налог, основанный на тоннаже их отходов и типе свалки.

В Австрии действуют следующие организации, организующих систему обращения с отходами [67]:

1) Сеть организаций, осуществляющих ремонт и повторное использование некоторых ТКО, в частности крупногабаритных. Стремясь к высокоразвитой экономике замкнутого цикла, компания занимается консультированием и предложением своих услуг.

2) Компания ReVital, представляющая собой сеть пунктов выдачи, перерабатывающих предприятий и торговых точек, занимается сбором товаров многоразового использования, таких как электроприборы, мебель и спортивный инвентарь. Эти товары обрабатываются, восстанавливаются, а затем продаются по доступным ценам.

Как и в Германии, в Австрии также действует модель ответственности производителя. Одним из самых известных является Altstoff Recycling Austria (ARA). Основанная в 1993 году, компания предлагает услуги по соблюдению требований законодательства, индивидуальные решения по обращению с отходами и дизайн упаковки. Компания ежегодно собирает, перерабатывает и утилизирует более 800 000 тонн упаковочных отходов, экономя 620 000 эквивалентов диоксида углерода (CO₂) в год [67].

В марте 2018 года производителям в Австрии было запрещено импортировать и продавать определенные виды пластиковых пакетов. Начиная с июня 2020 года, розничные торговцы не смогут выдавать покупателям пластиковые пакеты [67].

Также лидерами в области вторичной переработки среди западных стран можно выделить такие страны как: Южная Корея (60%), Сингапур, Япония и Гонконг [26].

В Южной Корее, единственной неевропейской стране пришлось искать новые решения, так как Китай запретил импорт пластиковых вторсырья. 48-мь южнокорейских фирм по переработке отходов прекратили сбор пластиковых и пенопластовых отходов [67].

Кризис вынудил Южную Корею перерабатывать пластик и сократить его потребление. В 2018 году правительство ввело в действие нормативные акты, направленные на сокращение количества бытовых отходов и увеличение уровня внутренней переработки с 34% до 70% к 2030 году. Были запрещены одноразовые пластиковые пакеты во всех крупных супермаркетах, а также бутылки из ПВХ и цветные ПЭТ-бутылки, которые трудно перерабатывать. [67].

Европа пришла к выводу, что размер экологического ущерба от захоронения, совместно с финансированием на содержание полигонов ТКО, утраты полезных ресурсов, под полигонами ТКО приводит к негативным последствия для страны. Необходимо искать альтернативные решения захоронения и ряды стран пришли к выводу о вводе различных способов и принуждений к переработки твердых коммунальных отходов. В развитых странах, в частности использовали метод поощрения и наказания за отдельный сбор и неправильность сортировки (кнут и пряник) [57]

Политика направлена на уменьшение образований ТКО, а также их накоплений на полигонах ТКО. Развитые страны, благодаря такой политики смогли извлекать прибыль при переработке отходов и извлечения вторичного ресурса из отходов, оценивают в 321 млрд. долларов.

Главными «игроками» мирового рынка, зарабатывающих на отходах считаются фирмы из разных стран, например [26]:

- 1) США – Waste Management, Republic Services;
- 2) Канада – Waste Connections;
- 3) Франция – Veolia Environment, Derichebourg;
- 4) Япония – HitachiZosenCorporation.

Оборот Waste Management за 2017 год составил более \$14 млрд, Republic Services – \$9 млрд. Ведущие компании с выручкой более 1 млрд евро в основном занимаются всем процессом: от сбора и транспортировки до утилизации и производства электроэнергии, а также складированием и захоронением. При этом деятельность не связана только в месте происхождения этих фирм, они так же принимают отходы из других стран, зарабатывая на этом огромные деньги.

На рисунке 5 представлены данные 2016 года некоторых стран Европы. Наибольший показатель рециклинга в Швеции, он составляет 33% [26].

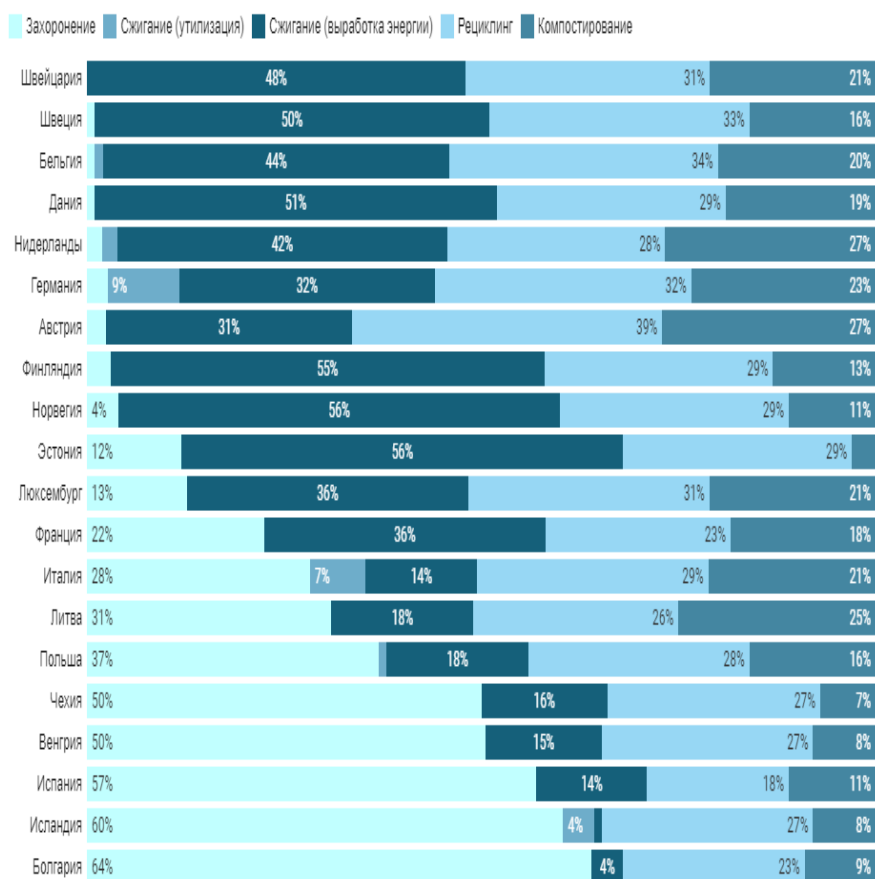


Рис.5. Структура обращения с отходами в Европе по данным 2016 года [24]

Мексиканский стартап "EcoDomum" осуществляет деятельность по переработки пластиковых отходов путем переплавки пластика в

строительные панели. Из таких панелей организация способна построить дома, украсив их декоративно тем же пластиком. В производстве строительного материала принимают участие все виды пластика, кроме (классификации 3 и классификации 7, классификация рассмотрена в 3 главе моей диссертации). Для визуального представления, чтобы построить дом площадью в 50 кв.м потребуется 90 пластиковых панелей, что в свою очередь составляет примерно 4,5 т пластиковых отходов, которые обычно подлежат захоронению на полигонах ТКО или сжиганию. Таким образом, местные жители смогли уменьшить объем образования новых ТКО из-за захоронения пластиковых отходов, и т.к. страна является слаборазвитой в экономическом плане и люди, проживающие в Мексике по статистике в размере 40% отнесены к группе «за чертой бедности».

Люди позволили себе строительство домов из дешевого материала, который полностью безвреден, как для окружающей среды, так и для человека. переплавляет пластиковые отходы в строительные панели. Для производства подходит почти любой пластик, но компания старается выбирать наиболее безопасные его виды. На небольшой домик площадью 40 кв. м требуется около 80 пластиковых панелей, на которые уходит более 3,5 т пластика [18].

Биотопливо из кофейной гущи на примере города Лондон. Использование биотоплива для транспорта, такое используют в Лондоне, в частности такое топливо (с использованием отходов растительного масла и жира от переработки мяса) используют двухэтажные автобусы

В 2017 году правительство Лондона заявило, что они могут расширить свои так называемые "эко-горизонты", а именно - начали использовать топливо на кофейной гуще. Данный проект стал частью программы по сокращению выбросов выхлопных газов. Одним из партнеров является компания "Bio-Bean". Она собирает сырье в кофейнях и на фабриках по производству кофе и делает из него масло. После смешивания с соляной кислотой из этого масла и получается биодизель для автобусов [18].

Салон авто из пэт-бутылок на примере Германии. Полиэтилентерефталат - продукт поликонденсации этиленгликоля с терефталевой кислотой (или её диметиловым эфиром); твёрдое, бесцветное, прозрачное вещество в аморфном состоянии и белое, непрозрачное в кристаллическом состоянии. Переходит в прозрачное состояние при нагреве до температуры стеклования и остаётся в нём при резком охлаждении и быстром проходе через т. н. «зону кристаллизации» [18].

Одним из важных параметров ПЭТ является характеристическая вязкость, определяемая длиной молекулы полимера. С увеличением присущей вязкости скорость кристаллизации снижается. Прочен, износостоек, хороший диэлектрик [18]. Немецкая компания «Audi» решила применить переработанный пластик для создания автомобилей модели А3 нового поколения, они используют около сотни пластиковых бутылок, из них примерно 60 – для напольного покрытия, остальное – для обивки сидений. Компания заверила, что по качеству новые материалы ничуть не уступают привычным. До 89% текстильных изделий в салоне уже состоит из переработанного сырья.

Чтобы изготовить текстиль из пластиковых бутылок, их измельчают, промывают, сушат и расплавляют. Так получают пластиковые пряжи, которые еще раз пропускают через измельчитель, а из получившегося гранул делают нити [18].

1.6. Национальный проект РФ «Экология»

Национальный проект «Экология» включает в себя, в том числе, федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами». В рамках данного федерального проекта Минпромторг России отвечает за внедрение отечественных технологий и создание машиностроительной базы. Целевым показателем этого проекта установлено снижение доли импорта оборудования для обработки и утилизации ТКО к 2024 году до 22 %.

На 2021 год благодаря реализации мер государственной поддержки (в том числе благодаря займам Фонда развития промышленности), Минпромторг России заместил свыше 50% всей номенклатуры мусороперерабатывающего оборудования.

С применением отечественной продукции в 2020 году в 9 регионах введено в эксплуатацию 11 предприятий, с мощностью обработки твердых коммунальных отходов около 2,3 млн тонн в год [24].

В 2021 году также планируется ввести еще 50 аналогичных объектов (мощностью более 6 млн тонн в год), что позволит дальше наращивать долю российского оборудования, которая к 2024 году должна достигнуть почти 80% [24].

В Российской Федерации запланировано производство даже самого сложного по техническим параметрам оборудования – оптические сортировки (узел оптической сепарации является одним из основных элементов сортировки отходов), уже разработан уникальный опытный образец такого оборудования [24].

Этапы проекта:

- 1) Рекультивировать земельный участки, находящиеся под несанкционированными свалками. Всего таких свалок насчитали 191.
- 2) Ликвидировать минимум 88 наиболее опасных объектов. На переработку необходимо отправить 2/3 бытовых отходов/

В таблице 3 представлено объемы финансирования различных федеральных проектов, которые входят в проект «Экология» к 2024 году [25].

Таблица 3. Паспорт национального проекта "Экология" к 2024 году [25]

№ п/п	Источники финансового обеспечения	Объем финансового обеспечения по годам реализации (млн. руб.)						Всего (млн. руб.)
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	
1	Федеральный проект "Чистая страна", в том числе:	9,64	17,55	18,53	20,33	12,04	17,24	95,33

1.1.	Федеральный бюджет всего	6,49	13,94	15,98	17,41	11,90	10,22	75,94
2	Федеральный проект "Комплексная система обращения с ТКО", в том числе:	27,5 3	97,73	88,93	70,50	76,94	74,26	435,89
2.1	Федеральный бюджет, всего	0,62	11,33	11,20	15,72	26,07	27,60	92,54
Продолжение таблицы								
3	Федеральный проект "Инфраструктура для обращения с отходами I-II классов опасности", в том числе:	0,37	1,91	6,47	11,51	12,43	19,76	52,45
3.1	Федеральный бюджет, всего	0,22	1,20	5,42	6,95	2,26	0	16,05

1.7. Рециклинг твердых коммунальных отходов в Санкт-Петербурге

В России производство отходов продолжает расти ежегодно, количество площадей свалок и полигонов ТКО увеличивается по данным «Гринпис России» около 0,4 га. Для сравнения и представления катастрофы, которая образуется, площадь в размере 0,4 га – это целый город Санкт-Петербург. Все полигоны ТКО, расположены в Ленинградской области [34].

