



Разработка постоянно действующей Концепции Обращения с Отходами для г.Ханты-Мансийска, Россия

Приложение III

- Разработка сценариев -

Декабрь 2011

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Авторы:

Д.т.н. Бертрам Цвизеле (АРГУС е.V.)

Д.т.н. Юлия Каацке (Берлинский технический университет)

Проф., д.н., Берндт-Михаэль Вильке (Берлинский технический университет)

Проект был реализован при поддержке:



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



80% проекта было профинансировано Федеральным Министерством по вопросам охраны окружающей среды, сохранении природных богатств и ядерной безопасности по программе Содействия защите окружающей среды в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Техническую поддержку оказало Федеральное агентство по вопросам охраны окружающей среды Федеративной республики Германии (Умвельтбундесамт, УБА). Авторы несут ответственность за содержание данной публикации.

20% проекта было профинансировано Берлинским техническим университетом, фирмой АРГУС е.V., Югорским государственным университетом, городом Ханты-Мансийском и муниципальным Дорожно-эксплуатационным предприятием (М ДЭП).

СОДЕРЖАНИЕ

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ:	2
СПИСОК ТАБЛИЦ	II
СПИСОК РИСУНКОВ	II
АББРЕВИАТУРЫ И ЕДИНИЦЫ	III
АББРЕВИАТУРЫ И ЕДИНИЦЫ	III
1 ВВЕДЕНИЕ	1
2 РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ	2
2.1 Технические и организационные аспекты	2
2.1.1 Состав твердых бытовых отходов и количество отходов в г.Ханты-Мансийске	2
2.1.2 Потенциал ТБО для различных методов обезвреживания	3
2.1.3 Прогнозы в отношении количества и состава отходов	8
2.1.4 Существующая инфраструктура обращения с отходами	10
2.1.5 Прочие аспекты для рассмотрения при разработке сценария	12
2.1.6 Резюме	13
2.2 Основные опции обращения с отходами	14
2.3 Рассмотрение со стратегической/политической точки зрения (улучшение основных сценариев)	20
2.3.1 Экология	21
2.3.2 Экономичность	24
2.3.3 Социальная стабильность	25
3 ОЦЕНКА СЦЕНАРИЕВ	26

СПИСОК ТАБЛИЦ

Табл. 1:	Прогноз по ТБО до 2024 [Мг г ⁻¹]	9
Табл. 2:	Прогноз количества отходов, захороняемых на полигоне для выбранных опций..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Табл. 3:	Описание опций обращения с отходами	15
Табл. 4:	Показатели для выбранных сценариев обезвреживания отходов, основанные на количестве ТБО в Ханты-Мансийске.....	23
Табл. 5:	Предварительные данные по стоимости МБУ, МСЗ и полигонов.....	24
Табл. 6:	Результаты оценки сценариев.....	29
Табл. 7:	Оценочная матрица	30
Табл. 8:	Общий результат оценки сценариев	30

СПИСОК РИСУНКОВ

Рис. 1:	Composition of municipal solid waste in Khanty-Mansiysk in 2011.....	3
Рис. 2:	Тепловая ценность и параметры ТБО в Ханты-Мансийске в 2011 г.	4
Рис. 3:	Потенциал для сжигания ТБО в Ханты-Мансийске.....	5
Рис. 4:	Тепловая ценность и параметры горючей фракции в составе ТБО в Ханты-Мансийске	6
Рис. 5:	Потенциал для переработки ТБО в Ханты-Мансийске.....	7
Рис. 6:	Потенциал для биологической обработки ТБО в Ханты-Мансийске	8
Рис. 7:	Существующая ситуация в сфере обращения с отходами (основной сценарий).....	12
Рис. 8:	Сценарий 1 (Переработка).....	16
Рис. 9:	Сценарий 2 (Биологическая обработка).....	18
Рис. 10:	Сценарий 3 (Сжигание)	19
Рис. 11:	Баланс влияющих аспектов	21

АББРЕВИАТУРЫ И ЕДИНИЦЫ

БМУ	Федеральное Министерство Германии по вопросам охраны окружающей среды, сохранения природных богатств и ядерной безопасности
CDM	Механизм чистки
CIS	СНГ
EoI	б/у
ВВП	Внутренний валовой продукт
Б&КО	Бытовые & Коммерческие Отходы
Администрация ХМ	Администрация г.Ханты-Мансийска
ХМАО-Югра	Ханты-Мансийский автономный округ-Югра
М ДЭП	Муниципальное дорожно-эксплуатационное предприятие
МБУ	Механо-биологическая установка
ТБО	Твердые бытовые отходы
ПЭ	Полиэтилен
ПП	Полипропилен
ПС	Полистирол
ПВХ	Поливинилхлорид
RDF	Альтернативное топливо
УСО	Установка для сортировки и обработки
МТО	Менеджмент твердых отходов
УБА	Федеральное агентство Германии по вопросам охраны окружающей среды
ОО	Обращение с отходами
КОО	Концепция обращения с отходами
кг чел ⁻¹ г ⁻¹	Килограммов на душу населения в год
кг чел ⁻¹ нед ⁻¹	Килограммов на душу населения в неделю
Мг	Мегаграмм (1Мг = 1,000кг = 1 тонна)
Мг г ⁻¹	Мегаграмм в год
кДж кг ⁻¹	Килоджоулей на килограмм

1 ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей в рамках разработки постоянно действующей Концепции Обращения с Отходами (КОО) является разработка и поиск наиболее подходящего сценария, принимая во внимание существующую инфраструктуру обращения с отходами, качества и количество образующихся в будущем отходов, правила надзора, а также экологические, социальные и экономические условия. Выбранные сценарии также должны отражать условия захоронения отходов на выделенной территории.

При дальнейшей разработке КОО необходимо обсуждение предложенных сценариев с ответственными городскими службами и оценивание, основанное на социальных, экологических и экономических условиях. Таким образом, были исследованы влияние, социально-экономические аспекты и финансовый аспект сценариев.

На основании данных анализа отходов, анализа содержания воды, исследований инфраструктуры, рынка и т.д., которые были суммированы в Отчете статус-кво (Июль 2011) в рамках проекта «Разработка постоянно действующей Концепции Обращения с Отходами для г.Ханты-Мансийска, Россия» были исследованы 3 метода обезвреживания отходов. Была проведена оценка предложенных решений и составлен список оценочных критериев.

Стандарты оценивания сценариев обращения с отходами должны быть согласованы с людьми, принимающими политические решения, и зависят по большей части от стратегического рассмотрения. С этой точки зрения должны быть определены важность безопасного захоронения отходов, защиты окружающей среды, экономические и социальные аспекты. Такой процесс протекал в ходе нескольких встреч между ответственными службами Ханты-Мансийска и немецких разработчиков проекта с сентября по ноябрь 2011 года.

В ходе активных дискуссий возникли вопросы по поводу наиболее подходящего сценария. Вопрос вызвало: подходит ли биологический метод обезвреживания отходов суровым климатическим условиям Сибири, окупаемость установок путем переработки отходов или производстве альтернативного топлива (RDF). По этой причине были инициированы дальнейшие исследования (см. **Приложение IV** к Финальной версии; Разработка постоянно действующей Концепции Обращения с Отходами (КОО) для г. Ханты-Мансийска, Россия).

Наконец, представители местных органов власти должны принять решение, какой метод обезвреживания отходов будет далее разрабатываться в концепцию обращения с отходами. Этот отчет представляет собой базу для принятия решения.

2 РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ

Поэтапное планирование сценариев должно быть разобрано по отдельности. На первом этапе условия обращения с отходами (от сбора до конечного захоронения) были выбраны согласно качеству и количеству потоков отходов и существующей инфраструктуры обращения с отходами. Предварительный отбор технологий обработки отходов должен быть сделан независимо от политических или стратегических приоритетов. В ходе дальнейшего процесса разработки должны учитываться ограничительные условия, стратегические аспекты и политические требования.

2.1 Технические и организационные аспекты

Для составления базовых сценариев необходимы данные по существующему количеству отходов, их составу, физико-химическим свойствам (особенно содержание воды, тепловая ценность, содержание хлора, концентрация тяжелых металлов) и их приблизительная ценность на следующие 15-25 лет. По этим данным был рассчитан потенциал сжигания, получения энергии, биологической обработки и переработки отходов. Данные по количеству отходов, их составу и содержанию воды были проанализированы в ходе двух Анализов твердых отходов в феврале и июне 2011г. Была рассчитана тепловая ценность на основании результатов анализов, включая данные, полученные из литературных источников. На основании данных об изменении численности населения, экономическом росте, был составлен прогноз насчет количества и состава отходов до 2024 года. Детальное описание количества и качества отходов до 2024 года, а также описание существующей инфраструктуры обращения с отходами приведены в **Приложении I** (Отчет статус-кво) к финальной версии.

2.1.1 Состав твердых бытовых отходов и количество отходов в г.Ханты-Мансийске

Итоговое годовое количество твердых бытовых отходов в Ханты-Мансийске было подсчитано и составило 25,800 Мг г⁻¹. Бытовые отходы, в основном, состоят из 4 видов отходов:

- органические (34%)
- стекло (13%)
- пластик (12%)
- макулатура (11%).

Они составляют 69% общего количества отходов в Ханты-Мансийске. Практически все фракции (кроме мелкой и металлов) составляют долю 5.0% (см. Рис. 1).

