

На правах рукописи

ПРИБЫТКОВ МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ



?

**ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СЕЛЕКТИВНОГО СБОРА И  
РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ, БЫТОВЫХ И ТОКСИЧНЫХ  
ОТХОДОВ**

Специальность 25 00 36 – Геоэкология по техническим наукам

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург— 2007



003070932

Работа выполнена в Северо-Западном государственном  
заочном техническом университете (СЗТУ)

**Научный руководитель –**  
доктор технических наук

**Журкович Виталий Владимирович**

**Официальные оппоненты:**  
доктор технических наук,  
профессор

**Семин Евгений Геннадиевич.**

кандидат технических наук,  
доцент

**Макарова Елена Игоревна**

**Ведущая организация**

**Санкт-Петербургский государственный  
технологический институт (технический  
университет)**

Защита состоится 22 мая 2007 года в 16 часов на заседании диссертационного  
совета Д 212.244 01 при Северо-Западном государственном заочном  
техническом университете по адресу 191186, г. Санкт-Петербург, ул  
Миллионная, д 5

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Северо-Западного  
государственного заочного технического университета

Автореферат разослан 21 апреля 2007 г

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Иванова И.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Полноценная геоэкологическая система, обеспечивающая нормальное существование человеческого общества, должна учитывать техногенные процессы, связанные с функционированием социума, освобождение от отходов, генерируемых жизнедеятельностью человека, и возвращение системы в равновесное, устойчивое состояние

Проблема сбора, транспортирования, хранения и утилизации твердых бытовых и промышленных отходов является важнейшей экологической проблемой, связанной с загрязнением окружающей среды. Это назревшая актуальнейшая проблема, стоящая перед крупными мегаполисами, такими как г. Москва и г. Санкт-Петербург.

Уменьшить поток отходов на полигоны и на несанкционированные свалки можно тремя основными способами:

- строительством заводов по утилизации отходов (сжигание, биопереработка и т.п.),
- раздельным сбором мусора,
- сортировкой мусора на станциях сортировки, расположенных в городе или в ближайшем пригороде.

Чаще всего используются различные комбинации этих трех способов.

Важно, что для эффективного использования любого способа снижения объемов ТБО подлежащих захоронению необходима **сортировка отходов**.

Выбор технологии для предприятия по переработке мусора, разработку его проекта и расчет экономической эффективности можно начинать лишь после тщательного анализа морфологического состава ТБО, которые предполагается перерабатывать на данном предприятии. Цена ошибки очень велика. Она может привести к тому, что предприятие окажется изначально неэффективным и экономически нецелесообразным.

Морфологический состав ТБО никогда не остается постоянным. Он изменяется и во времени и в пространстве. Это означает, что морфологический состав ТБО значительно изменяется не только с течением времени, но и зависит от того, на какой конкретной территории он собирается (регион, город, сельская местность и т.п.). В связи с этим необходима методика, позволяющая объективно и достаточно просто оценить морфологический состав ТБО, подлежащих переработке.

В настоящее время отсутствуют теоретические разработки, улавливающие характеристики ТБО, технологические и конструктивные факторы систем, предназначенных для их сортировки с одновременным влиянием этих характеристик на поток ТБО, подлежащий захоронению на полигонах.

В связи с изложенным выше сформулирована научная задача.

На основе системного подхода сформировать теоретические основы и методические принципы оценки систем, предназначенных для сортировки ТБО и обосновать их рациональные, с точки зрения уменьшения объема захораниваемых на полигоне ТБО, технологические и конструктивные решения.

Целью диссертационной работы является уменьшение нагрузки на окружающую среду путем изъятия вторичных ресурсов из ТБО, подлежащих захоронению на полигонах.

Для достижения заданной цели в диссертации решались следующие научные и практические задачи:

1. Разработать математические модели элементов системы селективного сбора ТБО.

2. Разработать методики оценки морфологического состава ТБО и оценки его физико-механических и количественных параметров.

3. Разработать методику оценки производительности систем, предназначенных для сортировки ТБО.

4 Оценить влияние морфологического состава ТБО и его характеристик на объем мусоропотока, подлежащего захоронению на полигоне

5 Отработать технологию проведения натурального эксперимента и провести экспериментальные исследования по оценке морфологического состава ТБО

#### **Методы исследования**

Системный подход, являющийся общей методологической основой выполненных теоретических исследований, включает в себя обобщение опыта работ в области обращения с отходами с привлечением современного математического аппарата и экспериментальное подтверждение полученных результатов

#### **Объект исследования**

В качестве объекта исследования выбраны системы селективного сбора ТБО, предназначенные для снижения потока ТБО, подлежащего захоронению

**Научная новизна работы** состоит в том, что

- разработаны математические модели элементов системы сортировки ТБО,
- предложена методика оценки морфологического состава ТБО и оценки его физико-механических и количественных параметров,
- разработана методика оценки производительности систем, предназначенных для сортировки ТБО,
- установлены зависимости влияния морфологического состава ТБО и его характеристик на объем мусоропотока, подлежащего захоронению на полигоне