Региональные операторы и местные жители Санкт-Петербурга стали задумываться, как можно решить и наладить систему обращения с ТКО. Компанией «Гринпис» разработана карта, на которой указаны пункты сбора различных фракций ТКО [34].

Комитет по благоустройству Санкт-Петербурга принял решение об утверждении новой территориальной схемы обращения с ТКО в конце 2019 года, что позволило организовать и утвердить новую систему, пока, что не полностью идеальной и трудно налаженным процессом переработки фракций ТКО [34].

Твердые коммунальные отходы подлежат вторичной переработки, что значительно сможет уменьшить процент захоронения, как в Санкт-Петербурге, так и в России, однако такая переработка означает, что

необходима, помимо утверждений со стороны комитета по благоустройству на документе, но и в реальности, обеспечив достаточным финансированием для приобретения, как инфраструктуры, позволяющей разделять отходы ТКО, так и для строительства новых перерабатывающих заводов. С помощью таких манипуляций правительство Санкт-Петербурга сможет избавить население от отходов, при этом сэкономя территориальных ресурсов [6]

В Санкт-Петербург, совместно с организацией «Гринпис» разработана карта, где принимают старую одежду, опасные отходы (батарейки, ртутные градусники, лекарства), пластиковые бутылки, бумагу, бытовую технику и так далее. Найти ближайший к дому пункт приема вторсырья можно с помощью специальной карты, разработанной компанией «Greenpeace». На рисунках 6-8 можно увидеть пункты приема отходов, таких как: бумага, одежда, пластик, соответственно [16]

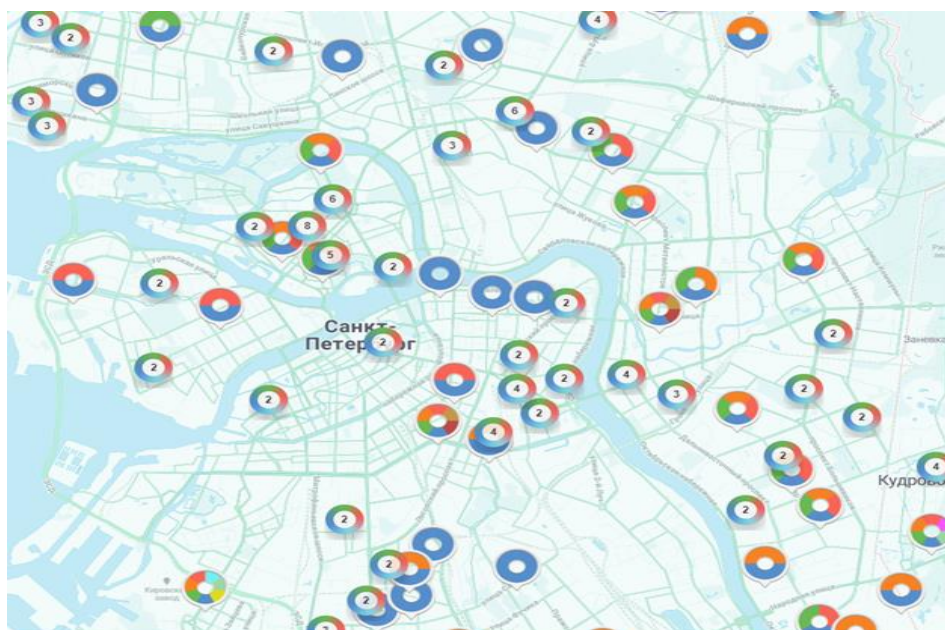


Рисунок 6. Пункты приема «Бумага» в Санкт-Петербурге [16]

В Санкт-Петербурге, достаточное количество пунктов по приему отходов. Но тем не менее пока что нет мест, где принимают практически все виды отходов, таких можно назвать лишь несколько [34]:

1. Эко-станция у «Мега-Дыбенко».
2. Эко-станция у «Мега-Парнас».
3. Эко-станция у «ОхтаМолл».
4. Эко-станция у «Ашана» на Боровой.

Так же помимо эко-станций, которые принимают отходы различных фракций, существуют ещё так называемые "фандоматы" автоматы по приёму тары у населения (пластик, алюминий) за денежное вознаграждение/скидки/баллы. Данные аппараты м можно чаще всего увидеть в магазинах, например, в: "Магнит", "Перекресток", "Лента", "Окей" [34]

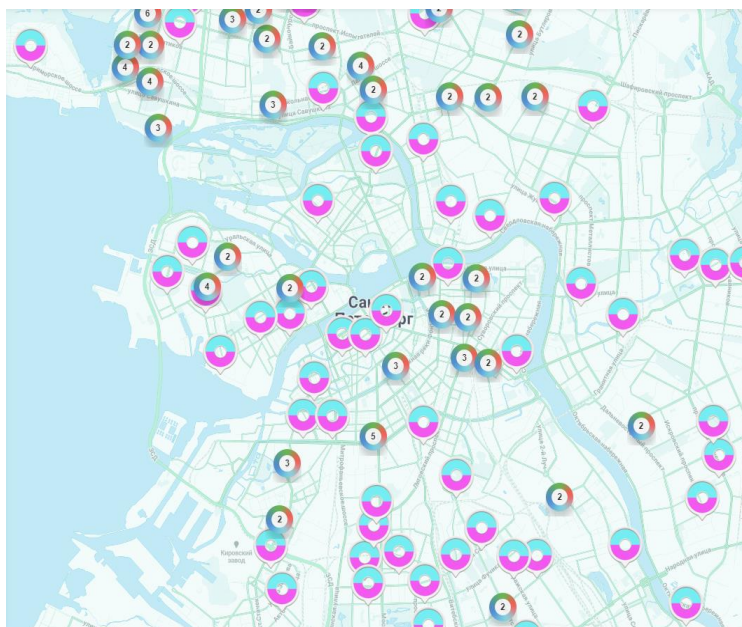


Рисунок 7. Пункты приема «Одежда» в Санкт-Петербурге [16]

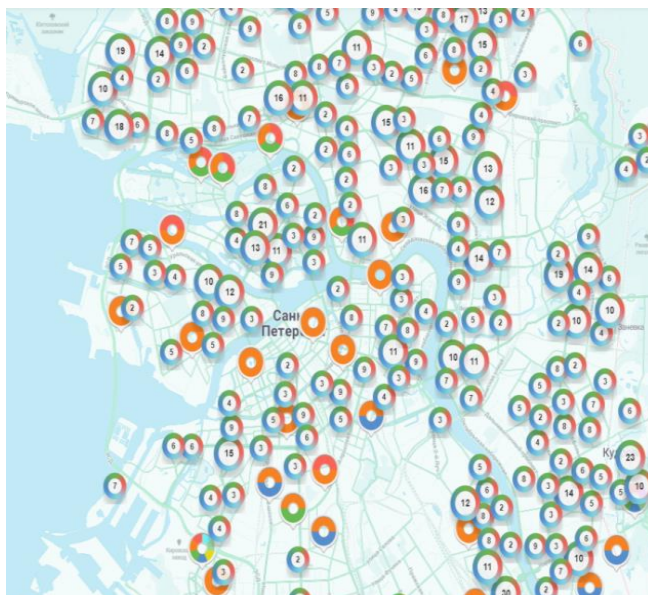


Рисунок 8. Пункты приема «Пластик» в Санкт-Петербурге [16]

Глава 2. Зарубежный опыт обращения с твердыми коммунальными отходами

2.1. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами (на примере Швейцарии)

Швейцария практикует принцип загрязнитель платит, то есть, кто создает отходы, который не могут быть переработаны, должен платить за их утилизацию. Поскольку этот принцип применим как к предприятиям, так и к домашним хозяйствам, всем рекомендуется минимизировать количество отходов и выбирать материалы, пригодные для вторичной переработки [69].

Правительство предоставляет специальные пакеты для сбора и утилизации отходов, подлежащих вторичной переработке. Бывают разных размеров. Отходы, не подлежащие переработке, подлежат налогообложению [69].

В Швейцарии насчитывается более 16 000 пунктов сбора вторсырья, что делает невероятно простым и удобным для граждан сдавать все - от батареек и бытовой техники до велосипедов и алюминиевой упаковки [62].

В среднем житель Швейцарии производит более 700 кг отходов в год. Это одна из стран с самым высоким уровнем производства отходов на душу населения в мире [69].

В 2019 году Швейцария переработала 94% изделий из стекла, 92% жестяных банок и 83% ПЭТ-бутылок. Компания переработала более 100 000 тонн электронных приборов и более 50 000 тонн текстиля и обуви [65].

2.2. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Швеции

С 2009 года правительство Швеции стало активно искать альтернативу сжиганию и пошло по пути рециклинга. Больше половины собранных отходов, такие, как газеты, бумага, картон, стекло, органика были отправлены на переработку, с целью использования повторно [49].

На рисунке 9 представлен сбор ТКО в Швеции за 1 неделю, а также уровень переработки, в том числе рециклинг для отдельных фракций ТКО [49].

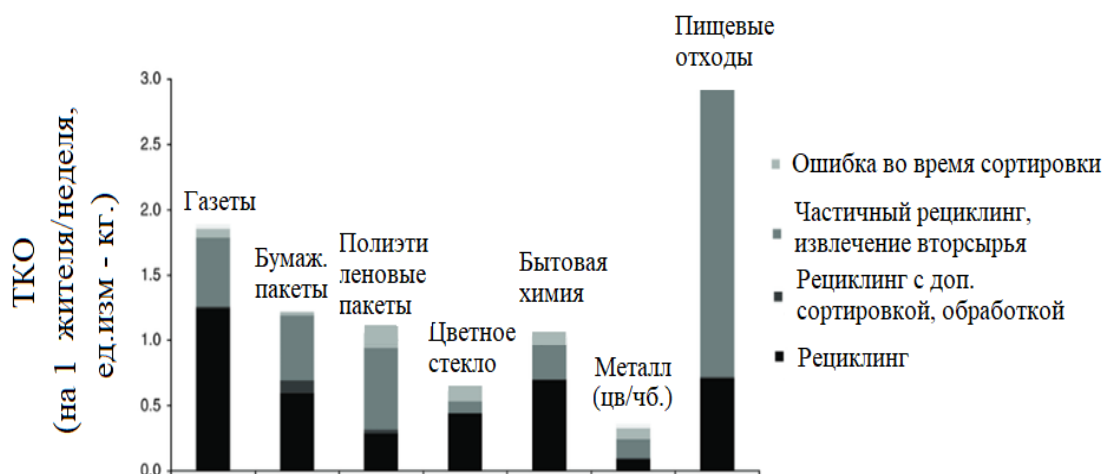


Рис. 9. Сбор ТКО в Швеции за 1 неделю в 2009 году [49]

Страна перерабатывает более половины его, благодаря эффективной системе утилизации и влиянию на поведение с помощью принципа “загрязнитель платит” [49].

В Швеции более 6,5 тысяч оборудованных площадок для сбора

отходов. Граждане несут ответственность за отдельный сбор. Им предоставляют около 11 видов специальных бункеров, каждый позволяет накопить отдельную фракцию ТКО. Бункеры продемонстрированы на рисунке 10 [49].

Кроме этого, в магазинах установлены специальные автоматы, это так называемые «фандоматы». За сдачу пластиковых и стеклянных бутылок люди получают вознаграждение. На заправочных станциях принимают опасные отходы – отработанные батарейки и люминесцентные лампы [49].



Рис. 10. Бункеры для раздельного накопления ТКО в Швеции [49]

Жители ответственно подходят к проблеме неправильного обращения с ТКО, поэтому государством выделяется ежегодно большое количество денег на экологическое просвещение населения, социальную рекламу, образовательные мероприятия. В школах принято обязательным уроком экологии, где дети запоминают цвета контейнеров и маркировку отходов [49].