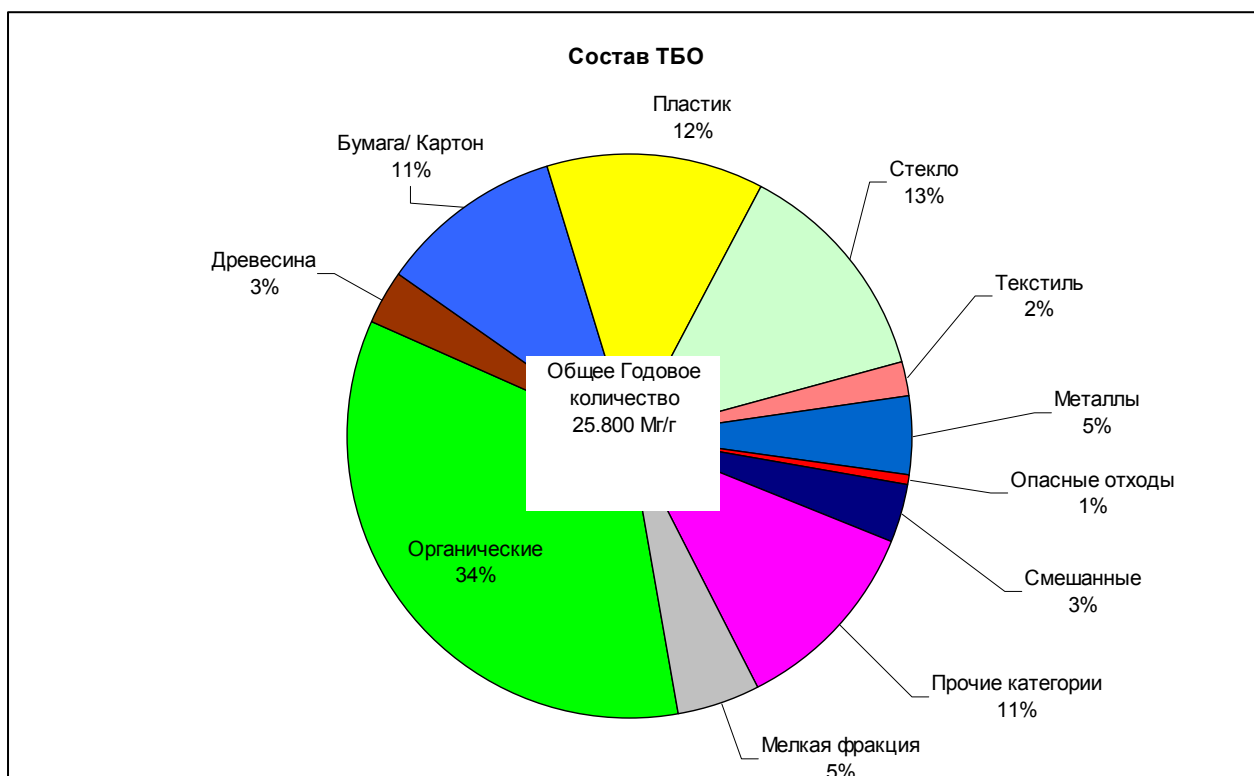


Рис. 1: Composition of municipal solid waste in Khanty-Mansiysk in 2011

2.1.2 Потенциал ТБО для различных методов обезвреживания

На основании состава ТБО г.Ханты-Мансийска были определены потенциал каждого ключевого метода обезвреживания, таких как переработка, сжигание, биологическая обработка, результаты суммированы в следующих главах.

Потенциал для сжигания отходов

Тепловая ценность ТБО в Ханты-Мансийске была рассчитана и составила 7,000 кДж/кг (см. Рис. 2). Кроме того, количество размещаемых на полигоне отходов может быть уменьшено с 25.800 Мг г⁻¹ до 8,500 Мг г⁻¹ золы; т.е., инертные отходы (см. Рис. 2).

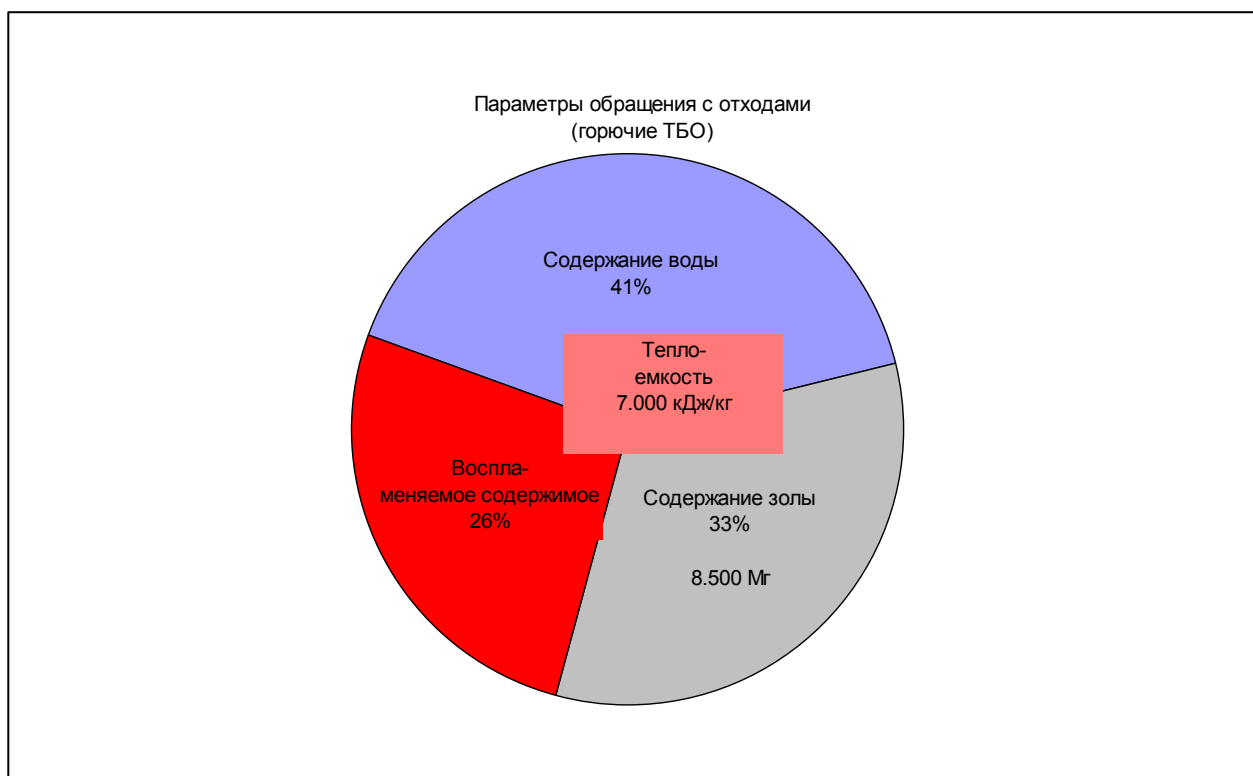


Рис. 2: Тепловая ценность и параметры ТБО в Ханты-Мансийске в 2011 г.

Потенциал сжигания горючих фракций

На следующих этапах были рассмотрены только горючие фракции ТБО в Ханты-Мансийске. В итоге, 36% или 9.300 Мг г^{-1} из 25.800 Мг г^{-1} показали потенциал для сжигания (см. Рис. 3).

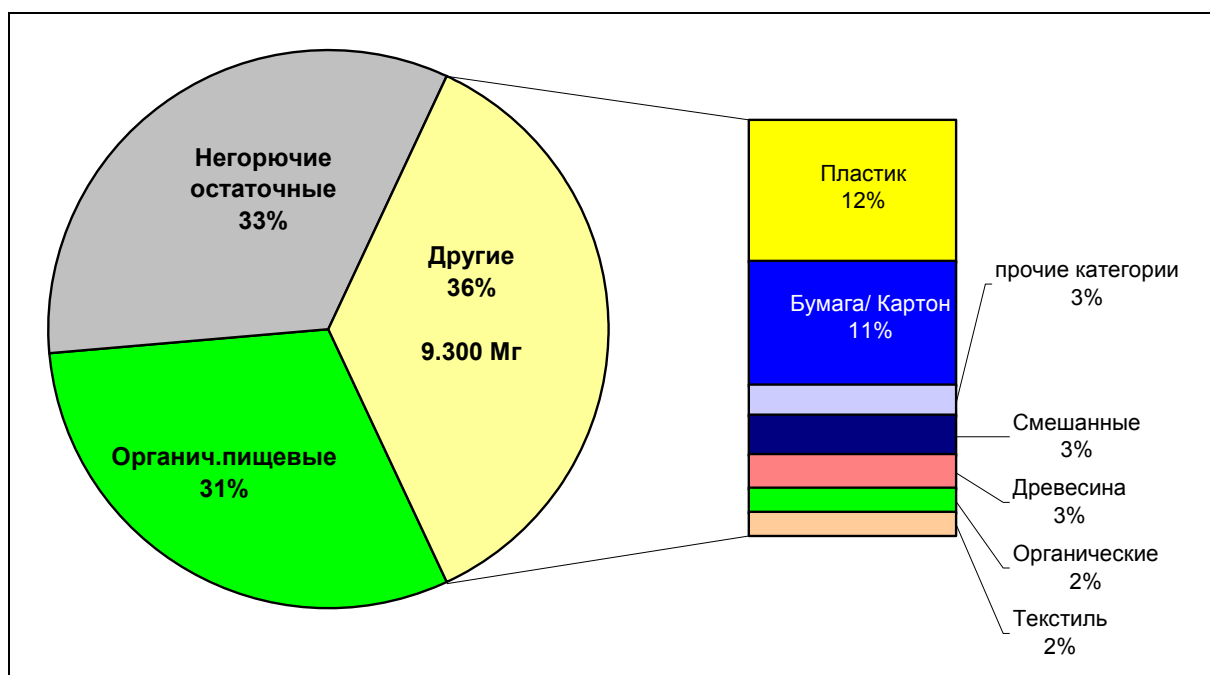


Рис. 3: Потенциал для сжигания ТБО в Ханты-Мансийске

На следующих рисунках показано, что тепловая ценность возрастает, когда на МСЗ используется лишь горючая фракция. Основываясь на небольшом количестве сжигаемых отходов, можно судить об увеличении процента содержания золы. Однако, горючее содержимое возрастает (см. Рис. 4).