#### **На защиту выносятся**

- 1 Математические модели элементов системы сортировки ТБО
- 2 Методика оценки морфологического состава ТБО и оценки его физико-механических и количественных параметров

3 Методика оценки производительности систем, предназначенных для сортировки ТБО

4 Методика оценки влияния морфологического состава ТБО и его характеристик на объем мусоропотока, подлежащего захоронению на полигоне

5 Рекомендации, позволяющие снизить объем ТБО подлежащий захоронению на полигонах

**Реализация результатов работы.** Результаты работы используются в работе по обращению с отходами в Санкт-Петербурге, направлены в правительство города для совершенствования законодательной базы и управления обращением ТБО. Методика оценки производительности систем, предназначенных для сортировки ТБО, использована при проектировании и строительстве линий сортировки отходов в ООО «Экодот» и ОАО «Автопарк №6 «Спецтранс»

**Апробация работы** Основные результаты диссертационной работы были доложены на всесоюзных конференциях на ВВЦ (Москва, 1998, 1999), Научной конференции “Перегрузочные станции бытовых отходов” (Санкт-Петербург, 2000), 5-й научно-практической конференции “Зарубежный опыт управления автомобильными перевозками” (Санкт-Петербург, 1997), международных конференциях по экологии Северо-Запада (Санкт-Петербург, 2001, 2002, 2003), международном совещании и выставке по проблеме “Контроль за транспортировкой экологически опасных грузов” (Брюссель, 2001), а также на регулярно проводимых правительствами Санкт-Петербурга и Ленинградской области совещаниях по проблемам обращения ТБО

**Публикации.** Основное содержание диссертации отражено в 3 брошюрах и в 3 статьях, в том числе 2 работы опубликованы в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК

**Структура и объем работы** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников и

литературы Объем диссертации составляет 127 страниц, 25 иллюстраций, 39 таблиц

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи работы, дана оценка новизны полученных результатов и сформулированы защищаемые положения

**Первая глава** содержит анализ состояния и путей повышения качества и эффективности городской системы обращения с промышленными, твердыми бытовыми и токсичными отходами

В живой природе имеет место замкнутая цепочка круговорота веществ, когда отходы одного вида организмов являются пищей для другого. Человек, едва выйдя из природы, вступил с ней и сам с собой в конфликт, засоряя планету бытовыми, промышленными и токсичными отходами, которые просто накапливаются в окружающей среде, разрывая цепочку круговорота веществ

Из анализа состояния вопроса видно, что доля отходов, подлежащих прямому захоронению на полигонах, неуклонно уменьшается. Вместе с тем увеличиваются объемы отходов, которые используются тем или другим способом и (или) возвращаются в кругооборот веществ

Под методами и средствами системы обращения с отходами понимается совокупность

- технических методов и средств сбора отходов,
- технических методов и средств транспортирования отходов,
- технических методов и средств использования отходов,
- технических методов и средств размещения отходов

Построение системы обращения с отходами заключается в обоснованном выборе единого комплекса из взаимно согласованных технических методов и средств

На основании проведенного общего анализа систем обращения с отходами можно сделать вывод о том, что актуальность разработки систем

обращения с отходами не только не снижается, а возрастает с течением времени, несмотря на огромное количество исследований, посвященных этой проблеме

Наиболее перспективной является система, построенная на возврате отходов в повторный оборот, т.к. она соответствует естественному природному круговороту веществ

Следует отметить, что именно этот вариант сбора ТБО, так называемый селективный метод, является основным практически во всех экономически развитых странах мира. Объясняется это тем, что до 60-80% ТБО являются потенциальными материальными ресурсами, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот

Для организации селективного сбора отходов важнейшим моментом является его морфологический состав. Невозможно планировать извлечение фракций из отходов, не зная из каких фракций они состоят и в каком соотношении эти фракции туда входят

Методы и средства транспортирования, используемые в настоящее время, базируются на одноэтапном и двухэтапном способе транспортирования отходов. Двухэтапный способ предполагает наличие мусороперегрузочных станций

Автопарки №1 и №6 "Спецтранс" разработали и внедрили в Санкт-Петербурге 3 вида мусороперегрузочных станций

- стационарная без сортировки отходов,
- стационарная с сортировкой отходов,
- мобильная без сортировки отходов

Наибольший эффект в обеспечении возврата в производство вторичных ресурсов может обеспечить только мусороперегрузочная станция с сортировкой отходов. А наиболее ответственным оборудованием в этом процессе является оборудование, предназначенное для сортировки отходов



В специальной литературе широко освещены различные методы обезвреживания отходов. Все эти методы хорошо изучены, отработаны и широко применяются на практике. Гораздо меньше работ посвящено такой важной проблеме, как сортировка отходов перед обезвреживанием. А ведь, на самом деле, ни один метод обезвреживания не может быть безопасным в экологическом отношении, если отходы не будут предварительно отсортированы. Важно отметить, что под сортировкой понимается не только изъятие определенных фракций непосредственно перед обезвреживанием, но и работа на этапах сбора и транспортирования, т.е. должна работать система селективного сбора отходов. Ответ же на вопрос, какие фракции необходимо изымать, может быть получен опять-таки после изучения морфологического состава отходов.