Швеция смогла достигнуть налаженной системы переработки ТКО в том числе из-за введений штрафов и налога. Например, за неположенный выброс любого отхода, физическим лицам возлагается штраф в 800 крон

(примерно 7 000 руб.). Производители, которые используют упаковку, подлежащей переработке получают надбавку к налогу.

Частный дома платят 2035 крон за утилизацию отходов, это примерно 18 000 руб в год [49].

В последнее время, Швеция столкнулась с такой проблемой, что им не хватает своих отходов в связи с тем, что у них слишком эффективная система переработки отходов, заводы по переработке и сжиганию порой могут простаивать. Именно поэтому, Швеция предлагает свои услуги в области переработки для других стран, таким, как: Ирландия, Великобритания, Норвегия [49].

2.3. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Финляндии

Из бытовых отходов, образующихся в Хельсинки и Киркконумми, 45 % перерабатываются. Остальное сжигается с рекуперацией энергии. Цель правительством поставлена так, чтобы увеличить переработку твердых коммунальных отходов. Это потребует более эффективной и качественной сортировки отходов там, где они образуются, чтобы больше отходов направлялось на переработку, а меньше — на сжигание [66].

Уровень переработки всех ТКО в 2020 году составил 50 %. Менее 1 % отправилось на свалки или в другие места, а остальные были сожжены с рекуперацией энергии. Коэффициент утилизации всех ТКО выше, чем у домохозяйств, за счет более качественной сортировки биоотходов в частном секторе обслуживания [66].

В Хельсинки проводится каждые три года исследование эффективности раздельного сбора. В таблице 4 представлена сводная информация по фракциям ТКО, собранных за год раздельном сбором [66].

Таблица 4. Сводная информация о ТКО, собранных за год
раздельно в Финляндии (т) [66]

Фракции ТКО	Объем образованных ТКО т/год	ТКО, норматив кг/чел.
Смешанные отходы	169000	136

Биоотходы (органика)	39500	32
Картон	16000	13
Бумага	39000	31
Стекло	18000	15
Металлы	18000	14
Древесина	6500	5
Пластмассы	10000	8
Другое	30000	26
Общий	346000	280

Смешанные отходы и отдельно собранные перерабатываются в основном очистных сооружениях. Большая часть, около 58%, смешанных отходов сжигается на заводах по переработке отходов в энергию (W2E - Waste to Energy), которые в основном расположены вблизи городов или других источников отходов, представленном на рисунке 11 [70].

Из-за расположения очистных сооружений в некоторых отдаленных и малонаселенных районах необходимо иметь так называемые перегрузочные станции, где отходы сначала собираются на региональном уровне, а затем транспортируются более крупными транспортными средствами, например, для сжигания на заводе W2E [70]. Наибольший вклад в создание твердых коммунальных отходов для Финляндии вносит класс биотходы (органика), картон и бумага, стекло и металлы [70].



Рис 11. Расположение крупнейших мусоросжигательных заводов в Финляндии [66]

В настоящее время наиболее распространенным способом обработки биоотходов является анаэробное сбраживание на биогазовых установках, которые также производят биогаз для использования в качестве топлива и перерабатывают для использования, например, в качестве удобрения. Биологические отходы также можно использовать для производства биотоплива (например, биоэтанола, биодизеля) или компостировать. На рисунке 12 представлено расположение биогазовых установок и заводов по производству биотоплива в Финляндии в 2021 году [70].

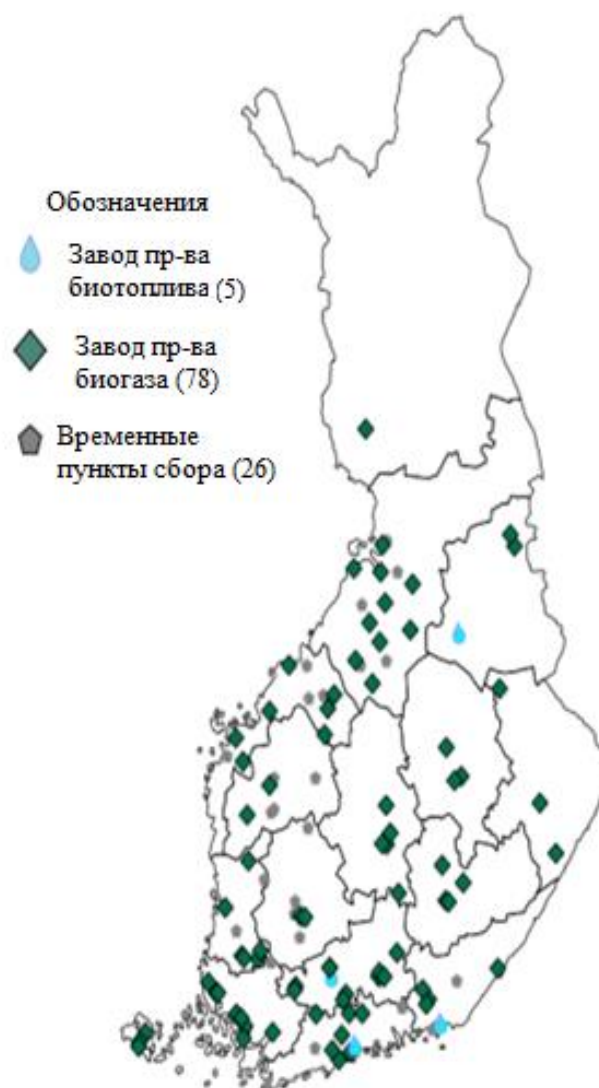


Рис. 12. Расположение биогазовых установок и заводов по производству биотоплива в Финляндии в 2021 г [62]

На рисунке 13 Представлен уровень переработки ТКО в Финляндии [62].

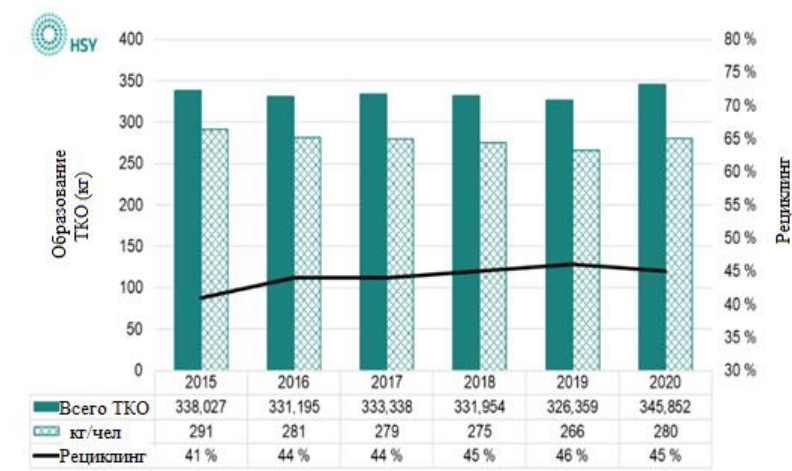


Рис. 13. Уровень переработки ТКО в Финляндии [62]

Финляндия смогла оборудовать большую часть жилых домов специализированными контейнерами для раздельного сбора и правительством составлена карта, которую можно найти на веб-сайте Kierratys. На рисунке 14 представлена интерактивная карта Финляндии, с помощью, которой можно ориентироваться жителям, чтобы отправить свои отходы на переработку [58].

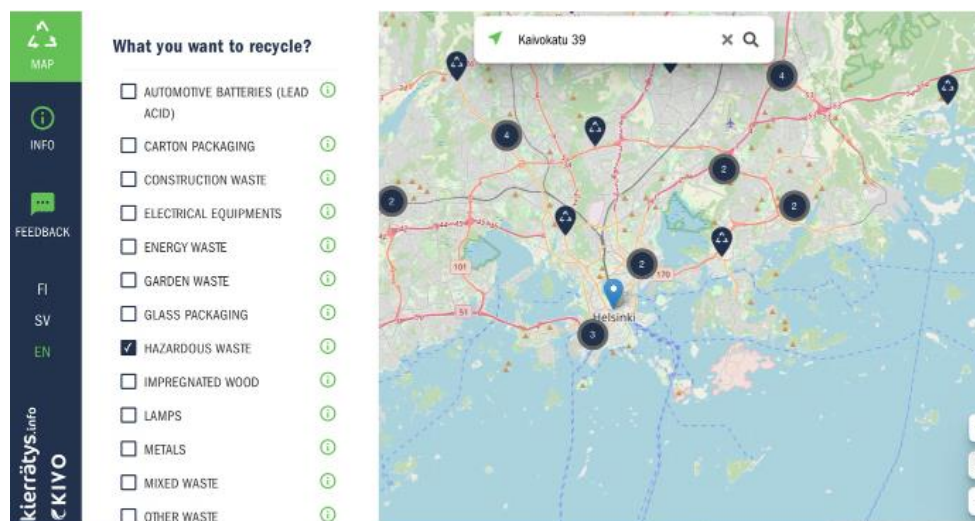


Рис.14. Интерактивная карта Финляндии. Раздельный сбор фракций ТКО [62]

2.4. Опыт обращения с твердыми коммунальными отходами в Санкт-Петербурге].

Низкий процент утилизации (рециклинга) ТКО связан с

недостаточным развитием инфраструктуры: в настоящее время в России функционирует 243 комплекса по утилизации отходов, 53 комплекса по сортировке отходов и около 10 мусоросжигательных заводов [32].

По данным на 2018 год в Санкт-Петербурге насчитывают 8 предприятий, которые занимаются обработкой ТКО по настоящее время. В таблице 5 представлена информация по предприятиям, их наименование и местоположение [33].

На 2021 год все организации, представленные в таблице, являются действующими и имеют соответствующие лицензии по обезвреживанию и размещению отходов 1-4 классов опасности.

Наибольший вклад в утилизацию ТКО вносит организация СПб ГУП «Завод МПБО-2», она так же стала региональным оператором в 2018 году по обращению с ТКО в г. Санкт-Петербург. Перерабатывает 20 % от всех, собранных ТКО [33].

Деятельность осуществляет на основании лицензии по сбору, транспортированию, обработке, утилизации и размещении отходов 1-4 классов опасности. Всего насчитывают 2 производственные площадки:

1) Головное предприятие и основная производственная площадка СПб ГУП «Завод МПБО-2» располагается по адресу: 188689, Область Ленинградская, район Всеволожский, г.п. Янино-1, проезд Промышленный, Производственная зона Янино, здание 9, показан на рисунке 14 [39].

2) Филиал СПб ГУП «Завод МПБО-2» располагается по адресу: 198323, Санкт-Петербург, Волхонское шоссе, дом 116 показан на рисунке 15 и 16.



Рис. 15. «Завод МПБО-2» в Янино [39]



Рис. 16. «Завод МПБО-2» Волхонское ш. [39]

СПб ГУП «Завод МПБО-2» в 2018 году присвоен статус регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами на территории Санкт-Петербурга [39].

Основа технологии – обеспечение ускоренного гниения органических

отходов в биобарабане с одновременной эрозией [39].

Процесс переработки ТКО, собранной грузовой машиной выглядит следующим образом [39]:

- 1) Сначала приезжает грузовая машина, перевозящая отходы ТКО к заводу по механизированной переработке бытовых отходов (МПБО);
- 2) Взвешивают на специальных весах объем, который был привезен;
- 3) Затем отходы выгружают в ангаре, с помощью специальной техники загружают на конвейерную ленту все отходы, кроме крупных предметов таких как покрышки – их складывают отдельно.
- 4) Далее на конвейерной ленте каждый из рабочих отбирает какую-то фракцию отходов:
 - Бумага;
 - Стекло;
 - Пакеты;
 - Бутылки;
 - Пластмасса.
- 5) Термокомпостирование отходов. Масса уменьшается за счет подсушивания и преобразования отходов в газ, изменение химического состава для пищевых и растительных отходов. Благодаря таким изменениям происходит обеззараживание, так как за время нахождения в биобарабане гибнет патогенная микрофлора [39].

На рисунке 17 показан Биотермический барабан для термокомпостирования.