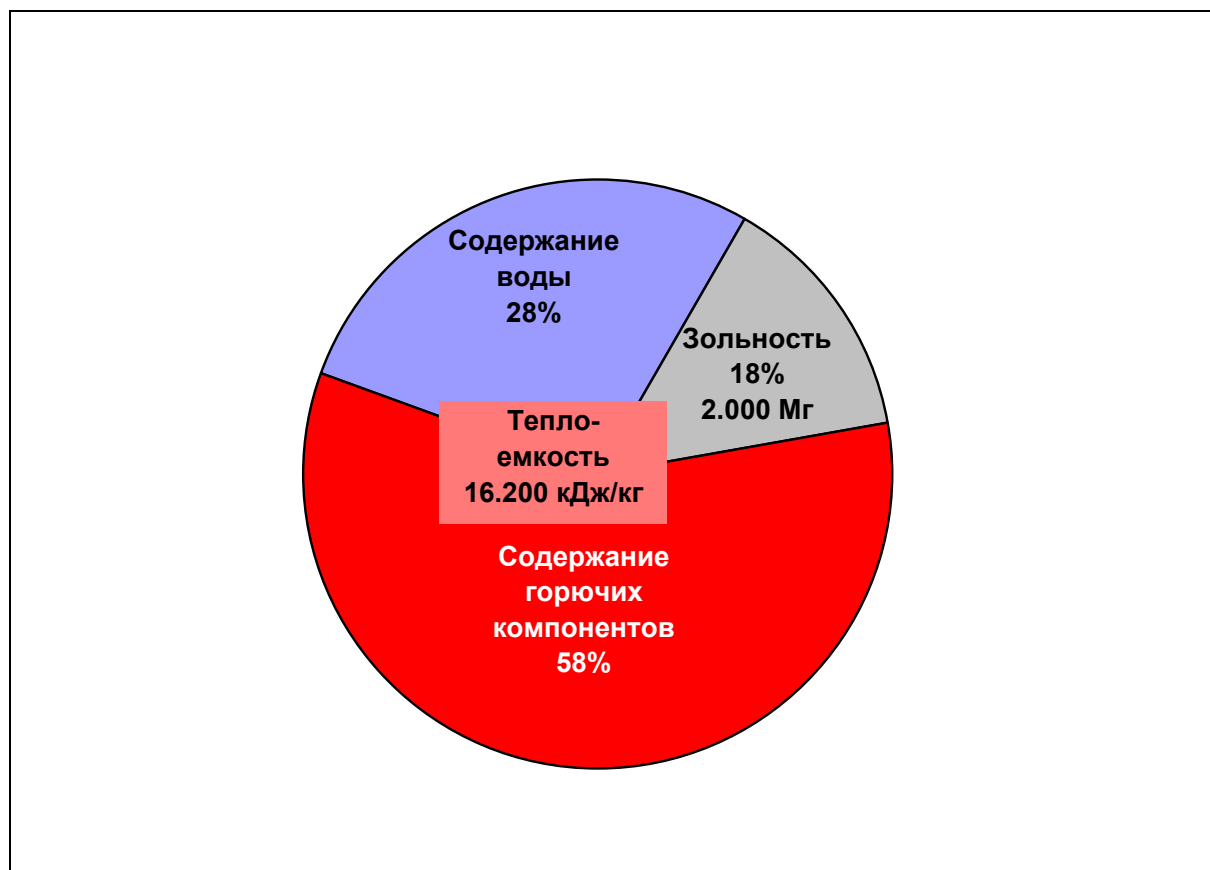


Рис. 4: Тепловая ценность и параметры горючей фракции в составе ТБО в Ханты-Мансийске

Потенциал для переработки

Для оценки потенциала для переработки были скомбинированы потенциально пригодные фракции и стало возможным выделить 3 различных материала в составе отходов (см. Рис. 5):

1. С потенциалом для переработки,
2. С потенциалом для компостирования,
3. Непригодные для переработки или компостирования остаточные отходы.

47% от общего количества ТБО или 11.900 Мг г^{-1} из 25.800 Мг г^{-1} имеют потенциал для переработки. Пригодные фракции: бумага, стекло, металлы и пластик (см. Рис. 5).

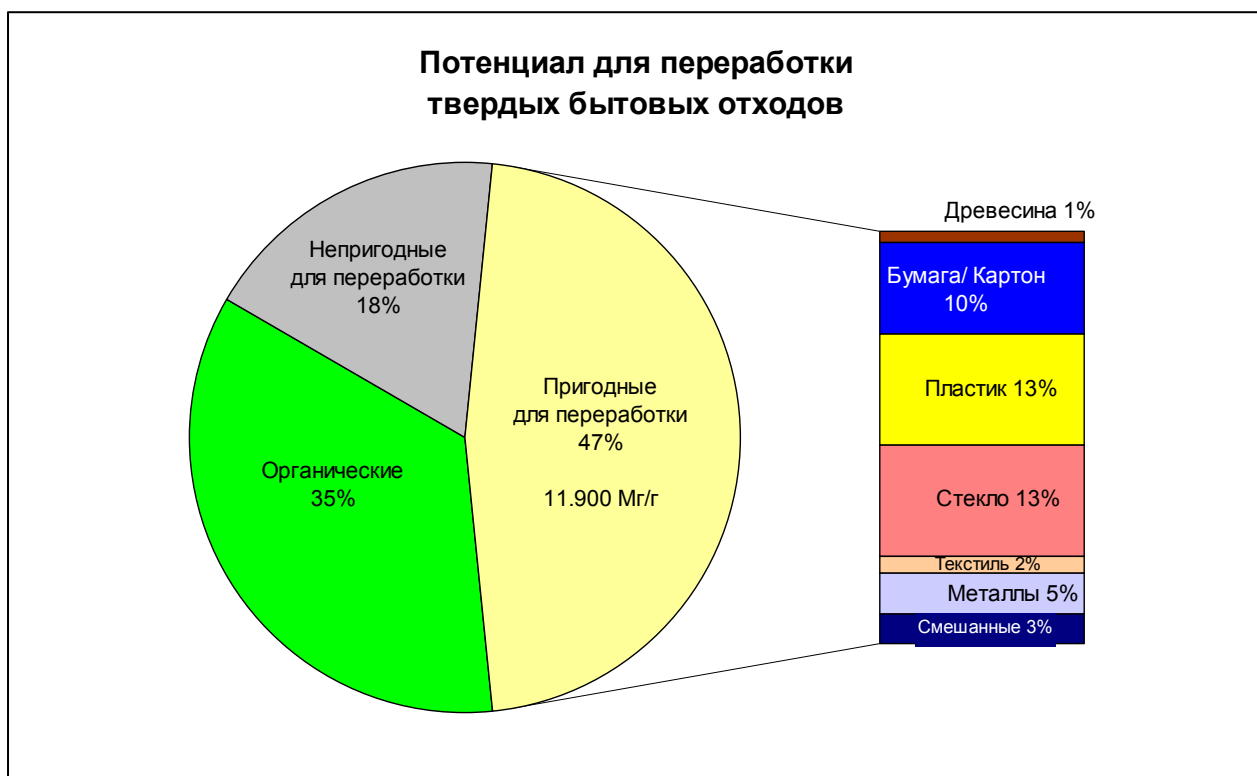


Рис. 5: Потенциал для переработки ТБО в Ханты-Мансийске

На следующем рисунке показана другая комбинация (см. Рис. 6). Были объединены фракции для компостирования. Не только органические (35%), но и бумага (10%) и древесина (1%) могут подвергнуться компостированию. В общей сложности, 46% ТБО или 11.850 Мг г^{-1} из 25.800 Мг г^{-1} могут быть обработаны.

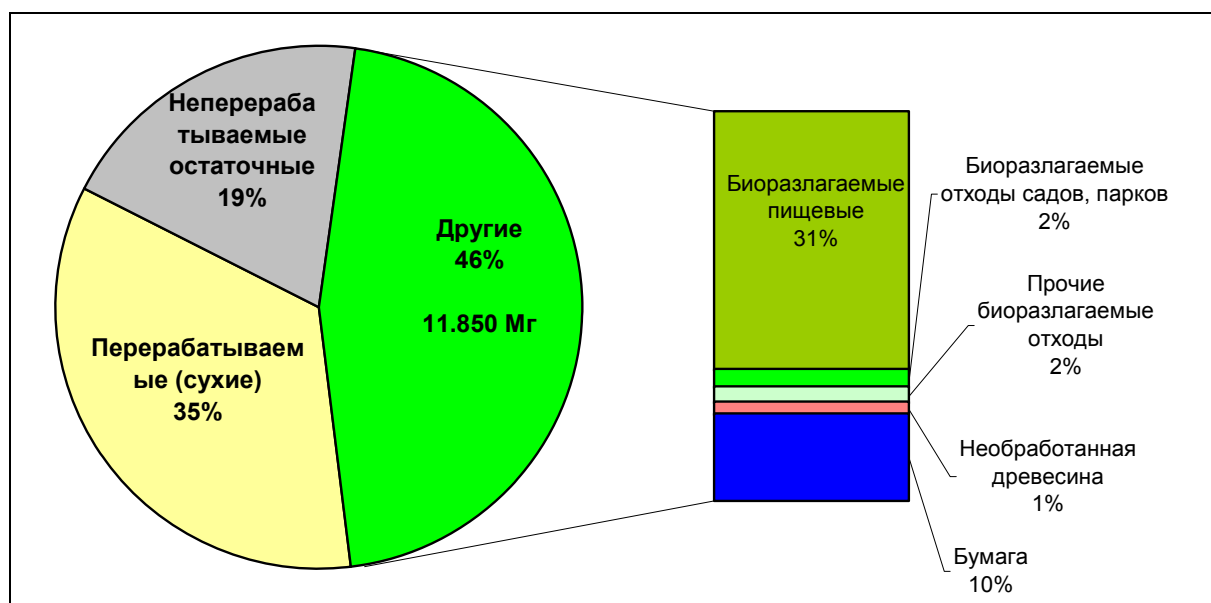


Рис. 6: Потенциал для биологической обработки ТБО в Ханты-Мансийске

2.1.3 Прогнозы в отношении количества и состава отходов

Успешное планирование постоянно действующей концепции обращения с отходами зависит от точности предсказания относительно производства ТБО. Прогнозы играют важную роль при выборе подходящего типа для дальнейшего захоронения, для размера установки, а также для принятия решения о способе утилизации отходов (переработки).