Из анализа можно сделать общий вывод, что данные специальной литературы мало что дают для оценки морфологического состава ТБО. Использование этих данных при построении системы селективного сбора приведет к грубейшим ошибкам. Необходимо провести объективную оценку морфологического состава ТБО, а для этого необходима корректная, научно обоснованная методика.

Несмотря на титанические усилия общества, проблема загрязнения окружающей среды не только не решена, а наоборот приобретает все большую и большую актуальность. Выход из данной ситуации подсказывает сама природа. Необходимо вернуть отходы в круговорот веществ, т.е. часть отходов вернуть в производство, а оставшуюся часть в виде биоресурса вписать в обычную природную цепочку круговорота. Наиболее эффективным и быстрым способом снижения объема отходов на первом этапе является изъятие из отходов вторичных ресурсов и возврат их в производство. Для этого необходимо разработать на основе системного подхода технологические методы и средства системы селективного сбора ТБО. Наиболее сложным в техническом отношении объектом в системе селективного сбора является линия сортировки отходов, параметры которой

должны рассчитываться с учетом характеристик всей технологической цепочки селективного сбора и опираться на достоверные данные по морфологическому составу отходов

Во второй главе произведена разработка и выполнен анализ технологических процессов системы обращения с твердыми бытовыми и промышленными отходами

В основу системного подхода при создании системы обращения с отходами положена схема возврата отходов, представленная на рис 1

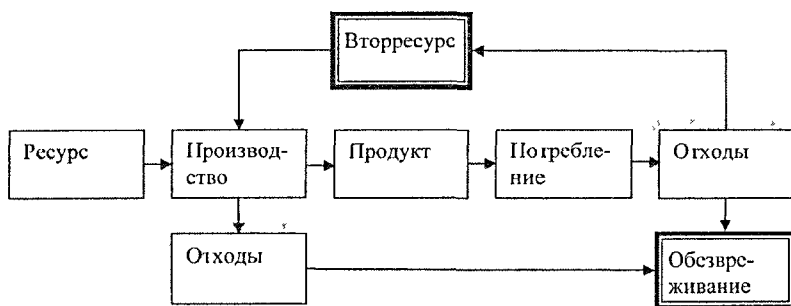


Рис 1 Схема возврата отходов в производство и в природную среду

Элементарная логика подсказывает, что предельной целью такой системы является «ноль отходов», т.е. обеспечивается полный круговорот отходов и в производстве и в живой природе

Ключевым блоком в цепочке круговорота на рис 1 является блок «отходы», в котором должна производиться сепарация отходов для возврата вторичных ресурсов в производство при любом способе обезвреживания

Все методы и средства системы обращения с отходами можно свести к трем основным взаимосвязанным друг с другом подсистемам. На рис 2 представлена система обращения с отходами, состоящая из трех взаимосвязанных подсистем

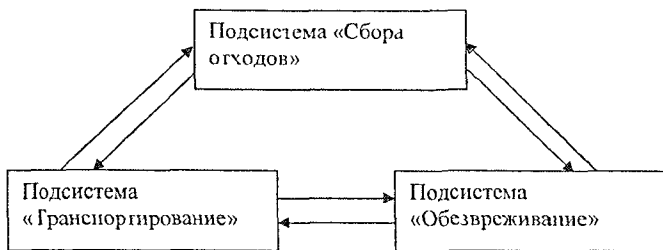


Рис 2 Взаимосвязи подсистем системы обращения с отходами

Рис 2 иллюстрирует то, что подсистема сбора отходов оказывает влияние составом и свойствами отходов как на подсистему транспортирования так и на подсистему обезвреживания. Подсистема транспортирования предъявляет определенные требования к техническим методам и средствам сбора отходов и к методам и средствам обезвреживания. Транспортные средства должны иметь хотя бы достаточную проходимость и заданные габариты. Подсистема обезвреживания, в свою очередь, влияет как на подсистему сбора отходов, так и на подсистему транспортирования.

Анализ литературы, проведенный в главе 1, показал, что наиболее перспективным для обеспечения экологической безопасности является система селективного сбора отходов.