Рис 17. Биотермический барабан на заводе МПБО - 2 п. Янино [39]

Суммарно площадки на Волхонском шоссе и в г.п. Янино должны перерабатывать 1 млн т отходов в год, следует из территориальной схемы обращения с отходами в Петербурге. Однако с 1 января 2021 года прием отходов на эти площадки официально прекращен [40,42,43].

К 1 января 2024 г. в области должно быть построено минимум четыре завода по переработке отходов, заявил 22 апреля Дрозденко, выступая перед депутатами областного собрания [40,42,43].

Один из заводов построят в Кингисеппском районе на площадке промышленной зоны «Фосфорит». Два мусороперерабатывающих завода должны появиться во Всеволожском и Выборгском районах области. Строить заводы в Лен. области под отходы города Санкт-Петербург будет недавно созданное АО "Невский экологический оператор" (НЭО) [43].

Место для четвертого стал земельный участок площадью 90 га в 120 км к югу от Петербурга, владельцем является Управляющая инвестиционная компания «Созвездие» (входит в холдинг «Созвездие Водолея») приобрела для строительства завода по переработке твердых коммунальных отходов мощностью до 1 млн т в год. Построить планируют к 2024 году [40,42,43].

В городе Санкт-Петербург на основе административно-

территориального деления создаются административно-производственные образования (АПО) [44].

АПО образовывается из одного или нескольких районов. Каждое административно-производственное образование оснащается мусоросортировочными комплексами (МСК), оборудованием для подготовки вторсырья к продаже, системами компостирования органики, а также оборудованием для подготовки сырья к термической переработке [44].

В городе Санкт-Петербург насчитывается 12 АПО, которые в свою очередь включают 18 районов. Они представлены на рисунке 17 [44].

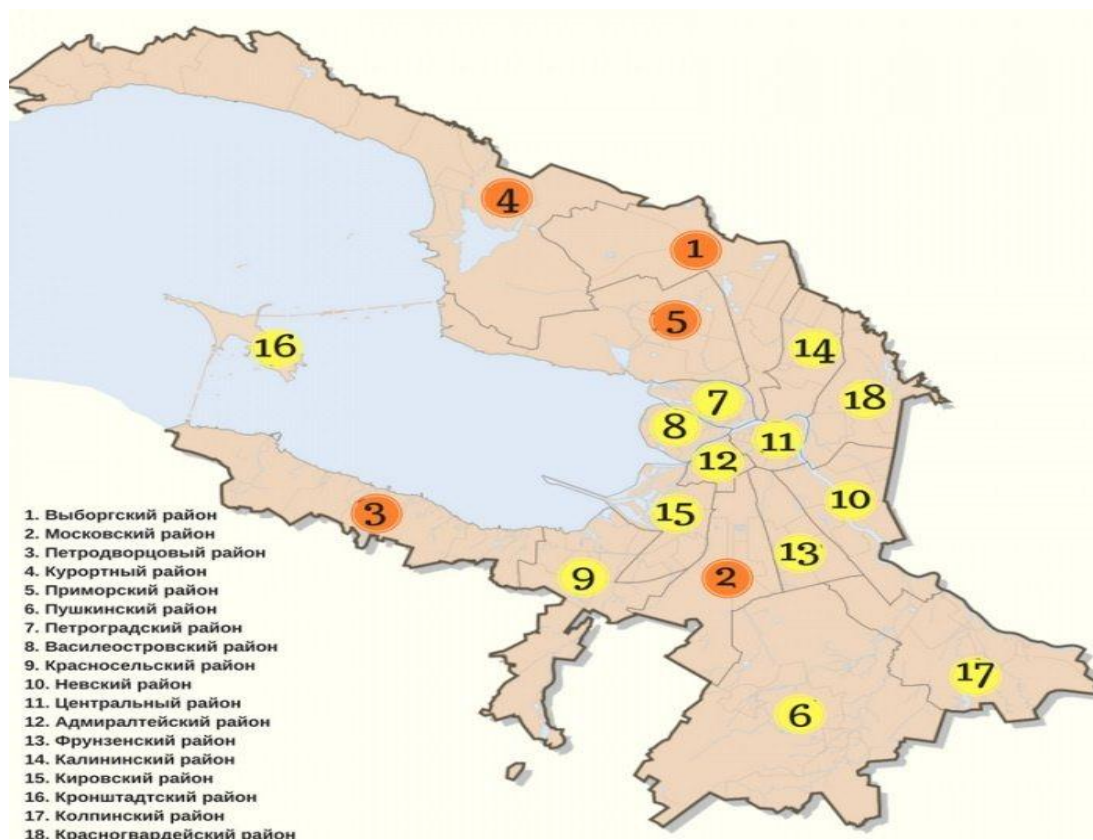


Рис. 18. Районы города Санкт-Петербург [40]

Плотность населения города Санкт-Петербург составляет 3837,73 чел./км [37].

Для анализа эффективности сбора ТКО был выбран Приморский район.

Рассчитать поток отходов в каждом административно-

производственном образовании можно по следующей формуле [45]:

$$M_{\text{отх.}} = Q_{\text{нас.}} * H_{\text{обр.}} * 10^{-3}, \text{ т/год}, \quad (1)$$

- 1) $M_{\text{отх.}}$ - количество отходов (поток), т/год;
- 2) $Q_{\text{нас.}}$ - численность населения АПО, чел.;
- 3) $H_{\text{обр.}}$ - норматив накопления твердых коммунальных отходов (ТКО) = 381,696 кг/год
- 4) 10^{-3} - переводной коэффициент (кг - т).

Результаты расчетов образования ТКО в городе Санкт-Петербург занесены в таблицу 6. В ней так же представлена информация о численности населения по данным Росстата Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2021 года. [7,45]

Таблица 6. Состав административно-производственных образований (АПО) [44]

№ АПО	Район	Численность населения, (чел.)	Объем образования ТКО для районов, (т./год)	Численность населения АПО, (чел.)	Сумма отходов ТКО для АПО (т./год)
1	Адмиралтейский	156958	59 910	541 343	206 628
	Фрунзенский	384 385	146 718		
2	Василеостровский	205240	78 339	330 971	126 330
	Петроградский	125 731	47 991		
3	Выборгский	523 497	199 817	1 103 597	421 239
	Приморский	580 100	221 422		
4	Калининский	521 875	199 198	732 774	279 697
	Центральный	210 899	80 499		
5	Кировский	331 550	126 551	331 550	126 551
6	Колпинский	194 934	74 406	424 337	61 822
	Пушкинский	229 403	87 562		
7	Красногвардейский	355 621	135 739	893 944	341 215
	Невский	538 323	205 476		
8	Красносельский	412 886	157 597	412 886	157 597
9	Кронштадский	44 353	16 929	44 353	16 929
10	Курортный	78 910	30 120	78 910	30 120
11	Московский	347 022	132 457	347 022	132 457

Продолжение таблицы					
12	Петродцворцовый	142 655	54 451	142 655	54 451
Всего	-	5 384 342	2 055 182	5 384 342	1 955 037

Исходя из расчетов, представленных в таблице выше, можно сделать соответствующие выводы:

Наибольший вклад в количество образования различных фракций ТКО вносит административно-производственное образование №3 (Выборгский и Приморский р-ны), так, как и население этого района составляет 1 млн. 103 тысяч чел., что в свою очередь является 1/5 от всего населения в Санкт-Петербурге [44].

Ежегодно, в данных районах население по нормативу накопления ТКО не должны образовать выше 421 239 тонн, что в свою очередь составляет 21,55 (%) от общего количества ТКО в г. Санкт-Петербурге [44].

На рисунке 19 показана диаграмма процентного соотношения норматива ТКО каждого административно - производственного образования (АПО) к общему нормативу ТКО в г. Санкт-Петербург [44]

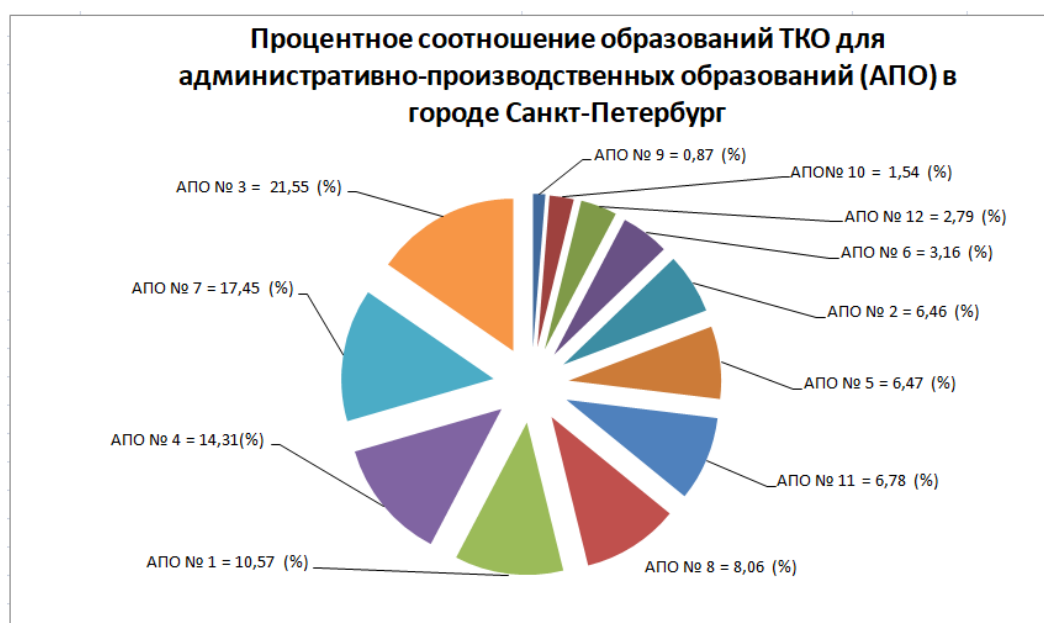


Рис. 19. Процентное соотношение образований ТКО для административно-производственных образований (АПО) в городе Санкт-Петербург [42]

Приморский район является одним из крупнейших районов Санкт-Петербурга, его площадь составляет 109,87 кв. км. Границы приморского района показаны на рисунке 20 [44].

Экология приморского района относится к благополучной - зеленые насаждения занимают почти четверть территории района, а негативное воздействие на окружающую среду промышленных предприятий незначительно [44].

Недвижимость приморского района разнообразна, присутствуют дома старого фонда типа: «сталинок» и «хрущевок», среди них уже построены новые жилые комплексы и строятся новые «Девелоперы», которые не ограничиваются крупными многоэтажными жилыми комплексами, встречаются и проекты с таунхаусами и коттеджами [42].

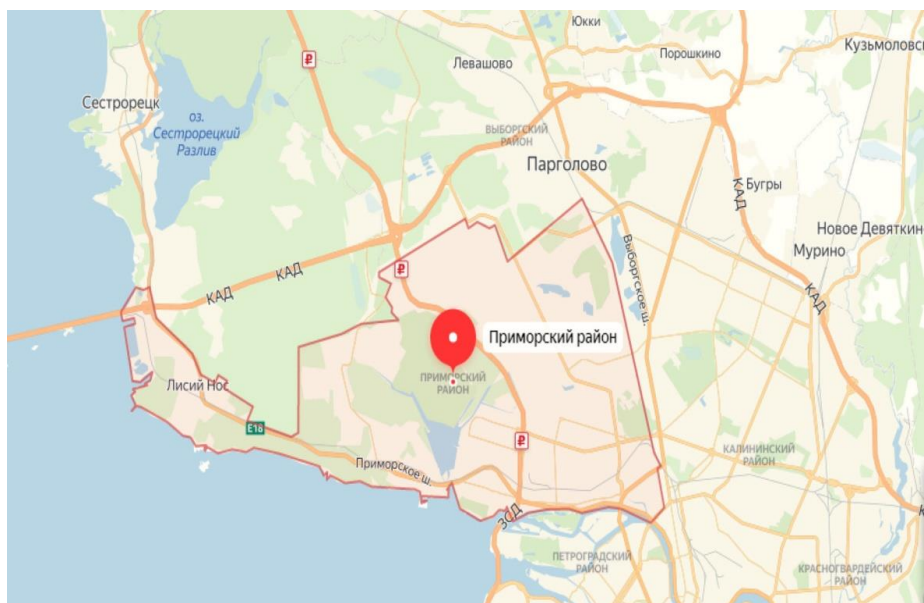


Рис.20. Карта приморского района города Санкт-Петербург [44]

В основном по Приморскому району города Санкт-Петербурга можно встретить следующие площадки накопления ТКО, рисунок 21:

- открытого типа (огороженную тремя стенками из бетона);
- закрытого (полностью огороженных, с решетчатой дверью



Рис. 21. Площадки накопления ТКО. Закрытого и открытого типа
(слева – открытого, справа закрытого) [44]

Всего в Приморском районе насчитывается 296 площадок для накопления ТКО, частично показан на рисунке 22.