Согласно расчетам, проведенным фирмой ARGUS e. V., производство бытовых и коммерческих отходов возрастет с $25,800 \text{ Mg г}^{-1}$ в 2010г. до $50,500 \text{ Mg г}^{-1}$ в 2024 в Ханты-Мансийске; количество бытовых отходов, включая коммерческие, увеличится вдвое в следующие 14 лет (см. Табл. 1). Кроме того, можно предположить значительное увеличение крупногабаритных отходов, строительного мусора, отходов от уборки улиц, ветеринарных клиник (включая мертвых животных с животноводческих ферм и домашних животных) и бывших в употреблении автомобильных покрышек.

Табл. 1: Прогноз по ТБО до 2024 [Мг г⁻¹]

Типы отходов	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024
Бытовые отходы								
Коммерческие отходы	25,785	28,737	32,028	35,351	39,019	43,068	46,618	50,461
Бытовые отходы	21,917	24,427	27,224	30,048	33,166	36,608	39,625	42,892
Коммерческие отходы (приравненные к бытовым)	3,868	4,311	4,804	5,303	5,853	6,460	6,993	7,569
Крупногабаритные отходы, строительные отходы	3,410	3,800	4,236	4,675	5,160	5,696	6,165	6,673
Совокупность прочих типов	1,922	2,142	2,387	2,635	2,908	3,210	3,474	3,761
Медицинские отходы	180	201	224	247	272	301	325	352
Отходы после уборки улиц и из урн, отходы садов и парков, отходы рынка	1,428	1,592	1,774	1,958	2,161	2,385	2,582	2,795
Ветеринарные медицинские отходы	1	1	1	1	1	1	1	1
Бывшие в употреблении автомобильные покрышки	313	349	389	429	474	523	566	613
Всего	31,117	34,680	38,650	42,661	47,087	51,973	56,257	60,895

Прогнозы в отношении количества отходов, размещаемых на полигоне, для выбранных методов обезвреживания

Одна из ключевых задач будущей системы обращения с отходами является сокращение количества отходов, размещаемых на полигоне. Вследствие этого, были рассчитаны количество отходов для захоронения и количество отходов, предполагаемое к восстановлению. Основой послужило количество отходов, предсказанное до 2024 года.

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.Результаты, приведенные в, ясно отражают тот факт, что сценарий «Захоронение» включает в себя наибольшее количество отходов для размещения на полигоне. 100% или 50,460 Мг г⁻¹ от бытовых и коммерческих отходов были захоронены на полигоне. Опция «Сжигание» и «Раздельный сбор и МБО» предполагает наибольшее уменьшение количества отходов для захоронения. При использовании сжигания количество отходов сократится с

50,460 Мг г⁻¹ до 14,870 Мг г⁻¹. Количество отходов с 50,460 Мг г⁻¹ может сократиться до 23,180 Мг г⁻¹ с использованием опции “Раздельный сбор и МБО”.

Однако, результаты также показывают, что захоронение отходов не избежать при любом сценарии; т.е., необходимо предусмотреть полигон в городской концепции обращения с отходами.

Табл. 2: Прогноз количества отходов, захороняемых на полигоне для выбранных опций

Метод обезвреживания	Тип захоронения	2010 [Мг/г]	2014 [Мг/г]	2018 [Мг/г]	2024 [Мг/г]
Отложения		25,785	32,028	39,019	50,461
Сжигание ТБО ¹	полигон	7,598	9,437	11,497	14,869
	восстановление	18,187	22,591	27,522	35,592
RDF сжигание ²	полигон	17,798	22,108	26,933	34,831
	восстановление	7,987	9,920	12,086	15,630
Компост ³	полигон	18,336	22,776	27,747	35,884
	восстановление	7,449	9,252	11,272	14,577
Анаэробическая обработка ⁴	полигон	18,336	22,776	27,747	35,884
	восстановление	7,449	9,252	11,272	14,577
МБО ⁵	полигон	13,547	16,826	20,499	26,511
	восстановление	12,238	15,202	18,520	23,950
Раздельный сбор ⁶	полигон	19,846	24,652	30,032	38,839
	восстановление	5,939	7,376	8,987	11,622
Раздельный сбор + МБО ⁷	полигон	11,845	14,713	17,924	23,181
	восстановление	13,940	17,315	21,095	27,280

¹ 80 % металлов, перерабатываемых из шлаков

² 80% горючей фракции выбирается для альтернативного топлива, 80 % металлов перерабатывается

³ 60% органики собрано раздельным методом, 55% перерабатывается

⁴ 60% органики собрано раздельным методом, 55% перерабатывается

⁵ 80% металлов и стекла перерабатывается, 75% горючей фракции восстановлено

⁶ 60% пригодных для переработки собрано раздельным методом, 50% перерабатывается

⁷ 60% пригодных для переработки собраны раздельным методом, 50% перерабатывается, 80% оставшихся металлов и стекла перерабатывается, 75% оставшейся горючей фракции восстанавливается

2.1.4 Существующая инфраструктура обращения с отходами

Существующая на данный момент система обращения с отходами в Ханты-Мансийске состоит из ежедневного сбора отходов путем использования pick-up системы с мусорными контейнерами на улицах и захоронения всех отходов на полигоне. Установок для обезвреживания нет. Лишь несколько малых предприятий занимаются сбором отдельных видов отходов (металлолом и макулатура).

Расстояние от Ханты-Мансийска до других городов составляет более 200 км; т.е., расстояния между Ханты-Мансийском и другими городами, где расположены установки для обезвреживания отходов, достаточно велико, временное пользование этими установками невыгодно ни с экономической, ни с экологической точки зрения. Хотя Ханты-Мансийск удобно расположен на федеральной трассе и имеет развитую систему водных путей, он относительно изолирован по сравнению с другими городами ХМАО-Югры, такими как Сургут и Нефтеюганск. Так как в городе нет железной дороги, транспортировка отходов по железной дороге могла бы потребовать транспортировку

до Сургута (300 км) или до Пыть-Яха (250 км). Однако, могут быть рассмотрены пути транспортировки по воде.

Основной сценарий описывает существующую систему обращения с отходами, предусматривающую мероприятия по защите здоровья человека и окружающей среды от неконтролируемого захоронения отходов. Эти мероприятия касаются опасных и промышленных отходов, которые должны собираться и обрабатываться отдельно.

Твердые бытовые отходы (ТБО, по большей части от частных хозяйств и коммерции) собирается по системе pick-up как смешанные остаточные отходы от производителей в контейнеры, предусмотренные для этих целей. В Ханты-Мансийске установлено более 2.000 мобильных урн для мусора (объем большинства из них составляет 500 литров), они опустошаются ежедневно мусоровозами с задней нагрузкой. Pick-up системы для медицинских отходов, промышленных и других опасных отходов должны быть установлены как можно скорее. Очень важно изолировать опасные материалы от неопасных ТБО. Необходимо обязать промышленные предприятия хранить опасные отходы отдельно и заключать договор с предприятиями по обращению с отходами для утилизации либо самостоятельно вывозить опасные отходы. Для опасных отходов частных хозяйств и малых предприятий должны быть оборудованы пункты сбора или центры по переработке отходов.

В настоящий момент в Ханты-Мансийске не производится никакой обработки отходов, за исключением сбора отдельных металлов. ТБО частных хозяйств и малых предприятий без обработки привозится на полигон.

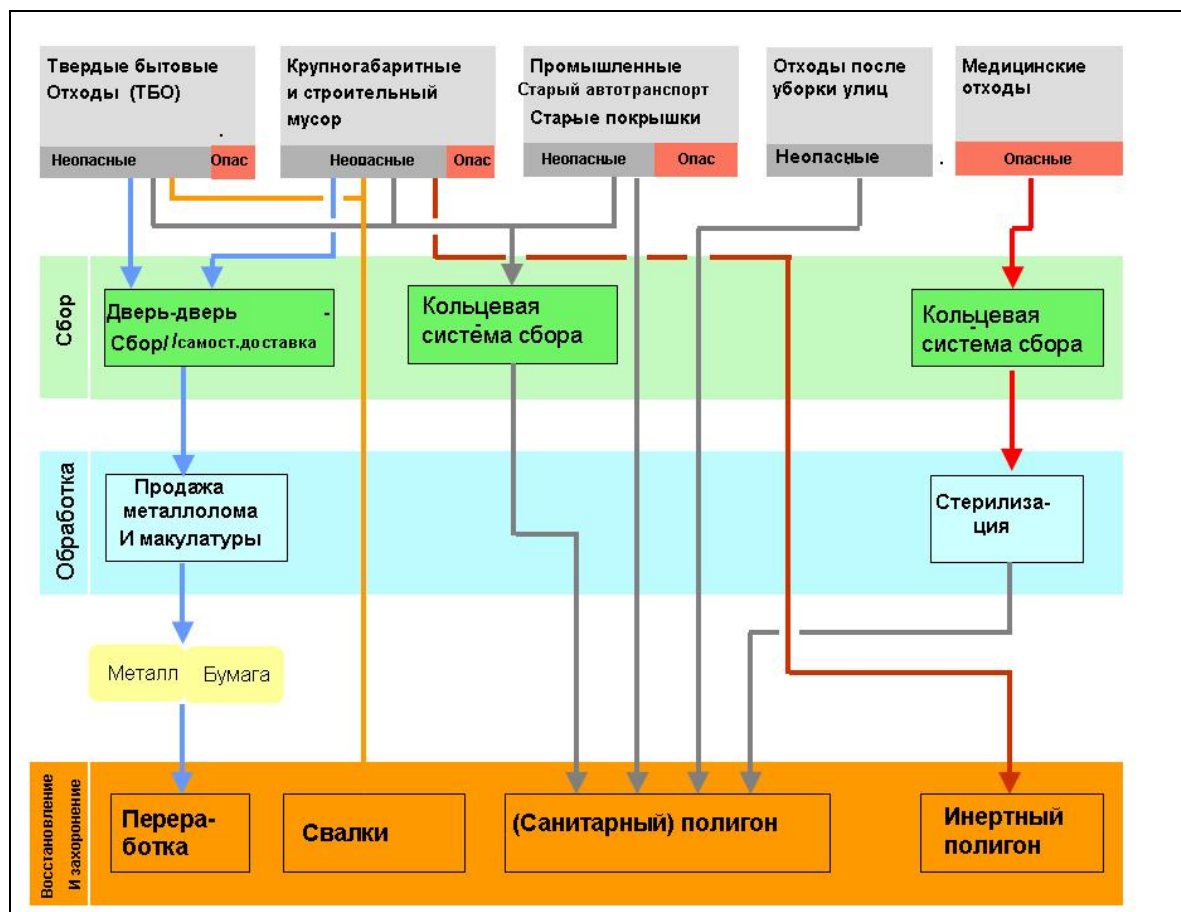


Рис. 7: Существующая ситуация в сфере обращения с отходами (основной сценарий)

Из Рис. 7 ясно, что некоторые типы опасных отходов (медицинские) собираются и стерилизуются. Опасные отходы промышленности и частных хозяйств размещаются вместе с ТБО. Для этих типов опасных отходов не предусмотрены ни схемы сбора, ни опции обработки/захоронения. В короткий срок необходимо подготовить специальную площадь на полигоне для размещения опасных веществ, до принятия решения по дальнейшей системе обращения с отходами.