Обязательным элементом в системе селективного сбора отходов является мусоросортировочный комплекс, на котором производится изъятие вторичного сырья, пригодного к дальнейшему использованию, его разделение в соответствии с требованиями технических условий, стандартов и заказчиков. Здесь же производится подготовка вторичного сырья к виду, пригодному для транспортирования и реализации на специализированные предприятия. В очередной раз становится понятным, что задача извлечения из отходов вторичного сырья требует системного подхода. Селективный сбор

накладывает определенные ограничения на технические методы и средства и сбора отходов и транспортирования и обезвреживания

**Система селективного сбора ТБО включает:**

- **Специально оборудованные площадки** для селективного сбора ТБО, оснащенные контейнерами для сбора фракций ТБО и контейнером для сбора крупногабаритных отходов с соответствующими надписями

- **Специальный транспорт** для раздельного вывоза фракций ТБО и вывоза крупногабаритных отходов

- **Линию сортировки фракций ТБО** с целью получения вторичного сырья и приведения его к товарному виду, соответствующему требованиям ГОСТов и ТУ, с подпрессовкой неперерабатываемых отходов (хвостов)

- **Участок дробления** крупногабаритных отходов

- **Систему сбыта** вторичного сырья на повторную переработку, построенную на договорной основе с потребителями вторичного сырья

- **Систему учета** движения ТБО и вторичного сырья

- **Систему рекламных мероприятий** по пропаганде необходимости раздельного (селективного) сбора мусора среди населения на **первом этапе**

Отсутствие любого из элементов системы селективного сбора делает всю эту систему практически бессмысленной

Исследование всех технологических методов и средств селективного сбора выходит за рамки этой работы

Нами выбраны были только такие составляющие подсистем, показанных на рис 2, которые должны быть обязательно увязаны между собой. Таким образом, подсистема сбора отходов сводится к модели морфологического состава отходов и их свойствам, подсистема транспортирования - к специфическому алгоритму движения машин, а система обезвреживания - к техническим методам и средствам сортировки отходов. Следовательно, схему на рис 2 можно представить в виде, показанном на рис 3. В соответствие с этой схемой производилось математическое моделирование элементов системы

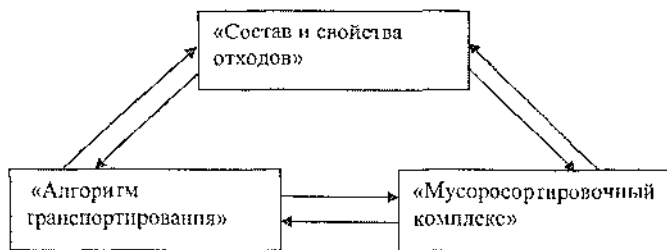


Рис 3 Блок- схема упрощенной системы селективного сбора

Математическую модель морфологического состава отходов, как и модель любого элемента системы, можно представить в виде условного «черного ящика», на вход которого подается значение объема отходов, а на выходе мы имеем количественное значение фракций, составляющих эти отходы

В соответствии с опытом работы бытовые и промышленные отходы разделяются на следующие фракции

- 1 Бумага,
- 2 Картон,
- 3 Пластмасса РЕТ тара,
- 4 Пластмасса полиэтилен,
- 5 Пластмасса прочие,
- 6 Черный металл,
- 7 Цветные металлы,
- 8 Текстиль,
- 9 Стекло,
- 10 Электротехника, электроника, платы и т п ,
- 11 Резина, кожа,
- 12 Пищевые и растительные отходы,
- 13 Крупногабаритные отходы,
- 14 Прочие отходы

Для организации сортировки отходов, а также для использования тех или иных способов обезвреживания, очень важными параметрами являются размерные характеристики каждой фракции

Рассев компонентов предусматривает выделение следующих размеров элементов в каждой фракции

- > 150 мм,
- (от 80 до 150 ) мм,
- ( от 25 до 80 ) мм,
- < 25 мм

По компонентам **1-14** предусматривается анализ фракций **от 80 до 150 и > 150 мм**

Для компонентов **6,7,12 и 14** дополнительно предусматривается анализ фракции **от 25 до 80 мм**.

Фракция **< 25 мм** анализируется только для компоненты **14** – прочие отходы

Крупногабаритные компоненты (поз **13**) изымаются из общей массы ТБО при предварительной разборке и анализируются *отдельно*

В аналитической форме соотношение между объемом мусоропотока и объемом его фракций можно записать в следующем виде

$$Q_{fi} = Q \cdot \delta_{fi},$$

где  $Q$  – объем мусоропотока, м<sup>3</sup>

$Q_{fi}$  – объем фракции  $i$ -го вида, м<sup>3</sup>,

$\delta_{fi}$  – доля фракции  $i$ -го вида в мусоропотоке,

$i$  – номер фракции,  $i=1..N$ ,

$N$  – количество фракций

К сожалению, не все фракции сегодня находят спрос на рынке вторичного сырья. Кроме того, даже часть востребованных фракций не может быть реализована из-за сильного загрязнения и некондиционного вида

Зависимость для расчета объема вторичного сырья, изымаемого из мусоропотока, можно представить в следующем виде

$$Q_{вс} = \sum_{i=1}^M (Q \cdot \delta_{всi}),$$

где  $Q$  – объем мусоропотока, м<sup>3</sup>

$Q_{вс}$  – объем вторичного сырья, изымаемого из мусоропотока, м<sup>3</sup>,

$\delta_{всi}$  – доля вторичного сырья  $i$ -го вида,

$i$  – номер вида сырья,  $i=1..M$ ,

$M$  – количество видов вторичного сырья

Повышение эффективности системы обращения с отходами неразрывно связано с увеличением числа фракций, изымаемых из отходов. Количество фракций и их типоразмеров напрямую влияет на производительность мусоросортировочного комплекса.