**Информация о местах накопления отходов на территории
Приморского района Санкт-Петербурга**

№ п/п	Муниципальный округ	Адреса мест накопления отходов
1	№ 65	Беговая улица, дом 5, корпус 1 (совм.)
2	№ 65	Беговая улица, дом 5, корпус 2 (двор, совм.)
3	№ 65	Беговая улица, дом 9, корпус 2
4	№ 65	Богатырский проспект, дом 30, корпус 1
5	№ 65	Богатырский проспект, дом 34, корпус 2
6	№ 65	Богатырский проспект, дом 35, корпус 2
7	№ 65	Богатырский проспект, дом 39, корпус 3
8	№ 65	Богатырский проспект, дом 48, корпус 1
9	№ 65	Богатырский проспект, дом 50, корпус 1
10	№ 65	Богатырский проспект, дом 51, корпус 1 (совм.)
11	№ 65	Богатырский проспект, дом 52, корпус 1
12	№ 65	Богатырский проспект, дом 58, корпус 4
13	№ 65	Богатырский проспект, дом 60, корпус 3
14	№ 65	Гаккелевская улица, дом 26
15	№ 65	Елагинский проспект, дом 40, корпус 1
16	№ 65	Камышовая улица, дом 14
17	№ 65	Камышовая улица, дом 28, корпус 2
18	№ 65	Камышовая улица, дом 52, корпус 1
19	№ 65	Камышовая улица, дом 54, корпус 1
20	№ 65	Камышовая улица, дом 6, корпус 1
21	№ 65	Мебельная улица, дом 21, корпус 2
22	№ 65	Мебельная улица, дом 45, корпус 1
23	№ 65	Планерная улица, дом 19, корпус 1
24	№ 65	Планерная улица, дом 21, корпус 1
25	№ 65	Планерная улица, дом 23, корпус 1
26	№ 65	Приморский проспект, дом 139
27	№ 65	Приморский проспект, дом 147 (совм.)
28	№ 65	Приморский проспект, дом 155 (совм.)
29	№ 65	Приморский проспект, дом 167, корпус 1 (совм.)
30	№ 65	Стародеревенская улица, дом 20, корпус 2
31	№ 65	Стародеревенская улица, дом 26, (совм.)
32	№ 65	Туристская улица, дом 11, корпус 2
33	№ 65	Туристская улица, дом 12
34	№ 65	Туристская улица, дом 13, корпус 1
35	№ 65	Туристская улица, дом 15, корпус 2

Рис. 22. Список площадок для накопления ТКО в приморском районе
г. Санкт-Петербурга, 2020 г [44]

Глава 3. Способы и технологии переработки твердых коммунальных отходов в мире и в России

3.1. Методы переработки пластиковых отходов

В связи с тем, что пластиковые отходы подлежат разделению на 7 видов, стоит пояснить, что означает ПЭТ-бутылки. Разные виды пластика предназначены для пищевой и промышленной продукции.

Согласно (ГОСТ 14359-69) пластмасса - полезное сырье. Применяются в качестве заменителей металла, для созданий для создания различных товаров. Производство таких изделий позволяет уменьшить расход энергии и является менее трудоемким.

Материал имеет низкую стоимость, что позволяет применять в качестве альтернативы: металлам, стали, древесине, бетону и др. Имеет ряд положительных характеристик при использовании в различных целях [8]:

- 1) Низкая плотность.
- 2) Не поддается атмосферным влияниям и климатическим факторам.
- 3) Устойчивость к вредным воздействиям.
- 4) Эластичность.
- 5) Разнообразие цветового спектра.
- 6) Незначительные расходы энергии при обработке.

Для удобства производители используют международную маркировку разных видов пластмассы. Классификация пластиковой тары помогает различать изделия, правильно подбирать под типы продукции [6]:

- PETE (1) или же ПЭТ – полиэтилентерефталат. Это тонкая пластмасса, рассчитанная на разовое применение. Использование - упаковки питьевых жидкостей, бытовой химии, пищевых товаров. Можно использовать повторно. Можно переработать.
- PS (6) (Полистирол) – для упаковки мясной продукции. Повторно использовать нельзя.
- LDPE (4) – упаковочная пленка, полиэтилен, упаковка промышленных

товаров, пищевой продукции. Можно использовать повторно. Переработки не подлежит.

- PP (5) (Полипропилен) – для молочных продуктов и другой пищи. Можно использовать повторно. Можно переработать.

Все выше перечисленные маркировки можно использовать для хранения и логистики пищевых продуктов.

Остальные маркировки, такие, как:

- PVC (3) или же ПВХ (поливинилхлорид) – для медицинских лекарств, косметики, химии. Не подлежит повторному использованию, нельзя переработать.
- HDPE (2) – для прочных контейнеров и канистр. Можно использовать повторно.
- Other (7) (другие) – смешанный состав пластика – упаковка для кормов, напитков. Трудно утилизировать, повторно использовать нельзя. На рисунке 23 показаны обозначения таких маркировок [6].



Рис. 23. Маркировка пластика

Наиболее встречаемый вид отходов, которые можно встретить на площадке для накоплений ТКО – это маркировки пластика LDPE и ПЭТ. LDPE переработать нельзя, а вот ПЭТ можно, именно поэтому, Мною была предпринята попытка направить заявление в администрацию Красносельского р-на с просьбой закупить специализированный контейнер для накопления ПЭТ-бутылок, но к сожалению, для большинства людей данное мероприятие не интересно или отсутствует желание что-то менять в своей жизни.

Жители красного села отвечали на вопрос своего отношения к раздельному сбору по-разному:

- 1) Полностью безразлично отношение к загрязнению окружающей среды;
- 2) Мужчины и женщины пожилого возраста (бабушки и дедушки) переживали, что я злоумышленник и использую их подписи в корыстных целях;
- 3) В частности молодые люди, возрастом от 18 до 30 лет говорили, что им придется отказаться от удобства складирования всех отходов в один пакет.
- 4) Кто-то и вовсе проходил мимо без ответа.

Необходимо вводить раздельный сбор постепенно, желательно приучать будущее поколение уже с малого возраста, как это сделано в к примеру, в Финляндии. Детей, как только они пошли в детский сад, начинают обучать сортировке отходов, под видом игры.

Проводил наблюдение за раздельным сбором пластика. Первые 2 недели контейнер медленно заполнялся, но к сожалению, сортировку люди производили неправильно, нарушая правило сортировки (рис. 24)

Основной проблемой реализации рециклинга ТКО в Красном селе города Санкт-Петербург является отсутствие возможности сортировать отходы людей, а также не налажен последующий вывоз этих отходов на специализированные предприятия.



Рис. 24. Контейнер для раздельного сбора ПЭТ-бутылок

- 1) Люди выбрасывали ПЭТ-бутылки вместе с полиэтиленовым пакетом, вместе с пластмассовыми крышками;
- 2) Не утрамбовывали пластиковые бутылки, чтобы уменьшить объем заполнения контейнера;
- 3) Пластиковые бутылки были грязные (вместе с этикеткой, иногда с содержимым внутри жидкостью).

Основной проблемой является отсутствие какой-то информации на тему, относящийся к раздельному сбору, его значимостью в нашем нынешнем времени и для будущего поколения. Именно поэтому для большинства людей такое нововведение сложно воспринять, как должное и переосмыслить своё видение к отходам.

Несмотря на то, что на контейнере присутствует информация о том, что можно утилизировать, а что нельзя, нарушения в сборе присутствовали, т.к. не все читали и поэтому выбрасывали несортированные отходы (рис. 25).



Рис. 25. Информация на контейнере для раздельного сбора

В связи с большим количеством положительных аспектов пластика, его стали активно использовать, тем самым создав глобальную экологическую проблему, а именно загрязнение мирового океана [8].

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) призывает к прекращению распространения пластика в мировом океане, т.к. пластик имеет физическое свойство за счет своей специфики производства крепкую химическую связь, позволяющую не распадаться в окружающей среде на протяжении сотен лет. В мировом океане из-за выброса пластика образуются острова из пластиковых отходов, ученые и экологи посчитали возможный ущерб от такого рода воздействий и пришли к выводу, что для окружающей среды в этом нет ничего хорошего, а для человечества это нерациональное использование ресурсов. В среднем пластика попадает в Тихий океан в размере от 1 до 2,5 т. Основным экспортёром от человека в океан признали Китай и и жителей материка – Африка. активно борется с распространением пластиковых отходов в океане. [48]

Производство пластика осуществляется с помощью механической обработки, основной материала служит синтетические высокомолекулярные

соединения (полимеры). Плохо поддаются утилизации: например, с помощью различных технологий перерабатывается всего 7% пластиковой упаковки. Лидирующим игроком в переработке пластика является Тайвань, процент переработки составляет 55%. [41]

Существуют на данный момент 4 метода, позволяющих переработать пластиковые отходы [41]:

- 1) Механический метод. Заключается в нагреве, пропускании через экструдер, гранулировании и охлаждении. Гранулы затем можно повторно использовать в производстве пластиковых товаров. Главным недостатком является производство менее качественного пластикового товара. Используется данный метод, чтобы переработать полиэтилен низкого давления (LDPE), полистирол (PS) и некоторые другие.
- 2) Химическая утилизация (рециклинг). Заключается в применение токсичных растворителей, который позволяет пересоздать материал, но уже более низкого качества. Малоэффективный метод в связи с тем, что необходимо создать технологию автоматизированного сортировочного цеха, т.к. материалы встречаются неоднородными, в связи с этим, некоторые из них могут не поддаваться химической утилизации.
- 3) Термический метод. Заключается в сжигании пластиковых отходов. Не эффективный метод, т.к. нет извлечения вторичного ресурса.
- 4) Пиролиз. Данный метод предполагает, нагрев сырья без доступа кислорода и разложения полимерных цепочек без их последующего окисления.

На рисунке 26 представлена установка УТД-2 на базе вращающегося реактора [41]



Рис. 26. Установка пиролиза УТД-2 на базе вращающегося реактора [41]

Вращающаяся печь непрерывного пиролиза УТД-2 – идеальное решение для переработки пластиковых отходов. Главным преимуществом процесса заключается в его непрерывности. Производительность комплекса составляет 1000 кг/час [41]

Можно переработать с помощью установки УТД-2 [30]:

- Нефтяные и буровые шламы на углеводородной и солевой основе
- отработанные буровые растворы;
- нефтяные эмульсии;
- отработанные масла;
- твердых фракций в составе ТКО (полиэтилена, пластика);
- изношенные покрышки;
- материнские и компьютерных платы.

В результате пиролиза образуется ценное сырье: котельное топливо, пиролизный газ, тепло, а также технический углерод, который может применяться в производстве топливных брикетов, либо сертифицированный товарный технический грунт (в зависимости от сырья) [30]:

Процесс подразумевает термическое разложение пластиковых отходов при различных температурах (300—900° С) в условиях отсутствия кислорода, в результате чего происходит термическое разложение и высвобождение содержащихся в пластике частиц водорода. Образуются ряд

углеводородов, которые можно использовать в качестве основ топливных веществ. Пиролиз разрушает 99 % вредных сложносоставных веществ, которые входят в состав пластика, что делает его одним из самых экологичных вариантов переработки отходов, однако требует большого количества энергии. Также необходима дорогостоящая очистка отходящих газов [20].