2.1.5 Прочие аспекты для рассмотрения при разработке сценария

В Ханты-Мансийске суровые климатические условия, т.е. долгие и холодные зимние периоды, короткие и жаркие летние. Можно суммировать, что установки для обезвреживания отходов должны быть закрытыми и отапливаться весь зимний период. Это будет стоить дополнительных затрат.

Для внедрения сценария переработки отходов было недостаточно сведений о существующем рынке переработки. Поэтому был проведен маркетинговый анализ в ходе подготовки Отчета статус-кво. Результаты маркетингового анализа могут быть суммированы:

- Раздельного сбора пригодных для переработки отходов производителями не осуществляется. Бумага/картон (в основном, картон) собирается в Ханты-Мансийске различными магазинами и офисами.
- Отсутствуют установки по переработке, за исключением металлолома.
- Ближайший завод по переработке макулатуры находится в Екатеринбурге (1.500 км).
- Ближайший завод по переработке стекла располагается в Сургуте (250 км).
- В регионе нет инфраструктуры переработки отходов.
- Отсутствует система сбора электронных отходов в регионе.
- Нет системы сбора использованного текстиля.
- Нет инфраструктуры для использования компоста в качестве удобрения.

Создание индустрии переработки и рынка для сбыта продуктов переработки является первоочередной задачей для органов власти при внедрении стратегии переработки. В настоящее время, не существует рынка для сбыта продуктов переработки. Этот факт должен учитываться при разработке концепции обращения с отходами.

Исследование в отношении законодательства в области обращения с отходами показало, что законодательная база в России содержит основные требования по обращению с отходами. Тем не менее, эти требования не соблюдаются. Многие законы были разработаны во времена Советского Союза и не соответствуют европейским стандартам. Наконец, можно с уверенностью сказать, что специальных законов в области обращения с отходами, которые бы регулировали ответственные органы, менеджмент, стандарты в области охраны окружающей среды, инспекцию, нет. Система финансирования ориентирована на эксплуатационные затраты на квартиры и увеличение зависит от национальной системы доходов. Кроме того, законодательная база не включает меры по уменьшению количества отходов.

2.1.6 Резюме

Можно утверждать, что органическая фракция составляет большую часть в общем количестве отходов - 34%. Тем не менее, ТБО являются горючими и без дополнительного обеспечения теплом, тепловая ценность составляет 7,000 кДж/кг. Можно ожидать, что тепловая ценность возрастет вследствие привычек населения (больше бумаги и пластика, меньше органики и стекла). Кроме того, 36% ТБО подходит для производства вторичного топлива. В ходе «эксклюзивного» сжигания 36% подходящей фракции, можно говорить об увеличении с 7,000 кДж/кг до 16,200 кДж/кг. Состав отходов также показывает высокий потенциал для переработки и/или компостирования, так как 46% ТБО пригодны для переработки, и 47% ТБО пригодны для компоста.

В заключение, сжигание, с одной стороны, обеспечивает наибольшую сохранность окружающей среды и сокращение количества отходов. С другой стороны, раздельный сбор и МБО наиболее мобильны, больше подходят к региональной концепции обращения с отходами и наиболее безопасны для окружающей среды. Однако, внедрение этого сценария требует создания рынка для продуктов переработки. Однако, для всех сценариев обращения с отходами необходима оптимизация

существующей инфраструктуры обращения с отходами (системы сбора, полигона и т.д.).

2.2 Основные опции обращения с отходами

Обращение с отходами включает в себя процессы от производства отходов до их захоронения или восстановления. По крайней мере, три этапа могут быть выделены в «жизненном цикле» ТБО:

- (1) сбор отходов & транспортировка,
- (2) обработка отходов
- (3) восстановление & захоронение.

(1) Сбор отходов может осуществляться по системе pick-up, что означает, сбор производится у жилых домов, или по системе drop-off, что означает, жители должны привозить отходы в определенное место. Существуют различные системы для сбора отходов. При использовании систем pick-up отходы частных хозяйств и коммерции собираются в самом начале. Это означает, отходы собираются из урн и контейнеров специальным транспортом у каждого производителя отходов (частные хозяйства и коммерция). При использовании системы drop-off контейнеры устанавливаются на улицах, и производители отходов привозят отходы к этим контейнерам.

(2) Обработка отходов означает, что отходы обрабатываются механически, биологически или термально перед вывозом остаточных отходов на полигон или установки для переработки. Обработка отходов преследует несколько целей: сокращение объема полигона, сокращение выбросов углерода, сокращение числа возбудителей заболеваний, производство пригодных для переработки материалов, производство энергии.

(3) На третьем этапе отходы восстанавливаются (перерабатываются либо превращаются в энергию) или размещаются на полигоне. Для переработки таких материалов как металлы, стекло, бумага, пластик и т.д. необходимо создание функционирующей индустрии переработки.

В Табл. 3 приведено описание основных опций обращения с отходами. Детальное описание технологий обращения с отходами дано **Приложении II** (Описание технологий обращения с отходами) к финальной версии.

Табл. 3: Описание опций обращения с отходами

Процесс	Сфера влияния	Пояснение
Сбор и транспортировка отходов	Кольцевая система сбора	Мобильные мусорные контейнеры и транспорт с задней системой погрузки
	Контейнерная система сбора	Спец. Контейнеры и транспорт для сбора с краном
Обезвреживание отходов	Механическое	Измельчение, сортировка, классификация, ...
	Механо-биологическое	
	Биологическое	Компостирование, анаэробная обработка
	Физическое	Нейтрализация, Стерилизация, Пиролиз
Восстановление и захоронение	Термическое	Сжигание
	Захоронение	Полигон для инертных отходов, полигон для санитарных отходов, полигон для опасных отходов
	Восстановление	Переработка металлов, бумаги, стекла, пластика Получение энергии при сжигании

Рассматривая технические / организационные параметры, а также количество и состав потоков отходов, были предложены следующие сценарии обращения с отходами.

Сценарий 1: Переработка

Сценарий переработки основан на информации, что около 60% собранных в Ханты-Мансийске отходов пригодны для переработки.

Твердые бытовые отходы (ТБО, в основном, от частных хозяйств и коммерции) собирается по системе pick-up как смешанные остаточные отходы от производителей в контейнеры, предусмотренные для этих целей. Это могут быть мобильные мусорные контейнеры различных типов и размеров, которые собираются одним из грузовиков, в большинстве случаев с задней нагрузкой. При использовании drop-off системы, собранные отходы отвозятся производителем к центральной площадке для сбора и выбрасываются в специальные контейнеры. Мусоровозы должны подъезжать к этим площадкам только для того, чтобы забрать отходы. Собранные таким образом отходы наиболее подходят для выделения пригодных для переработки материалов. Площадки должны быть хорошо обозримыми и располагаться в легкодоступных местах рядом с торговыми центрами или парковками. Особое внимание необходимо уделить регулярной уборке таких площадок.

Пригодные для переработки материалы должны быть далее обработаны на установке механической сортировки.

Затем отходы подвергаются механической и биологической обработке в МБУ (см. Рис. 8) с целью сокращения веса и объема, и стабилизируются перед захоронением. В ходе обработки пригодные для переработки материалы (в основном, металлы) и пригодная для компостирования фракция отделяются от основного потока отходов механически. Биологические процессы (компостирование или анаэробное гниение) содействуют сушке и разложению отходов, их деактивации. Стекло, бумага и пластик могут быть собраны отдельно по системе drop-off и предварительно обработаны (сортировка).

Восстановленные пригодные для переработки материалы могут быть обработаны в индустрии переработки; горючие фракции использованы для получения энергии, а стабилизированные остаточные отходы захоронены на санитарном полигоне (см. Слайд 11). Из Рис. 8 видно, какие опции обращения с отходами должны быть внедрены.