Алгоритм транспортирования построен на базе схемы перевозок в системе селективного сбора ТБО, представленной на рис 4

Схема перевозок (рис 4) позволяет вывести основные соотношения для расчета транспортирования отходов в системе селективного сбора

Если

$Q$  – Объем ТБО, поступающих на мусоросортировочную линию, м<sup>3</sup>,

$Q_{но}$  – объем неперерабатываемых отходов ТБО, поступающих на полигон для размещения и захоронения, м<sup>3</sup>,

$Q_{вс}$  – объем вторичного сырья, полученного из отходов ТБО, м<sup>3</sup>,

$k$  – коэффициент уплотнения неперерабатываемых отходов за счет подпрессовки,

то

$$Q = Q_{вс} + Q_{но} \cdot k,$$

тогда объем отходов, поступающих на полигон, сократится на величину

$$Q_2 = Q - Q_{но},$$

где  $Q_2$  – объем сэкономленных, не поступивших на полигон ТБО, м<sup>3</sup>

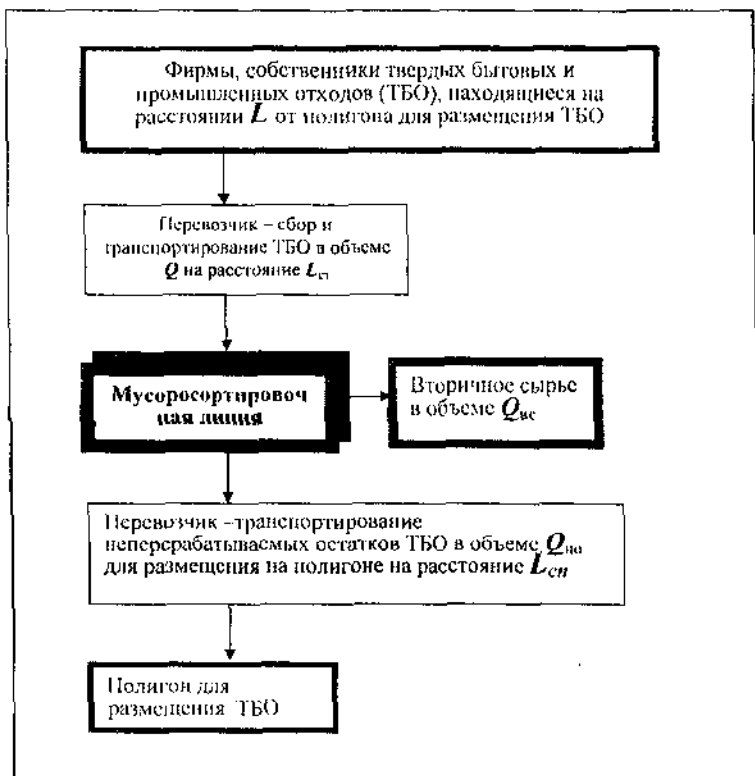


Рис. 4. Схема перевозок в системе селективного сбора ТБО

В случае перевозок контейнерами емкостью  $6\text{ м}^3$  транспортную работу можно посчитать по формуле

$$TP_6 = \Sigma(L_{\text{ср}} \cdot q_6), \text{ м}^3 \cdot \text{км},$$

где  $TP_6$  - транспортная работа при вывозе ТБО контейнерами емкостью  $6\text{ м}^3$ ;  
 $L_{\text{ср}}$  - среднее расстояние от контейнерной площадки до станции перегруза;

$q_6$  - емкость контейнера ( в нашем случае  $q_6 = 6\text{ м}^3$ ).