Эколог Роман Себекин из Волгограда построил дом из переработанного пластика. Сейчас открывает первый в России экоофис, который будет возведен из того же материала и продолжает строить дома. Дома состоят из 80% из переработанных полимеров, пластик присутствует повсюду [23]:

- В тротуарной плитке;
- в блоках, из которых сложены стены;
- в черепице на крыше;
- в окнах прозрачные листы из переработанных ПЭТ-бутылок.

С 2002 года фирма функционировала как ИП, затем превратилась в организацию «ЮФО – Переработка и экологически чистая утилизация».

Роман Себекин смог получить кредит для развития своего бизнеса и переоформил себя уже, не как ИП, а как ООО «Пластика». Самое главное, что, название само говорит за себя, люди поняли, какой деятельностью занимается организация. В других странах о Романи Себекине смогли узнать, именно благодаря названию ООО «Пластика» [23].

Рассмотрим международный опыт переработки пластика на примере Японии.

Правительство Японии с 2004 года продвигает так называемую инициативу 3R (Recycle, Reuse, Reduce). Инициатива призывает предприятия и граждан сосредоточиться на важности сокращения, повторного использования и переработки отходов [63].

Чтобы уменьшить объем пластиковых отходов, правительство запретило всем розничным магазинам бесплатно раздавать пластиковые

пакеты для покупок. С июля 2020 года все магазины, мини-маркеты и рестораны должны взимать плату за полиэтиленовые пакеты. Эти меры начали давать эффект, поскольку большинство граждан Японии заявили в опросе, что они носят свои собственные сумки для покупок, чтобы избежать использования одноразовых пластиковых изделий [63].

На рисунке 27 представлен уровень переработки пластиковых отходов в Японии за период с 2010 года по 2019 год [63].

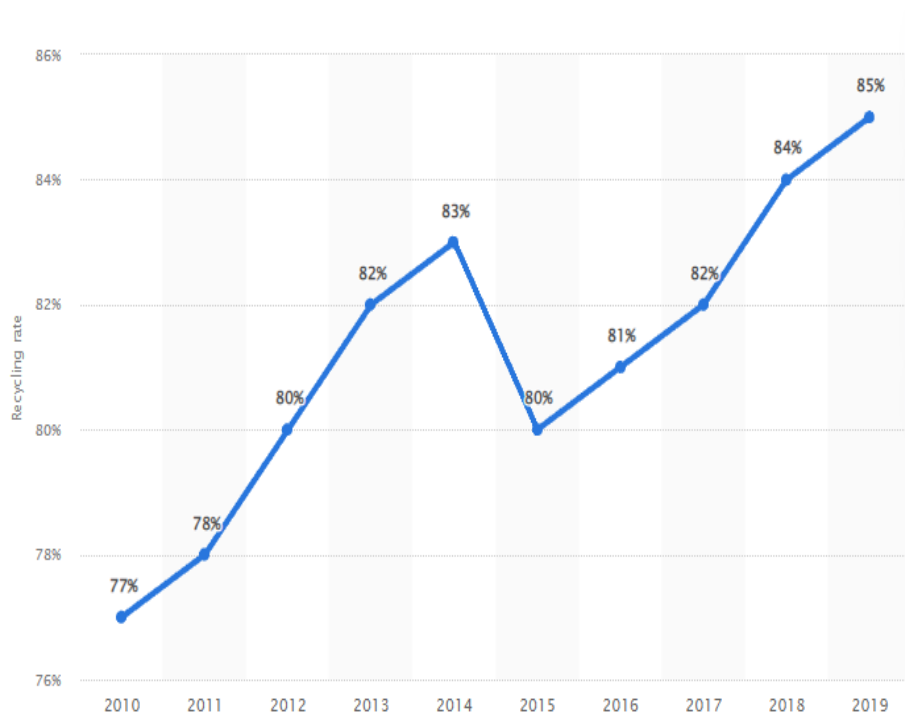


Рис. 27. Уровень переработки пластиковых отходов в Японии с 2010 по 2019 год [63]

Япония ежегодно производит примерно 170 тысяч тонн пластиковых бутылок. К 2019 году Япония достигла уровня переработки пластиковых отходов в 85%.

Термическая переработка является основным методом переработки обезвреживания пластиковых отходов. При этом методе отходы сжигаются для получения энергии [59].

В целях увеличения доли перерабатываемого пластика в некоторых японских компаниях стали использовать ПЭТФ-отходы в качестве сырья для

изготовления товаров народного потребления [41].

Япония использует для рециклинга ПЭТФ-бутылок механический метод обработки (гранулирование, дробление). На рисунке 28 представлен дробленный пластик после мойки и грануляции [41]



Рис. 28. Дробленный пластик после мойки и грануляции [41]

После гранулирования пластика из него извлекают нить (полиэфирные волокна – материал для производства ковров) (рис. 29).

Сырьем помимо ПЭТФ - бутылок, могут служить пластиковые карточки, фото пленка, в состав которых входит полиэтилентерефталат [41].



Рис. 29. Получение нити из дробленого пластика [41]

Нити, изготовленные из вторичных ПЭТФ, изначально имевших различный химический состав, прокрашивались неравномерно. На рисунке 30 представлен образец ковра, имеющий дефект не полной окраски. [41].



Рис. 30. Образец ковра, имеющий дефект не полной окраски [41]

Из вторсырья из ПЭТФ - бутылок изготавливают также спортивную одежду, канцтовары, обувь (в том числе кроссовки), сумки, головные уборы, столовые принадлежности. На рисунке 31 представлена форма, изготовленная из переработанных ПЭТФ-бутылок [41].



Рис. 31. Форма, изготовленная из переработанных ПЭТФ-бутылок

3.2. Переработка макулатуры

Картонная и бумажная тара – это один из стабильно растущих сегментов на рынке упаковки. Например, можно встретить в магазинах упаковку коробки из-под: сока, сигарет, цветных карандашей и др.

В Германии доля картонной и бумажной тары среди упаковочных материалов составляла в 1995 году около 40%, в России в 1998 году – около 38%. В настоящее время эта доля возросла до 60–65 % [2]

Переработка макулатуры позволяет получить вторичную продукцию, состоящей из волокнистой массы, предварительно обработав, согласно технологии переработки макулатуры. Переработку используют для того, чтобы уменьшить количество вырубаемых деревьев, снизить процент утилизации сжигания и захоронения.

Технология переработки макулатуры имеет сложный процесс, т.к. имеет ряд компонентов и различных смесей, затрудняющих переработку, таких как [11]:

- 1) Наполнители, красители, компоненты покрытий и другие функциональные и технологические вещества.
- 2) Краски, покрытия, ламинаты, проклеивающие вещества.
- 3) Проволока, веревки, плёнки, песок, камни, скрепки, зажимы.

На рисунке 32 представлена блок-схема переработки макулатуры. И использованные аббревиатуры в блок-схеме и их расшифровка представлена ниже [11].

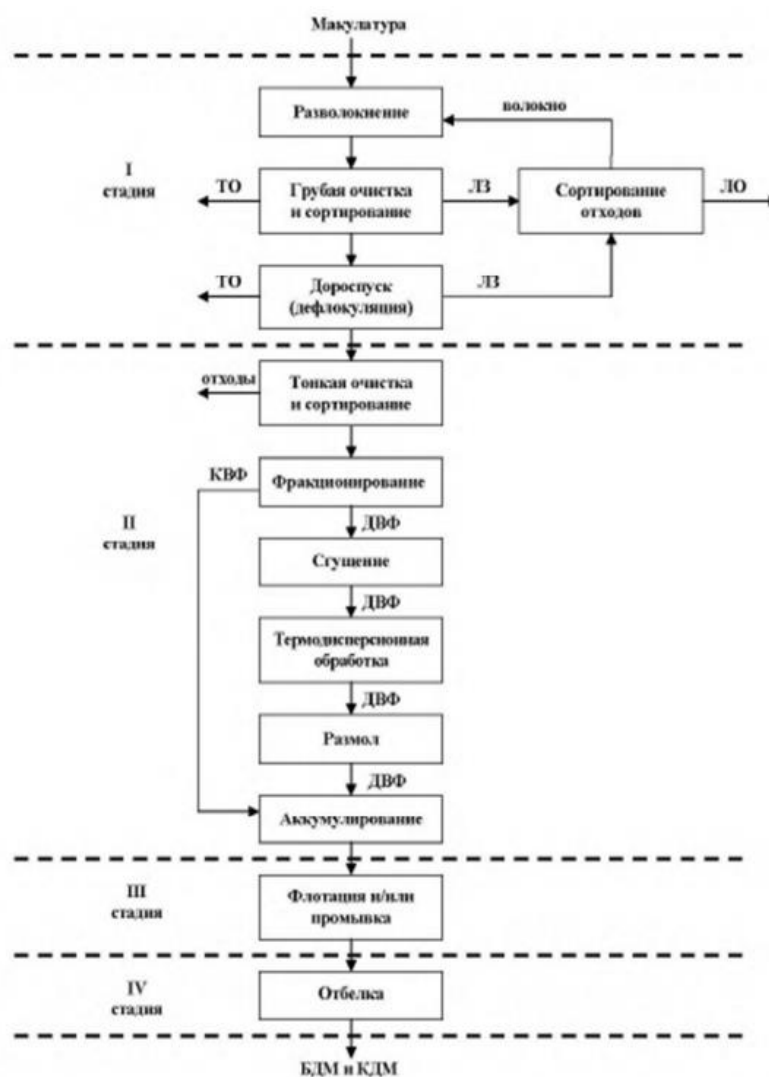


Рис. 32. Блок-схема переработки макулатуры 1) ТО-тяжелые отходы. 2) ЛО – легкие отходы. 3) ЛЗ – легкие загрязнения. 4) КВФ – коротковолокнистая фракция. 5) ДВФ – длиноволокнистая фракция. [11]

Технология переработки макулатуры осуществляется в 4 этапа (стадии) [11]:

Первые два этапа переработки макулатуры выполняются с помощью механического метода, так как участвуют операции, такие, как: очистка, сортирование, размол.

Первый этап переработки заключается в разволокнение макулатуры, грубая очистка, грубое сортирование. Данная стадия позволяет в определенной степени восстановить бумагообразующие свойства волокон макулатуры и получить волокнистый полуфабрикат, который может быть

использован в композиции гладких слоёв картона.

Второй этап переработки заключается в тонкой очистке, сортировании, промывки и фракционирования макулатурной массы.

Третий этап переработки заключается в удалении из макулатурной массы типографской краски путём флотации и/или промывки, которая носит название деинкинг (deinking) [66]

Четвертый этап переработки заключается в отбеливании макулатуры. Третья и четвертая стадии значительно повышают белизну макулатурной массы, но не приводит к исходному состоянию бумаги [66].

Япония смогла наладить оптимизированный процесс от сбора бумаги до её переработки. Имеются огромное количество организаций, которые принимают макулатуру, сортируют и направляют на заводы по переработки. Наиболее характерной особенностью вторичной переработки бумаги является то, что она превращает отработанную бумагу обратно в новую [66].