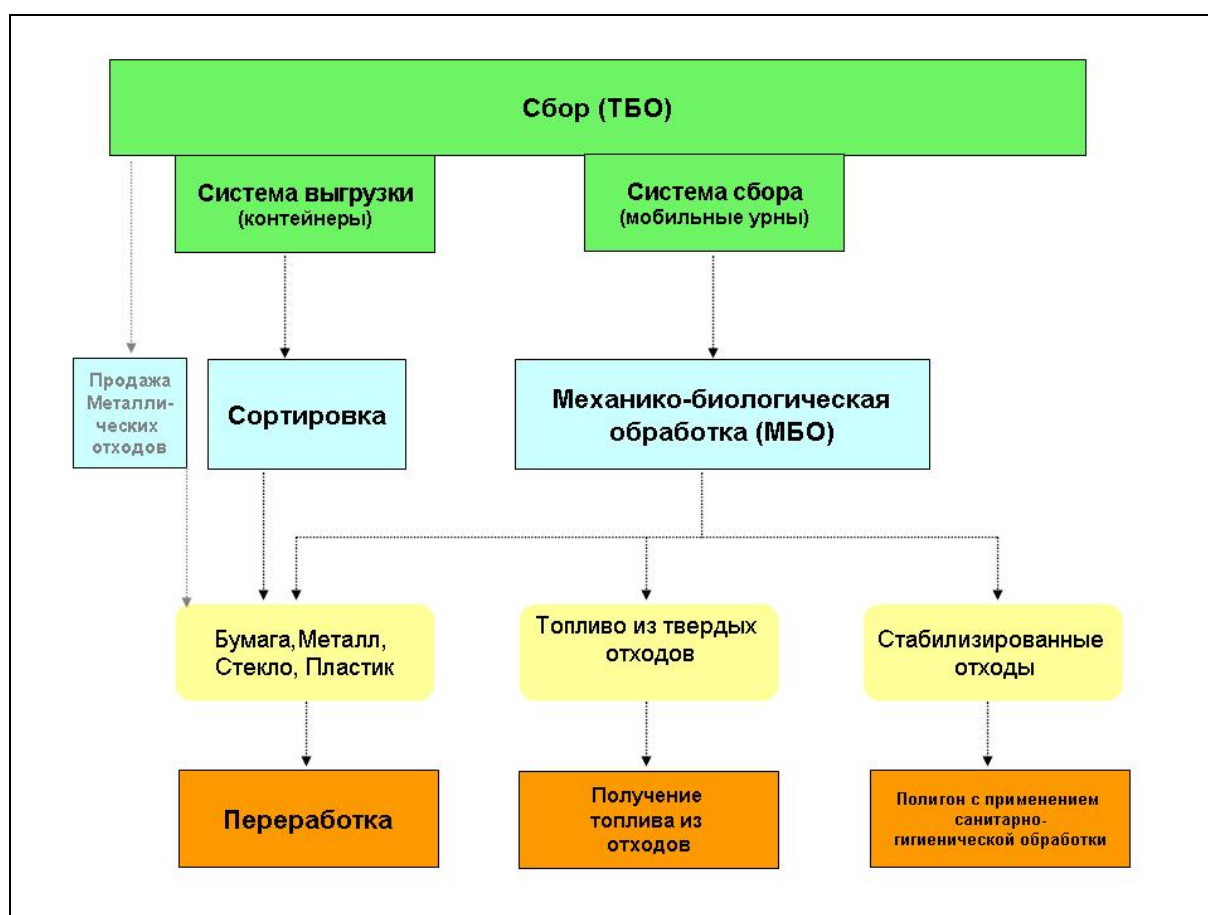


Рис. 8: Сценарий 1 (Переработка)

Сценарий 2: Биологическая обработка

Основная фракция в ТБО в Ханты-Мансийске – органика. Поэтому было очевидным принять решение о финансировании опцию обработки, основанной на биологическом процессе (анаэробное гниение, а также компостирование). (см. Рис. 8)

Твердые бытовые отходы (ТБО, в основном, от частных хозяйств и коммерции) собираются как смешанные остаточные отходы от производителей в контейнеры, предусмотренные для этих целей. Это могут быть мобильные мусорные контейнеры различного типа и размера, которые опустошаются мусоровозами с задней нагрузкой. Раздельный сбор био-отходов должен производиться по системе pick-up. Это означает, что каждое частное хозяйство оборудовано 2-мя контейнерами, одним для ТБО и одним для био-отходов. Большие объемы биоразлагаемых отходов, напр., отходы садов и парков, могут также собираться и транспортироваться на МБУ.

Био-отходы должны быть предварительно обработаны на установке для механической сортировки. Механическая предварительная обработка перед компостированием обязательна, и может улучшить качество входящих материалов, но не обеспечивает пригодность для компостирования по европейским стандартам. Механическая предварительная обработка может состоять из:

- Отделения загрязнителей и лишних веществ
- Уменьшение размеров
- Отделение металлов

Механическая предварительная обработка может также использоваться для оптимизации структуры и соотношения C/N во входящем количестве отходов для компостирования при сочетании различных органических отходов. Например, листва (богатая углеродом, бедная азотом) может смешиваться с пищевыми отходами (богатые азотом) для восстановления баланса соотношения C/N. В этом случае, выброс аммиака может быть минимизирован перед началом компостирования. Наполнитель может быть добавлен к сырью, чтобы заполнить пустоты в структуре. Стандартным размером является 1 см для аэробного компостирования с усиленным аэрационным компостированием и 5 см в случае пассивной аэрации.

Материал для компостирования загружается в турбины различного типа и размера. Мусоровозы обычно используются для строительства высоких турбин, тогда как токарные станки используются для строительства низких и широких турбин. Турбины устанавливаются на высоте 1.80 до 3.00 м в зависимости от формы. Наиболее часто используются турбины треугольной, трапецевидной формы и с плоской верхней частью. Процесс компостирования различается в зависимости от применяемого метода аэрации, где различаются статические и динамические модели. В зависимости от используемой модели требуется 10-60 недель для полного цикла компостирования. Остаточные отходы, собранные по системе pick-up, в необработанном виде свозятся на полигон.

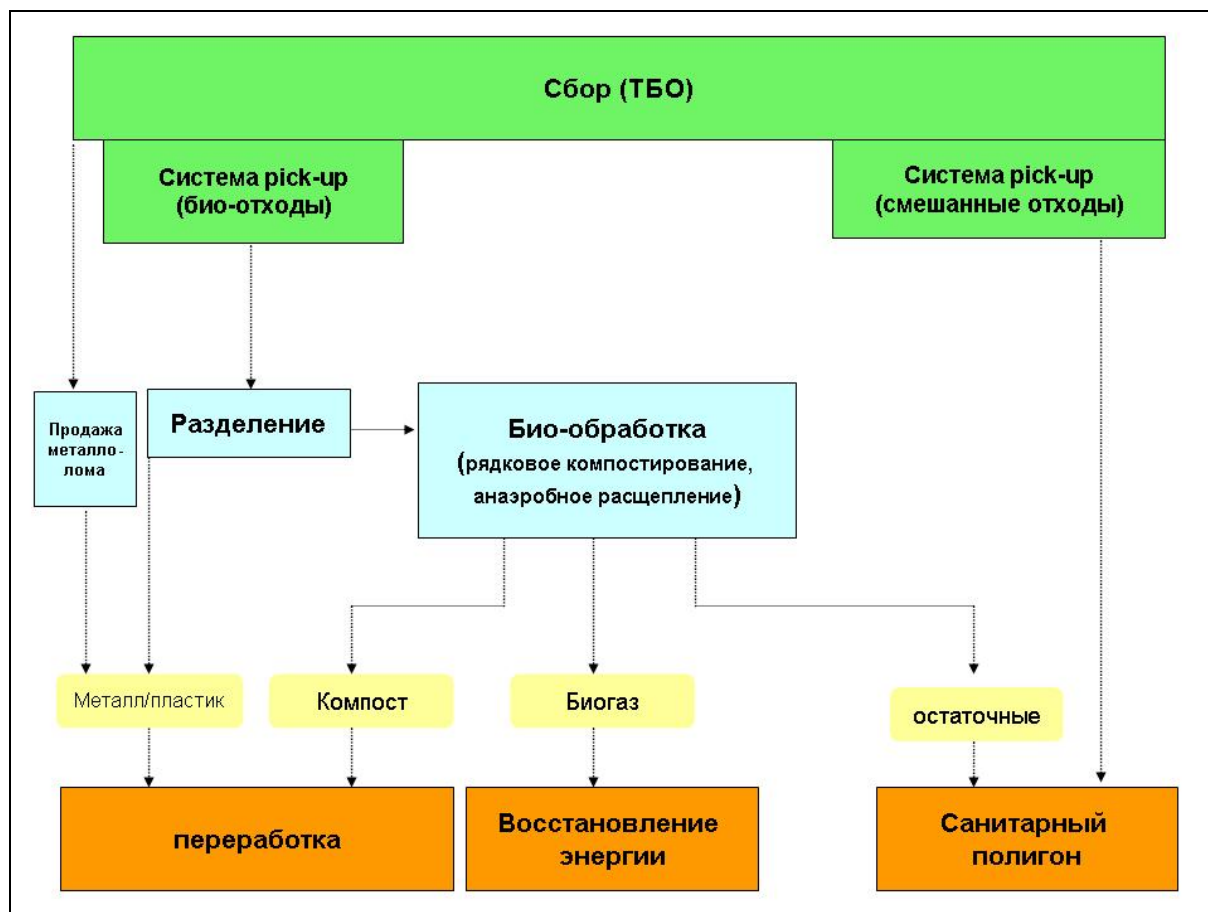


Рис. 9: Сценарий 2 (Биологическая обработка)

Сценарий 3: Сжигание

Анализ состава отходов и их характеристик ясно показывает, что ТБО в Ханты-Мансийске подходит для сжигания. Тепловая ценность была определена и составила 7.000 МДж на Мг. Этого достаточно для самовозгорания.

ТБО (в основном, от частных хозяйств и коммерческой зоны) собираются как смешанные остаточные отходы от производителей отходов в специальные контейнеры, предусмотренные для этой цели. Это могут быть мобильные мусорные контейнеры различного типа и размера, которые собираются специальными транспортными средствами, в большинстве случаев, с задней нагрузкой. Раздельный сбор при использовании системы drop-off может быть внедрен как описано в Сценарии 1.

Отходы обезвреживаются термально в мусоросжигательной установке. Процесс сжигания направлен на сокращение количества отходов и потенциального риска путем окисления и минерализации, при этом предлагая возможность получения. Существуют различные технологии для сжигания отходов; часто используется технология сжигания на решетке, как показано на слайде 10. Все технологии требуют установки системы для очистки дымового газа.

Сжигание отходов особенно рекомендуется для мест с большим постоянным количеством отходов разного состава. Это также не требует крупных вложений. Металлы могут быть восстановлены для переработки, произведенные золы размещаются на санитарном полигоне (см. Слайд 11), при этом летучие золы и пыль из фильтра должны размещаться с опасными отходами. Стекло, бумага и пластик могут быть собраны отдельно по системе drop-off и предварительно обработаны (отсортированы). Восстановленные пригодные для переработки материалы могут быть использованы в индустрии переработки.