В случае перевозок контейнерами селективного сбора емкостью  $0,75\text{ м}^3$  транспортную работу нужно рассчитывать по другой формуле :

$$TP_{\text{сс}} = N \cdot L_{\text{ср}} \cdot q_{\text{см}} + N \cdot l_{\text{ср}} \cdot q_{\text{сс}} \cdot (n-1) \cdot n/2, \text{ м}^3 \cdot \text{км}$$

где  $TP_{\text{сс}}$  - транспортная работа при вывозе ТБО селективного сбора;  
 $l_{\text{ср}}$  - среднее расстояние между контейнерными площадками;



$q_{см}$  - емкость спецмашины ( в нашем случае  $q_{см} = 36 \text{ м}^3$ ),

$q_{сс}$  - емкость контейнера селективного сбора( в нашем случае  $q_{сс} = 0,75 \text{ м}^3$ ),

$n$  - число обслуживаемых контейнерных площадок,

$N$  – количество рейсов спецмашины

Зная стоимость единицы транспортной работы ( $1 \text{ м}^3 \text{ км}$ ), по выведенным зависимостям легко подсчитать затраты на вывоз ТБО до станции перегруза

Установлено, что производительность линии сортировки отходов зависит от технических возможностей оборудования, от производительности рабочих сортировщиков и от выбранных для изъятия из мусоропотока фракций

Технические возможности сортировочной линии характеризуются объемной производительностью, для определения которой получена следующая зависимость

$$P_{mp} = 0,05 \pi B U,$$

где  $P_{mp}$  – объемная производительность,

$B$  – ширина конвейера,

$U$  – скорость конвейера (максимальная скорость конвейера, из опыта разработки сортировочных линий, равна  $U = 0,3 \text{ м/с}$ )

Исходными данными для расчета производительности рабочих сортировщиков по вторичному сырью являются

число компонент, выбираемых из ТБО –  $n$ ,

среднее количество единиц в одном  $\text{м}^3$   $i$ -й компоненты (например, количество кусков в одном  $\text{м}^3$  полиэтилена) -  $N_i$ ;

среднее время выборки одного элемента (куска полиэтилена, банки из под пива, куска бумаги и т.п) из потока обрабатываемого ГБО одним человеком -  $t_i$

доля  $i$ - го компонента в  $1 \text{ м}^3$  вторичного сырья -  $k_i$

Тогда

$$P_p = 1 / (\sum k_i N_i t_i), \text{ м}^3/\text{ч}$$

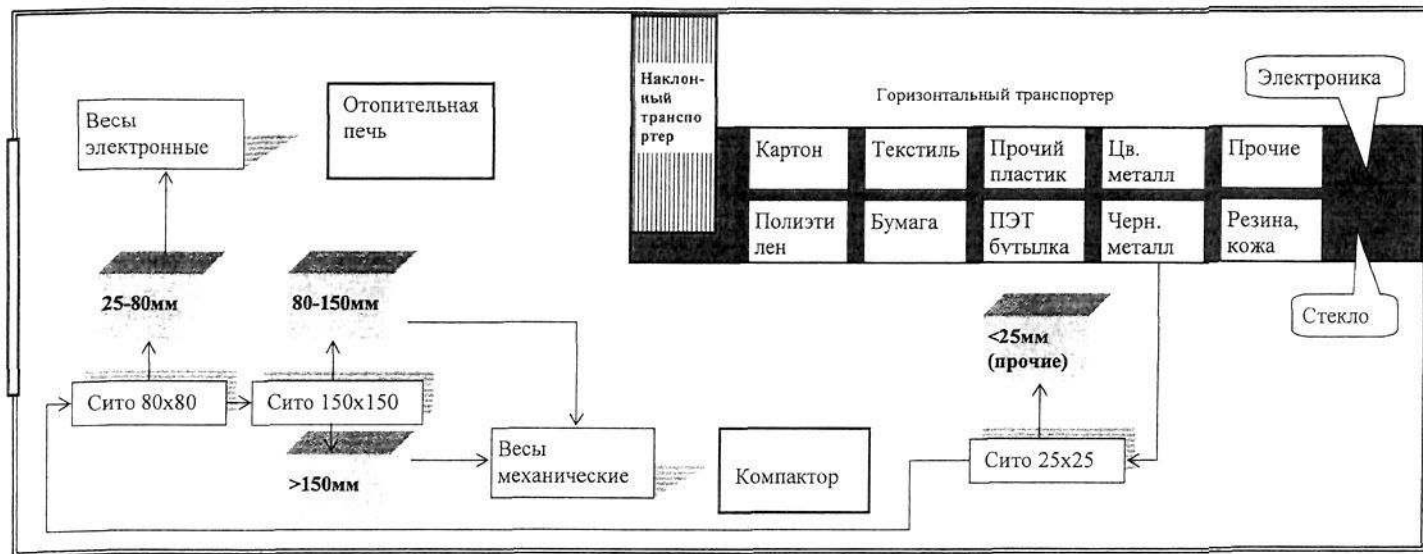


Рис. 5. Размещение оборудования и технологический процесс исследования

В третьей главе описана разработанная методика оценки морфологического состава отходов и разработаны планы проведения экспериментов.

Размещение оборудования для проведения исследований в производственном помещении мусоросортировочного комплекса и пример графического описания технологического процесса получения количественных характеристик отходов черного металла представлены на рис. 5.