С 1980-х годов уровень переработки бумаги увеличился с 46% до 50% и оставался на этом уровне до 1992. С 1996 года начался долгосрочный рост переработки бумаги в связи с тем, что во всем мире стали обсуждать экологическую проблему переработки ресурсов, а также усилиями местных властей Японии поспособствовало сокращению отходов, при этом переработка бумаги опережала спрос. Темпы переработки макулатуры в 2018 году достигли 81,3%, несмотря на банкротство одной из основной фирмы, занимающейся переработкой «Lehman Brothers» и произошедшего неблагоприятного опасного явления (НОЯ) – землетрясения в 2011 году. На рисунке 32 представлен график переработки макулатуры в Японии за период с 1983 года по 2021 год. [66]

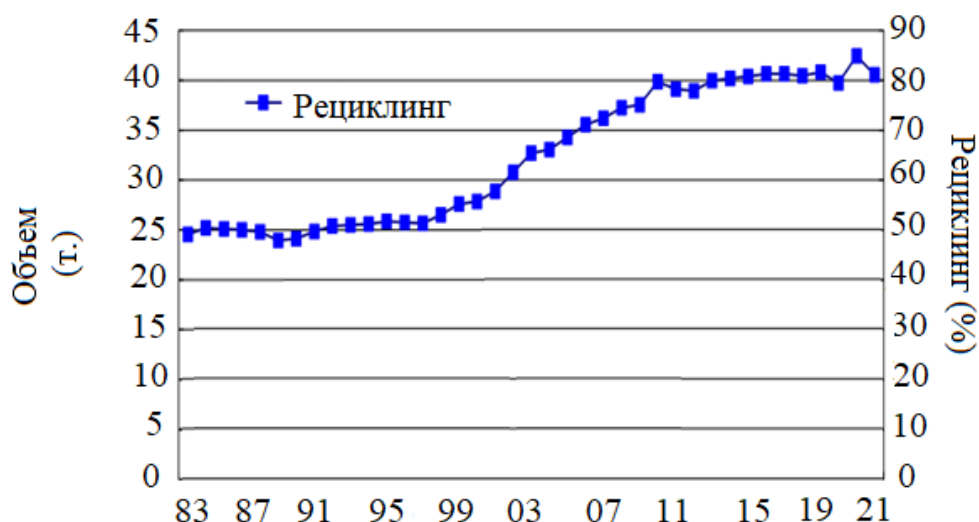


Рис. 33. График уровня переработки макулатуры в Японии за период 1983 по 2021 г. [66]

В 2021 году Япония переработала около 18,5 млн тонн бумаги, из которых экспортировала около 2,4 миллиона тонн. Таким образом, объем повторного использования на внутреннем рынке составил около 16,1 миллиона тонн. Собранная восстановленная бумага в количестве 99% использовалась в качестве сырья для производства новой бумаги. Восстановленная бумага подходит для производства широкого спектра бумаги и картона. На рисунке 28 представлены виды восстановленной бумаги из переработанной макулатуры [66].

В Санкт-Петербурге есть несколько коммерческих организаций, которые готовы забрать макулатуру, например - Фирма ООО «ЦИТАДЕЛЬ», компания ООО «Корона», ООО «ВторРесурс» и др., а также могут предложить специальные экобоксы для сбора макулатуры (объемом = 40, 71, 110 л., при стоимости от 2800 до 4500 руб. за один контейнер, цена зависит от габаритов и материала - картон/пластик) [9].

За сданную макулатура полагается вознаграждение, цена варьируется. (все зависит от класса макулатуры - А, Б, В,) [9]

Группа «А» (макулатура высокого качества, цена в среднем от 20-25 руб. за кг.)

1. МС-1А — отходы производства белой не мелованной бумаги для письма и печати (кроме газетной).
2. МС-2А — отходы производства всех видов белой бумаги в виде обрезков с линовкой и чёрно-белой или цветной полосой.
3. МС-3А — отходы производства бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы.
4. МС-4А — использованные бумажные мешки не влагопрочные.

Группа «Б» (макулатура среднего качества, цена в среднем от 10 до 18 руб. за кг):

1. Марка МС-5Б — отходы производства и потребления гофрированного картона и его компонентов.
2. Марка МС-6Б — отходы производства и потребления картона всех видов с печатью.
3. марка МС-7Б — использованные книги, журналы, брошюры, проспекты, каталоги, блокноты и другие виды полиграфической и бумажно-беловой продукции, изготовленные из белой бумаги, без переплётów, обложек и корешков.

Группа «В» (макулатура низкого качества, цена в среднем от 3 до 7 руб. за кг)

1. марка МС-8В — отходы производства и потребления газет и газетной бумаги.
2. марка МС-9В — бумажные гильзы, шпули, втулки.
3. марка МС-10В — литые изделия из бумажной массы.
4. марка МС-11В — отходы производства и потребления бумаги и картона с пропиткой и покрытием.

5. марка МС-12В — отходы производства и потребления бумаги и картона чёрного и коричневого цветов, бумага с копировальным слоем и пр.
6. марка МС-13В — отходы производства и потребления различных видов картона, белой и цветной бумаги (кроме чёрного и коричневого цветов).

Для того, чтобы макулатура смогла получить вторую жизнь необходимо её переработать [22,47]:

Сначала бумажную продукцию и старые коробки измельчают и смешивают с водой, а затем под давлением пропускают через мелкую сетку, которой обтянута форма будущего изделия. На сетке остается слой влажной бумаги, которая затем просушивается при высокой температуре.

В России таким способом чаще всего делают лотки для яиц, держатели для стаканов, лотки для овощей и фруктов, бумажные горшки для цветов и рассады. Среди клиентов предприятия – агрокомбинаты, сети быстрого питания и крупные супермаркеты [22,47].

3.1. Переработка стекла

В мире, ежегодно производится и подлежит утилизации миллионы тонн стекла. На примере Германии было выявлено, что ежегодно из образовавшихся 3,5 млн. т отходов стекла большая его часть, примерно 2,7 млн.т. было переработано. Оставшиеся часть в размере 700 тыс. т подлежало захоронению на полигонах ТКО.

В стране только в 1995 году образовалось около 13 миллионов тонн стекла, но при этом, не более 28% стеклобоя подлежит повторному использованию [17].

В России доля стекла составляет для различных регионов от 4 до 9% от всех ТКО [17]. В России отходы стекла преимущественно даже не сортируются, а поступают на полигоны ТКО [17]

В таблице 7 приведены количества образовавшихся отходов стекла в 2001 году и доля его вторичной переработки по данным [47,60].

Таблица 7. Объемы сбора и переработки стеклобоя в европейских странах [47]

Страна	Собрано стекла тыс.т	Доля переработки
Швейцария	294	92
Нидерланды	400	78
Австрия	200	83
Швеция	144	84
Норвегия	44	88
Германия	266	87
Финляндия	46	91
Россия	10	10

Отходы из стекла причиняют вред для окружающей среды, в том числе и для человека. Стекло может поспособствовать в получении травмы (порез). Помимо физического ущерба для человека и живых организмов, стекло, попадая в окружающую среду подвергаются выщелачиванию водой атмосферных осадков. Вымываемые ионы могут попадать в грунтовые воды и 18 негативно воздействовать на окружающую среду. Так из натрий-кальциевого стекла возможно вымывание ионов натрия и кальция, а из свинец содержащего стекла – соединений свинца [17].

Экологическую опасность образовавшихся отходов из стекла можно оценить:

1) Загрязнение грунтовых вод выщелачивающими компонентами из-за складирования стекла на полигонах ТКО

2) Вторичное использование отходов стекла в технологических процессах, использующих первичное стекло позволяет предотвратить эмиссию диоксида углерода, связанную с производством этого первичного стекла. Решением этих задач может быть использование отходов стекла в технологии производства востребованного продукта [17].

Технология переработки стекла представляет собой несколько этапов [23]:

- Ручная сортировка стекла по цветам.
- использование в качестве фильтром магниты, решетки для очистки сырья от различных загрязнений и лишних объектов в специальных

автоматизированных барабанах

- в сушильной камере происходит сушка сырья.
- дробление на фракции с помощью автоматизированной системы через измельчители, которые оснащены валиками.

Заключительным этапом с помощью механизмов полученное сырье доводят до порошкообразного состояния, после чего его переплавляют под воздействием нагрева до 1600 градусов цельсия и получают новое стекло. Стекло не портится во время переработки и может быть использовано повторно множество раз [22].

Положительные стороны от переработки стекла [17]:

1. Экономия энергии. Повторное использование приводит к уменьшению затрат на энергетические ресурсы, т.к. вместо новое стекло является переработкой старого. В среднем, если 10% стекла отправляется на переработку, то это позволяет экономить около от 2 до 5 % на затратах энергии.
2. Нет шлаков при производстве. Стекло может быть переработано на 100%, не оставляет при производстве отходов.
3. Уменьшение выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Снижение объема вредных выбросов. Снижение микрочастиц — на 9 %; - окиси азота — на 5 %; - двуокиси серы — на 11 %
4. Экономия сырья. 1 Тонна стекла позволяет уменьшить расхода песка, в размере 640 кг песка, 185 кг соды и около 195 кг известняка.
5. Снижение захоронения стекла на полигонах ТКО. Переработка стекла предотвращает попадание отходов стекла на полигоны.

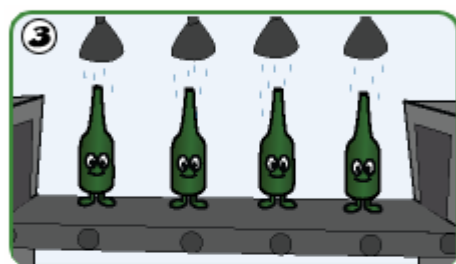
На рисунке 34 представлен замкнутый цикл рециклинга стекла [65].



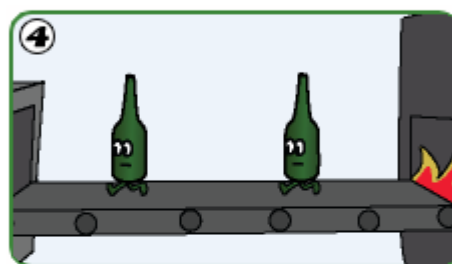
Потребитель выбрасывает стекло в мусорную корзину.



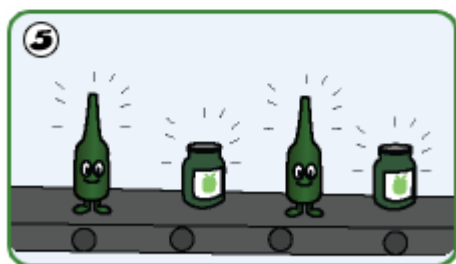
Стекло извлекают из бункера и отправляют на завод по переработке стекла.



Стекло сортируется по цвету и моется для удаления любых примесей.



Затем стекло измельчают и плавят, а затем формуют в новые продукты, такие как бутылки и банки. Или его можно использовать для альтернативных целей, таких как производство кирпича или декоративное использование.



Затем стекло отправляется обратно в магазины, готовые к повторному использованию.



Стекло не портится в процессе переработки, поэтому его можно перерабатывать снова и снова.

Рис. 34. Замкнутый цикл рециклинга стекла [65]

Выводы

- 1) Важнейшей экологической проблемой современности является проблема увеличения объемов образования ТКО. В общемировом масштабе большая часть образующихся отходов захоранивается на полигонах, оказывая негативное влияние на окружающую природную среду.
- 2) Значительная часть фракций ТКО (пластик, картон, бумага, стекло, черные и цветные металлы, органическая фракция) могут быть переработаны и использованы вторично.
- 3) В некоторых странах ПЭТФ-отходы используют в качестве сырья для изготовления товаров народного потребления (одежда, канцтовары, обувь, сумки, головные уборы, столовые принадлежности и т.п.
- 4) Мировой опыт показывает, что проблему обращения с ТКО возможно решить при условии регулирования системы обращения с отходами на законодательном уровне, внедрения системы раздельного сбора отходов, повышения экологической грамотности населения, разработки и внедрений технологий переработки отдельных фракций.
- 5) В развитых странах для обезвреживания ТКО наиболее широко применяют следующие методы: сжигание с получением энергии, компостирование, переработка пластика и бумаги.
- 6) В сфере внедрения рециклинга лидируют такие страны как Австрия (39 %), Швеция (33 %), Германия (32 %), Швейцария (31 %), Финляндия (29%), Япония (20%),
- 7) В России более 95% образующихся ТКО захоранивают на полигонах и свалках. Значительная доля объектов размещения отходов не соответствует санитарным нормам. Внедрение системы раздельного сбора ТКО имеет фрагментарный характер, ограничено отсутствием достаточного количества перерабатывающих предприятий, пунктов приема вторсырья, экономического стимулирования предпринимателей

и населения, а также низкой экологической грамотностью населения в целом.

- 8) Правительство Санкт-Петербурга и Ленинградской области нацелено в кратчайшие сроки решить проблему обращения с ТКО, полностью отказываясь от захоронения.