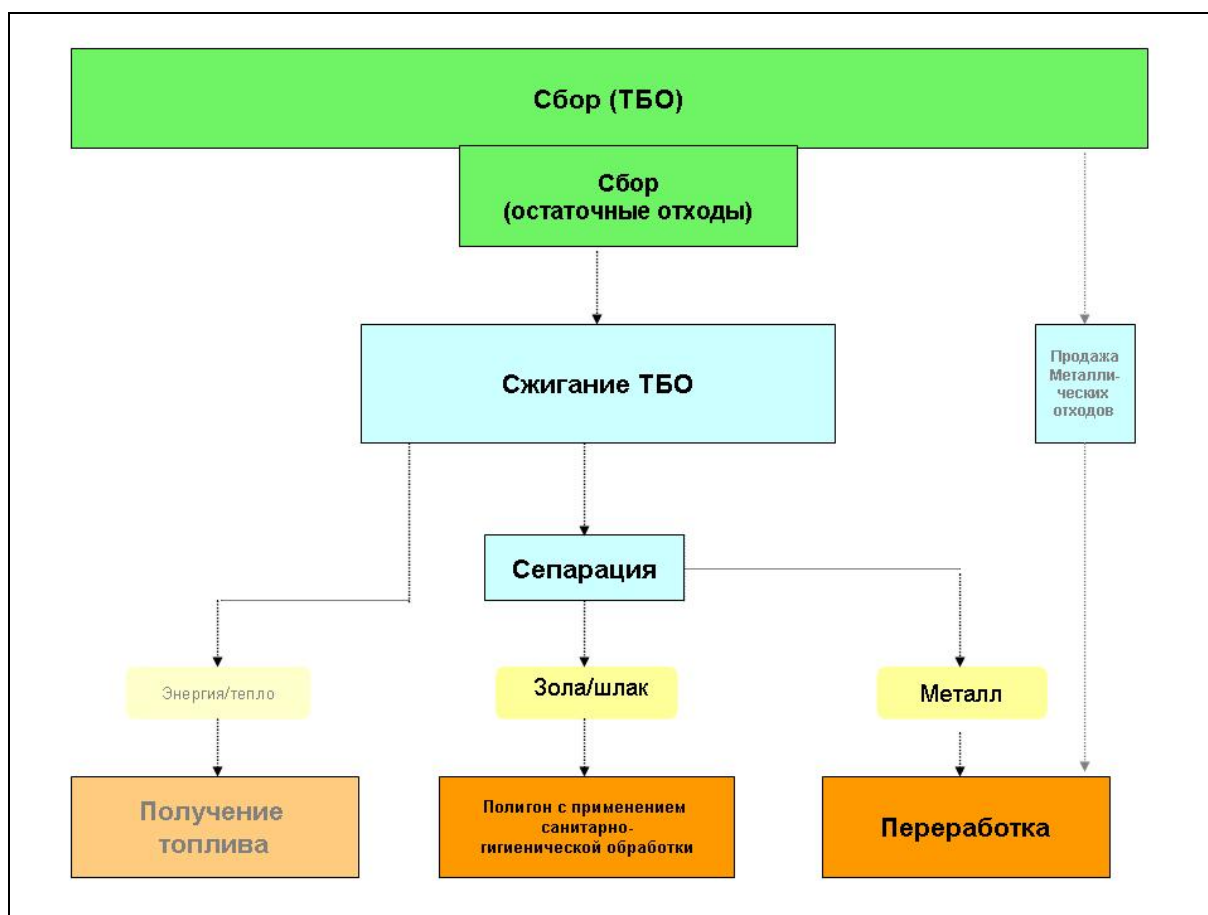


Рис. 10: Сценарий 3 (Сжигание)

2.3 Рассмотрение со стратегической/политической точки зрения (улучшение основных сценариев)

С целью улучшения предложенных вариантов обращения с отходами и прийти к правильному решению необходимо рассмотреть основные варианты со стратегической точки зрения.

Стратегия является планом действий, разработанных для достижения определенной цели. В таком контексте целью является разработка и внедрение системы обращения с отходами, охватывающей все этапы потока отходов от производства через сбор, разделение, предварительную обработку для восстановления/переработки и захоронения. Правильный менеджмент приводит к надежной защите окружающей среды (почва, воздух, вода и городское окружение), защите ресурсов и климата.¹

Стратегия в случае Интегрированной Стратегии Обращения с Отходами означает

- Анализ общей ситуации в системе обращения с отходами в разрабатываемой территории,
- Идентифицировать потребности и возможные препятствия на пути к достижению цели
- Определить законодательные акты (порядок и контроль, экономические стимулы), административные, коммуникационные и добровольные инструменты.

Профилактика образования отходов является необходимым аспектом правильного менеджмента отходов, требующая рассмотрения с различных сторон (контроль над продуктами, потреблением и промышленностью).

Каждая стратегия определяется параметрами:

- Защита человеческого здоровья, природы и окружающей среды
- Безопасность захоронения отходов
- Финансовая стабильность и экономичность Financial sustainability and cost efficiency
- Эффективность ресурсов
- Социальная стабильность

¹ Потребность в сдержанном использовании природных ресурсов с целью минимизировать производство отходов. Многие страны находятся в процессе перехода от использования простой схемы обращения с отходами – захоронения на полигоне – к последовательному внедрению циклического использования отходов.

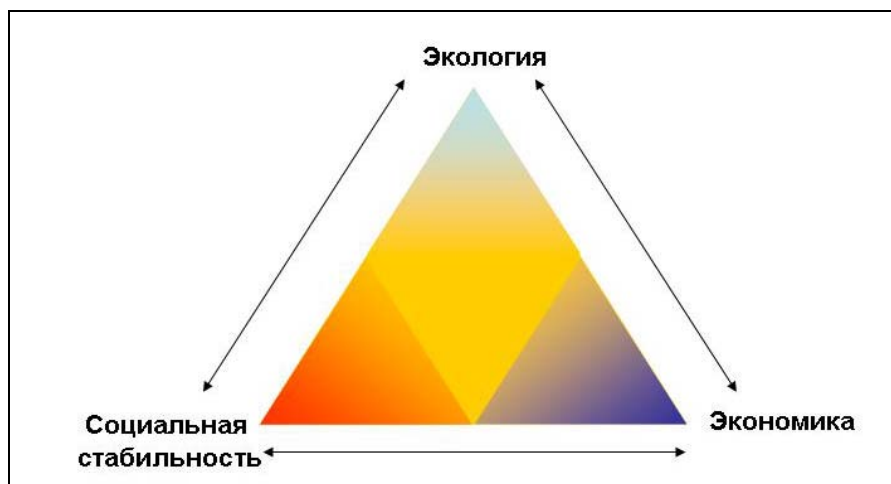


Рис. 11: Баланс влияющих аспектов

Задание: достичь баланса между экологичной, экономической и социальной стабильностью. На Рис. 11 показана связь между значимыми аспектами.

Необходимо определить специфические или стратегические цели для каждой интересующей сферы:

2.3.1 Экология

Производство отходов в ходе жизненного цикла материалов и продуктов служит причиной появления проблем с санитарными условиями и/или загрязнения окружающей среды. Индустриализированное общество и современный стиль жизни обусловили возрастающее потребление продуктов с опасными веществами. Поэтому обращение с отходами должно охватывать полный жизненный цикл материалов/продуктов от исходного источника до финального захоронения, включая мониторинг транспортировки и загрязнения окружающей среды после обработки и переработки отходов. Могут быть выделены следующие стратегические цели в сфере защиты окружающей среды:

- Применение превентивных мер образования отходов (системы хранения, инновационная продукция, ...)
- Внедрение стандартов для охраны окружающей среды (напр., системы уплотнения для защиты почвы и грунтовых вод, очистки дымового газа на мусоросжигательных заводах, очистка сточных вод на механо-биологических установках и т.д.)
- Цели минимизации для размещения (запрещение размещения пригодных для переработки материалов и органических материалов, налоги на размещение и т.д.)
- Определение целей для переработки (налоги на ресурсы и т.д.)

- Сокращение выбросов углерода
(Сбор метанового газа, предварительная биологическая обработка отходов, превентивные меры, получение энергии из отходов и т.д.)

Показатели выбранных вариантов обезвреживания

Показатели в окружающей среде, такие как тарифы на размещение, тарифы на производство энергии, тарифы на переработку, производство эмиссий углерода также имеют важное значение при разработке постоянно действующей концепции обращения с отходами (см. Табл. 4).

Данные в Табл. 4 показывают, что сценарий «Захоронение» имеет самый большой негативный эффект на окружающую среду, так как не предусматривает сокращения количества отходов при 100% захоронении отходов и обуславливает эмиссии углерода 17,879 Мг CO₂-eq².

В отношении количества размещаемых на полигоне отходов, сценарий «Сжигание ТБО» обеспечивают самый низкий процент размещения; т.е., наименьшее количество отходов будет размещаться на полигоне. Однако, этот сценарий не включает в себя производство энергии или переработку отходов, но при этом происходит самый большой выброс углерода, чем другие сценарии, кроме сценария «Захоронение». В контрасте с этим результатом, результаты сценария «МБО» отражают высокий процент получения энергии и переработки отходов, эмиссия углерода относительно невелика, процент захоронения отходов низок.

Рассматривая вышеупомянутые показатели, сценарий «Раздельный сбор+МБО» показывает самое небольшое причинение вреда окружающей среде, очень небольшой процент захоронения отходов, высокий процент переработки, и самый незначительный процент выброса углерода: 613 Мг CO₂-eq.

² Прим.: CO₂-эквивалент (CO₂-eq) или Глобальный потенциал к потеплению показывает, какое количество парникового газа обуславливает парниковый эффект/глобальное потепление.