На горизонтальном транспортере производится сортировка отходов на компоненты. В третьей главе диссертационной работы подробно изложена оригинальная методика определения морфологического состава отходов и приведено описание используемого оборудования.

Четвертая глава посвящена анализу результатов проведенных экспериментальных и теоретических исследований.

Графически полученный морфологический состав ТБО представлен на рис. 6 и 7.

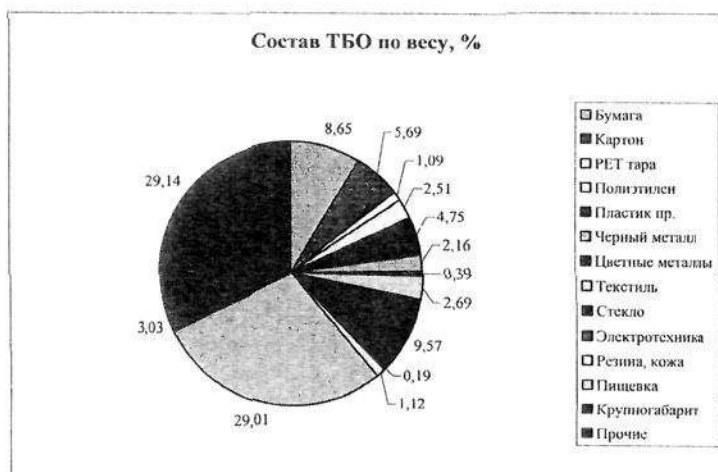


Рис. 6. Диаграмма морфологического состава ТБО по весу.

Состав по объему в %

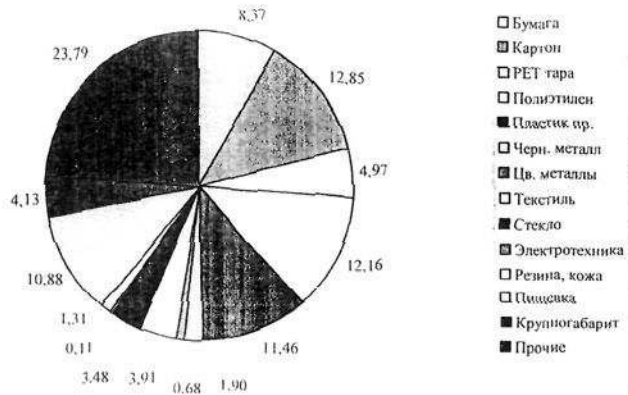


Рис.7. Диаграмма морфологического состава ТБО по объему.

Данные по морфологическому составу отходов, полученные в результате эксперимента, дают возможность дать предварительные рекомендации по селективному сбору. Так, картон, который занимает очень большой объем, желательно вывозить отдельно и в разобранном виде.

Проведенная оценка точности результатов эксперимента показала, что даже при трех экспериментах отклонение среднего значения процентного содержания бумаги в генеральной совокупности от полученного среднего значения с вероятностью 0.9 не превысит примерно половины процента.

Данные по количественному составу компонент, полученные в результате эксперимента приведены в табл.1.

Таблица 1

Количество элементов в 1 м<sup>3</sup> компоненты

| Наименование фракций          | Количество элементов в 1-м м <sup>3</sup> фракций, шт |          |         |         | Всего   | Примечание |
|-------------------------------|---|----------|---------|---------|---------|------------|
|                               | <25 мм  | 25-80 мм | 80-150  | >150    |         |            |
| Бумага                        |   |          | 3900,79 | 4933,25 | 4451,70 |            |
| Картон                        |   |          | 839,68  | 224,44  | 406,16  |            |
| <i>Пластмасса PET тра</i>     |   |          | 718,96  | 363,18  | 542,79  |            |
| <i>Пластмасса полиэтилен</i>  |   |          | 5425,89 | 976,44  | 1868,17 |            |
| <i>Пластмасса прочие</i>      |   |          | 1567,74 | 265,65  | 1005,48 |            |
| Черный металл                 |   | 0,00     | 1490,31 | 1391,82 | 1623,68 |            |
| Цветные металлы               |   | 0,00     | 1843,21 | 1898,55 | 1838,96 |            |
| Текстиль                      |   |          | 1378,77 | 490,45  | 614,57  |            |
| Стекло                        |   |          | 1094,98 | 875,88  | 885,56  |            |
| Электротехника, электроника   |   |          | 0,00    | 305,24  | 305,24  |            |
| Резина, кожа                  |   |          | 0,00    | 253,14  | 253,14  |            |
| Пищевые и растительные отходы |   | 0,00     | 0,00    | 0,00    | 0,00    |            |
| Крупногабаритные отходы       |   |          |         | 33,65   | 33,65   |            |
| Прочие                        | 0,00  | 0,00     | 0,00    | 0,00    | 0,00    |            |

Табл 1 позволяет не только оценивать производительность линий сортировки ТБО, но и вместе с фракционным составом дает возможность определить экономическую целесообразность отбора той или иной фракции. Из табл 1 видно, что процесс ручной выборки мелких фракций бумаги исключительно трудоемок. Чтобы набрать один м<sup>3</sup> такой бумаги необходимо сделать около 4500 движений, в то же время, чтобы выбрать один м<sup>3</sup> картона, необходимо сделать всего 400 движений. Разница больше чем в десять раз.