Список использованных источников и литературы

1. Айзенштейн Э. М. Полиэтилентерефталат // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред.: И. Л. Кнунянц (Т. 1—3)
2. Агеев, М.А. Методические указания к практическим и лабораторным работам по курсу «Утилизация бумажной и картонной упаковки». Екатеринбург, 2012. С. 20
3. Бабанин И.В. Мусорная революция. Твердые бытовые отходы. 2009. № 3. С. 56–60.
4. Берман В.А. Переработка ПЭТФ-бутылок в Японии//Твердые бытовые отходы, 2010. № 10. С. 4.
5. Мусорный кризис. Как Петербург готовится к реформе [Электронный ресурс] - Режим доступа: [<https://spbhomes.ru/science/musornaya-reforma-v-spb/>] - дата обращения 18.04.2021.
6. Классификация и маркировка изделий из пластмассы. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://agropak.net/articles/klassifikatsiya-i-markirovka-izdeliy-iz-plastmassy/>] - дата обращения 18.04.2021.
7. Вестник ВГУ серия: экономика и управление // М. В. Березюк, А. В. Румянцева, Е. И. Румянцева // 2017. № ISSN 1814-2966. С. 31-38:
8. ГОСТ 14359-69 Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования. 1970. Переиздание сентябрь 1993, с изменением N 1, опубликованным в мае 1978. Москва. С. 21
9. ГОСТ 10700-97 Макулатура бумажная и картонная, 2003. Минск. С. 13
10. ГОСТ Р 56222-2014 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения в области материалов, 2016. Москва. С. 14
11. Демьянова В.С. Процесс и аппараты переработки ТБО. Учебное пособие, 2007. С. 80.
12. Дыба Е. Что делать с мусорным кризисом в России? [Электронный

- ресурс]. – Режим доступа:
[<https://trends.rbc.ru/trends/green/5e9f3d8a9a7947a0b3d2888d6>]. 2019. С.3.
- дата обращения 18.04.2021.
13. Закон Санкт-Петербурга от 25 июля 2005 г. № 411-68 / О
территориальном устройстве Санкт-Петербурга (с изменениями на 30
апреля декабря 2021 года) (редакция, действующая с 1 июля 2021 года).
14. Кантемирова О. Отходы для доходов // Коммерсант Business Guide /
№130 / 25 июля 2019. С. 20
15. Кантемирова О. Отходы для доходов [Электронный ресурс] - Режим
доступа: [<https://www.kommersant.ru/doc/4038841>]. 2019. С. 3 - дата
обращения 18.04.2021.
16. Карта Greenpeace по городу Санкт-Петербург; Электронный ресурс;
Режим доступа: [<https://recyclemap.ru/spb>]. (Дата обращения 18.04.2021)
17. Кетов П.А.. Минимизация негативного воздействия на окружающую
среду отходов стекла путем использования в строительстве// дисс.
Пермь, 2019. С. 154
18. Кривулькин Д.А. Международный опыт утилизации ТБО и
возможности его применения в России Электронный ресурс; Режим
доступа: [<https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-opyt-utilizatsii-tbo-i-vozmozhnosti-ego-primeneniya-v-rossii>] - дата обращения
18.04.2021.
19. Куликова Ю.В., Тукачева К.О. Анализ технологий утилизации
полимерных композиционных материалов. Транспорт. Транспортные
сооружения. Экология, 2017. С. 10
20. Кривулькин Д.А., Ефремова Л.Б. Международный опыт утилизации
ТБО и возможности его применения в России. Международный журнал
прикладных наук и технологий «Integral». 2018. Т.61. №3. С. 8.
21. Масленников А. Классификация твердых коммунальных отходов
Электронный ресурс, режим доступа:
[<https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=360> 12-09-2018] -

дата обращения 18.04.2021.

22. Минприроды России // С. Доля: «Государственное управление ресурсами. Природа и технологии», № 1 (143), 2020. С. 20
23. Мельников Р. "Эколог превратил мусор в здания" Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://rg.ru/2019/02/13/v-volgograde-ekolog-prevratil-musor-v-zdaniia.html>] - дата обращения 18.04.2021.
24. Мелконян Р.Г., Власова С.Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла. Учебное пособие. Екатеринбург, 2013. С. 100
25. Митина Н.Н. Утилизация промышленных отходов в России и в мире: проблемы и решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<https://magazine.neftegaz.ru/articles/ekologiya/536780-utilizatsiyapromyshlennykh-otkhodov-v-rossii-i-v-mire-problemy-i-resheniya/>] - дата обращения 18.05.2022.
26. Национальный проект Экология РФ. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/ekologiya>] - дата обращения 18.05.2022.
27. Паспорт национального проекта «Экология»; Электронный ресурс, Режим доступа: [https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/] - дата обращения 18.05.2022.
28. Павленко В. 7 способов переработки мусора в России и мире Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://garbageroom.ru/musor/pererabotka-musora>] - дата обращения 18.04.2021.
29. Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 N 1156 (ред. от 18.03.2021) "Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. N 641" (вместе с "Правилами обращения с твердыми коммунальными отходами")

30. Производственная компания «iPES». Электронный ресурс, режим доступа: [<https://i-pes.ru/about>] - дата обращения 18.05.2022.
31. Приказ «Об утверждении информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям "Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)" от 22 декабря 2021 года N 2964
32. Приказ Минприроды России от 14.08.2013 N 298 «Об утверждении комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации»
33. Объекты по обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов. Электронный ресурс; Режим доступа: [https://waste.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2018/05/31/prilozhenie_3_1.pdf] - дата обращения 18.05.2022.
34. Организация Гринпис. Что делать с мусором? Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2019/10/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf>] - дата обращения 18.04.2021.
35. Распоряжение от 13 июля 2020 года № 193-р / Об утверждении Территориальной схемы обращения с отходами производства и потребления
36. Региональный оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами на 2018 год. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://waste.lenobl.ru/ru/deiatelnost/regoperator/>] - дата обращения 18.05.2022.
37. Росстат статистика населения, прогноз на 1 января 2021 года Электронный ресурс; Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/MZmdFJyI/chisl_%D0%9C%D0%9E_Site_01-01-2021.xlsx];
38. Российский экологический оператор. Презентация промежуточные итоги реализации реформы в сфере ТКО Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://clck.ru/agkvG>] - дата обращения 18.05.2022.
39. Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие «Завод

- по механизированной переработке бытовых отходов», история создания завода, официальный сайт предприятия Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://mpbo2.ru/o-predpriyatii/istoriya/>] - дата обращения 18.05.2022.
40. СМИ. Где в Ленобласти построят три завода для мусора Петербурга? Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://47news.ru/articles/190978/>]
41. Стомпель С.И. Переработка пластика: Технология непрерывного пиролиза, которая работает, 2019. С. 4
42. Стрельников А. Петербургская компания купила землю для строительства мусороперерабатывающего завода. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://vedomosti-spb.ru/business/articles/2021/08/14/882135-oblasti-kupili-zemlyu-dlya-musoropererabativayuschego-zavoda>] - дата обращения 18.02.2021.
43. Стрельников А. Восемь мусороперерабатывающих заводов должны появиться в Петербурге и области. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://vedomosti-spb.ru/economics/articles/2021/04/24/867470-vosem-musoropererabativayuschih-zavodov-dolzheni-poyavitsya>] - дата обращения 18.02.2021.
44. Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления. Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/blago/refora-sfery-obrashenie-s-othodami/>] - дата обращения 18.02.2021.
45. «ТОРГ-КОМС». ТБО расчет необходимого количества контейнеров для жилого района. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://torg-koms.ru/novosti/stati/tbo-raschet-konteynerov/>] - дата обращения 18.04.2021.
46. Тимофеева О.Г. Совершенствование управления обращением с твердыми бытовыми отходами в региональной социально экономической системе // Автореферат дисс., канд. э. н. Курск, 2016. 22 с.

47. Титов Б. Системы управления бытовыми отходами разных стран: Рецепты для России. Электронный ресурс; Режим доступа: {<https://s.siteapi.org/1f54221ba217f8f.ru/docs/5dghdlexh4cok0wcgw4c4gkokc8scg>} – дата обращения 19 июня 2022.
48. Троянова А.А. Загрязнение мирового океана: причины и последствия. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://plus-one.ru/manual/2021/08/19/zagryaznenie-mirovogo-okeana-prichiny-i-posledstviya?utm_source=web&utm_medium=manual&utm_content=link&utm_term=scroll]
49. Утилизация отходов на примере России и Швеции / Т.А. Емцова, Д.С. Мошкина, Е.Р. Сахарова, А.А. Мерциев. / Выпуск № 1 (20), 2022, С.40-44
50. Филькин Т.Г., Ильиных Г.В., Коротаев В.Н. Возможности использования отсева (мелкой фракции) твердых бытовых отходов в зависимости от его состава и свойств // Экология промышленного производства, 2015.- № 2(90).- С. 9-15
51. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ
52. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
53. Федеральный Закон №96-ФЗ от 4 мая 1999 года «Об охране атмосферного воздуха».
54. Федеральный закон №52-ФЗ (ст.52) от 30 марта 1999 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
55. Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»
563. Характеристика, виды и объемы контейнеров «Пухто» для сбора ТКО. Электронный ресурс; Режим доступа: [<https://rezalits.ru/poleznaya-informatsiya/11-vidy-i-ob-emy-kontejnerov-pukhto-dlya-musora.html>] - дата обращения 18.04.2022

57. Хизбуллин Ф.Ф., Саттаров А.Р., Хакимов Р.Т. К вопросу организации переработки твердых бытовых отходов в Российской Федерации// Техничко-Технологические проблемы сервиса № 3 (29) 2014 - С.6.
58. Шадже А.Е., Сиротюк Э.А., Шадже А.И. // Словарь терминов по экологии. Майкоп 2016
59. Шилкина С.В. // журнал «отходы и ресурсы» 2020 г.
60. Bernstad A., Jansen J., Aspegren H. Local strategies for efficient management of solid household waste - the full-scale Augustenborg experiment
Электронный ресурс. Режим доступа:
[https://www.researchgate.net/figure/Distribution-of-recyclable-materials-and-similar-materials-between-different-waste_fig1_51483382] - дата обращения 18.04.2022.
61. Califano E. Recycling In Finland: All You Need To Know. Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://globuzzer.mn.co/posts/recycling-in-finland-all-you-need-to-know>] - дата обращения 18.04.2022.
62. Catharina K. Review. Recycling rate of plastic waste in Japan from 2010 to 2019 // Published 2022. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/1169339/japan-rate-of-recycled-plastic-waste/>]- дата обращения 18.04.2022.
63. Catharina K. Solid waste management in Japan - statistics & factsЭлектронный ресурс. 2021 г. Режим доступа: [<https://www.statista.com/topics/8443/solid-waste-management-in-japan/#dossierKeyfigures>] - дата обращения 18.04.2021.
64. Cocking R. The challenge for glass recycling // Sustainable Waste Management: Proceedings of the International Symposium 9-11 September 2003, Dundee UK. P. 73–78.
65. How glass is recycled. Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://www.recycling-guide.org.uk/science-glass.html>]
66. Paper recycling in Japan. Электронный ресурс. Режим доступа: [<http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/PAPER-RECYCLING-IN->

- JAPAN-English.pdf] 2020, С. 40 - дата обращения 18.04.2022.
67. Recycled Fiber and Deinking, Paper-making Science and Technology // Book 7, Helsinki, Finland: 2000, с. 635.
68. Recycling: Success Stories from around the World. Электронный ресурс, режим доступа: [<https://www.global-imi.com/index.php/blog/recycling-success-stories-around-world>] - дата обращения 18.04.2022
69. Remote areas. Municipal waste management in the remote areas. Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://www.svkk.fi/finrusrecycling/waste-management/remote-areas/>]- дата обращения 18.04.2022
70. Weckman E. Waste statistics and recycling rates Электронный ресурс, режим доступа: [<https://www.hsy.fi/en/waste-and-recycling/waste-statistics/>]
71. Wertschätzen statt Wegwerfen. Konzepte und Ideen zur Abfallvermeidung». Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main, November 2019. Электронный ресурс, режим доступа: [https://www.klima-kreislaufwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/abfallvermeidung_wertschaetzen_statt_wegwerfen_bf.pdf] - дата обращения 18.04.2022.