Табл. 4: Показатели для выбранных сценариев обезвреживания отходов, основанные на количестве ТБО в Ханты-Мансийске

Варианты обезвреживания отходов	Процент на захоронение	Процент на восстановление энергии	Процент на переработку	Производство выбросов углерода ⁸
Захоронение	100%	-	-	17,879 t CO2 экв.
Сжигание ТБО 1	29%	-	-	7,735 t CO2 экв.
Сжигание RDF 2	64%	36%	-	2,396 t CO2 экв.
Компостирование 3	71%	-	29%	-
Анаэробный гидролиз 4	71%	-	29%	-
МБО 5	53%	16%	32%	1,227 t CO2 экв.
Раздельный сбор 6	77%	-	23%	-
Раздельный сбор + МБО 7	46%	8%	46%	613 t CO2 экв.
¹ 80 % металлов, перерабатываемых из шлаков				
² 80% горючей фракции выбирается для альтернативного топлива, 80 % металлов перерабатывается				
³ 60% органики собрано раздельным методом, 55% перерабатывается				
⁴ 60% органики собрано раздельным методом, 55% перерабатывается				
⁵ 80% металлов и стекла перерабатывается, 75% горючей фракции восстановлено				
⁶ 60% пригодных для переработки собрано раздельным методом, 50% перерабатывается				
⁷ 60% пригодных для переработки собраны раздельным методом, 50% перерабатывается, 80% оставшихся металлов и стекла перерабатывается, 75% оставшейся горючей фракции восстанавливается				
⁸ Фактор эмиссий в результате сжигания ТБО: 0,3 t CO2 Eq / Mг отходов; эффект замены не рассматривался				

2.3.2 Экономичность

Предпосылкой для внедрения постоянно действующей системы обращения с отходами является финансовая реализуемость. Ключевым моментом для расчета общих затрат на систему обращения с отходами является вложение средств в новые технологии и часто недооцениваемые эксплуатационные расходы. Внимание следует обратить на следующие пункты, которые должны быть рассмотрены на этапе разработке концепции.

- Выбор наиболее экономичных технологий
- Конкурс при выборе компании для внедрения мер по реализации системы management operators
- Система штрафов и финансовых стимулов

Стоимость решений для системы обращения с отходами

В порядке получения информации о стоимости технологий, предложенных в базовых сценариях, был проведен предварительный подсчет расходов. На основании полученных данных о количестве отходов и их составе, а также о существующей системе обращения с отходами, были опрошены производители МБУ, МСЗ и строители полигонов на предмет размера операционных затрат на технологии. Предварительные данные показаны в Табл. 5.

Табл. 5: Предварительные данные по стоимости МБУ, МСЗ и полигонов

	Капитальные затраты		Эксплуатационные затраты	Суммарные затраты		Снижение объема полигона	Снижение затрат на захоронение
	[млн. евро]	[евро/(т*год)]	[евро/(т*год)]	[евро/(т*год)]		[%]	[евро/(т*год)]
Мусоросжигательный завод	10 - 15	41 - 62	35 - 45	76 - 107		71%	13 - 23
Завод МБО	6 - 10	25 - 41	15 - 25	40 - 66		54%	15 - 25
Санитарный полигон	8 - 12	10 - 15	10 - 18	20 - 33		0%	20 - 33

Параметр:	Население	80,000		
	Количество ТБО	28,000 т/год	1,000,000 т	для полигона
	ТБО на человека	350 кг/чел*год		
	Срок выплаты	15 лет	25 лет	для полигона
	Ставка процента	3.8%	1.0%	для полигона

2.3.3 Социальная стабильность

Население должно оценить приемлемость и стоимость каждого из предложенных сценариев. Показателями успешного внедрения системы обращения с отходами являются эффект на окружающую среду и окупаемость системы. Мировой Банк рекомендует коэффициент от 0.6 до 2.5%. Особенное внимание следует уделить окупаемости долгосрочных эксплуатационных расходов пониженным доходом частных хозяйств. Распределение чистой прибыли и ее дальнейшее увеличение должны быть тщательно продуманы. Должны быть рассмотрены следующие аспекты:

- Принятие системы обращения с отходами
- Осуществимость окупаемости
- Участие других предприятий (предприятия по переработке, сбор отходов, ...)
- Создание рабочих мест

3 ОЦЕНКА СЦЕНАРИЕВ

Чтобы найти наиболее подходящую концепцию обращения с отходами, необходимо оценить основные сценарии. Могут быть выделены экономические, экологические и социальные критерии. Кроме того, необходимо рассмотреть местные условия, такие как существующие ограничительные концепции. Затраты и финансирование, законодательные требования, техническая осуществимость, поиск подходящего места расположения, соответствие окружной концепции или сообществам являются важными критериями, которые могут немедленно остановить разработку концепции.

Поэтому был произведен предварительный расчет затрат (см. Главу **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Техническая осуществимость была проверена опрошенными экспертами и производителями оборудования в странах с похожими климатическими условиями (см. **Приложение IV** к финальному отчету).

Критерии окружающей среды получаются на основе данных о воздействии на окружающую среду (на почву, воду и воздух). Дальнейшие критерии: эмиссии углерода и эффективность ресурсов (см. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, показатели).

Социальные критерии, которые включают в себя принятие населением, готовность населения платить сборы, эффект на занятость местного населения, на человеческое здоровье, также не стоит недооценивать.

Наконец, безопасность захоронения отходов и сокращение отходов для захоронения являются ключевыми критериями.

На этом этапе разработки концепции обращения с ТБО была произведена оценка предложенных сценариев согласно произведенной оценке и критериям выбора. Это должно быть выполнено с привлечением ответственных органов власти Ханты-Мансийска. Совместно с представителями администрации г.Ханты-Мансийска можно определить дальнейшую потребность для составления технико-экономического обоснования и подготовки пилотного проекта. Необходимо было обсудить оценку и выбор критериев, а также вопросы, связанные со сценариями. Это процесс длился с сентября по октябрь 2011 года. Были получены следующие комментарии:

- В концепции должно быть дано описание отдельного сбора отходов, включая расписание для контейнеров по переработке.
- В дополнение к контейнерам для отдельного сбора отходов было предложено построить центр переработки, куда можно было бы свозить материалы, пригодные для переработки.
- Эксперты из Германии были опрошены на предмет применимости инновационных идей для получения новых продуктов из пригодных для переработки материалов (напр., тротуары из пластика, цветочные горшки из пластика и т.д.).
- Необходимо найти возможности для применения вторичного топлива. Прошло обсуждение вопроса, что МСЗ при использовании вторичного топлива для получения электричества и генерации пара может снабжать энергией МБУ и механическую сортировочную установку.

➤ Дальнейшая спецификация затрат и оборудования для МБО.

В порядке выбора наиболее подходящей системы для выбранной площадки захоронения отходов необходимо разработать общие критерии и цели. Критерии были получены из стратегических целей, обсужденных с представителями администрации Ханты-Мансийска.

- (1) Затраты & финансирование
- (2) Воздействие на окружающую среду
- (3) Сокращение выбросов углерода
- (4) Ресурсосбережение
- (5) Сокращение количества размещаемых отходов
- (6) Захоронение опасных остаточных отходов после обезвреживания
- (7) Соответствие окружной концепции обращения с отходами
- (8) Мобильность
- (9) Безопасность захоронения отходов (включая риски функционирующей индустрии переработки)
- (10) Социальное воздействие (здоровье, признание населением, воздействие на занятость)

Оценка предложенных сценариев основана на результате отчета статус-кво (ссылка на **Прил. I**), описание технологий обращения с отходами, критериях отбора, дополнительных технико-экономических обоснованиях при суровых климатических условиях и объективной схеме оценивания.

В

Табл. 6 суммированы приблизительные данные по оценке критериев и оценены по 5-балльной шкале (++ , +, 0 -, - -). Оценка дается в сравнении с основным сценарием (санитарный полигон, без переработки и принятия мер для сокращения количества отходов). Это означает, что (++) показывают значительное преимущество сценария по отношению к основному, (0) означает без изменений по отношению к ситуации в данный момент, (- -) означает наличие существенных недостатков в сценарии.

Табл. 6: Результаты оценки сценариев

Критерий	Сценарий 0	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
	Основной	Переработка	Биологическая обработка	Сжигание
Расходы и финансирование	++	0	+	-
Воздействие на окр.среду	--	+	+	0
Сокращение выбросов углерода	--	++	+	0
Эффективность ресурсов	--	++	0	-
Сокращение объема отходов для захоронения	--	+	0	++
Размещение опасных остаточных отходов после обработки	0	0	+	-
Соответствие окружной концепции	0	++	-	-
Гибкость	-	++	0	--
Безопасность захоронения отходов (включая риски функционирующей индустрии переработки)	+	+	+	++
Социальное воздействие (здоровье, признание населением, влияние на уровень занятости населения)	0	+	+	-

В порядке принятия окончательного решения необходимо взвесить важность всех критериев. Поэтому был проведен опрос общественного мнения представителей администрации Ханты-Мансийска. Результат опроса был показан в матрице. Независимо от результата немецкими консультантами была предложена вторая матрица. Обе матрицы показаны в Табл. 7.

Табл. 7: **Оценочная матрица**

Критерий	Весомый фактор	
	Ханты-Мансийск Администрация	Немецкие консультанты
Расходы и финансирование	33%	30,0%
Воздействие на окр.среду	24%	10,0%
Сокращение выбросов углерода		5,0%
Эффективность ресурсов		2,5%
Сокращение захороняемых отходов	19%	10,0%
Захоронение остаточных отходов после обработки		2,5%
Соответствие окружной концепции	14%	20,0%
Гибкость	5%	5,0%
Безопасность захоронения отходов (вкл.риски функционирующей индустрии переработки)		5,0%
Социальное воздействие (здоровье, признание населением, уровень занятости)	5%	10,0%
Всего	100%	100%

На финальном этапе оценки сценариев были суммированы индивидуальные оценки по каждому критерию. По причине различия в значении факторов, оцененных российскими и немецкими экспертами, расчеты были произведены отдельно. Результаты оценки сценариев перечислены в Табл. 8. Можно увидеть, что в обоих случаях предпочтение было отдано сценарию 1 (Переработка).

Табл. 8: **Общий результат оценки сценариев**

Критерий	Сценарий 0 Существующая ситуация	Сценарий 1 Переработка	Сценарий 2 Сжигание
Результат оценки представителями Ханты- Мансийска	¼ (-)	(+)	¼ (-)
Результат оценки немецкими консультантами	(0)	(+)	½ (-)