В результате моделирования движения специализированного транспорта установлено, что транспортная работа спецмашины в системе селективного

сбора в несколько раз превышает транспортную работу контейнеровоза при транспортировании смешанных отходов. Это связано с тем, что специализированный автомобиль перемещается между контейнерными площадками, догружая на каждой из них, всего 0,75 м<sup>3</sup> отходов.

Результаты ориентировочного расчета производительности станции сортировки представлены на рис 8.

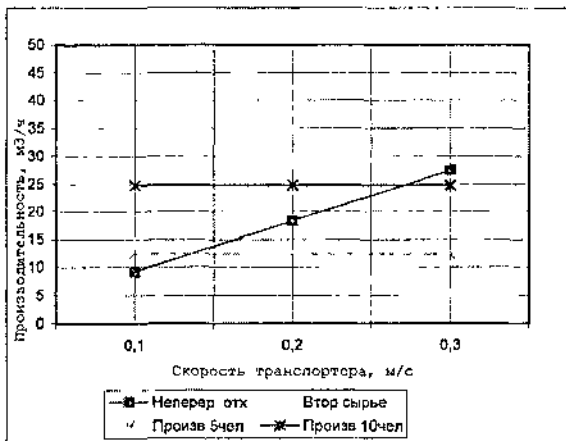


Рис 8 Оценка производительности станции сортировки

Из рис 8 видно, что даже 10 работающих на транспортере сортировщиков не могут обеспечить полное удаление вторичного сырья из поступающих ТБО. Объемы хвостов увеличатся на величину невыбранного вторичного сырья.

Анализ показал, что доход от функционирования системы селективного сбора ТБО может быть получен:

- за счет снижения транспортных расходов,
- за счет уменьшения объемов твердых бытовых и промышленных отходов, подлежащих захоронению на полигоне, и, как следствие, уменьшению платы за их размещение и обезвреживание,
- за счет реализации полученного вторичного сырья.

В результате моделирования системы селективного сбора было установлено, что наиболее затратным звеном является сбор селективных

отходов и доставка их на мусороперегрузочную станцию. Затраты на этом этапе не покрываются экономией от доставки отходов от мусороперегрузочной станции до полигона для захоронения и доходами от реализации вторичного сырья

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

1 Математические модели элементов системы обращения с отходами, позволили произвести математическое моделирование системы селективного сбора отходов и расчетным путем получить данные для оценки эффективности ее функционирования

2 Разработан метод оценки морфологического состава ТБО и оценки его физико-механических и количественных параметров Получены объективные данные оценки морфологического состава ТБО, на основе которых осуществлено проектирование линии сортировки отходов в ООО «Экодот» и ОАО «Автопарк №6 «Спецтранс»

3. Методика оценки производительности систем, предназначенных для сортировки ТБО, предложенная в данной работе учитывает не только техническую возможность самой сортировочной линии, но и увязывает между собой морфологический состав отходов и возможности рабочего сортировщика Это позволило строго обосновать типоразмеры компонент изымаемых из мусоропотока

4. Расчеты производительности и моделирование транспортной работы позволили получить данные оценки влияния морфологического состава ТБО и его характеристик на объем мусоропотока, подлежащего захоронению на полигоне.

5 Методика проведения натурального эксперимента позволила получить объективные данные как по морфологическому составу отходов, так и по производительности мусоросортировочной линии

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах

**Публикации в перечне изданий ВАК**

1. Прибытков М А Организация селективного сбора отходов в припортовых территориях //Морской вестник 2007 - №2 - С 32-33

2 Прибытков М А. Региональные аспекты совершенствования методов утилизации городских отходов //Проблемы региональной экономики 2007 - №2 - С 56-60.

**Публикации в прочих изданиях**

3 Прибытков М А. Проблемы утилизации городских отходов // Санкт-Петербург, МАНЭБ - 2005.- 32 с

4 Журкович В.В., Прибытков М А Методические принципы технологии селективного сбора ТБО в Санкт-Петербурге // СПб, Гуманистика.- 2006.- 44с

5 Прибытков М.А. Проблемы совершенствования управления обращением отходов в г Санкт-Петербурге. //Регион - 2007 - №1.- С 50-54

6 Журкович В В , Прибытков М А Утилизация отходов из пластмасс в условиях крупного города // СПб , Гуманистика - 2007 - 28 с

Прибытков Михаил Алексеевич

**ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СЕЛЕКТИВНОГО СБОРА И  
РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ, БЫТОВЫХ И ТОКСИЧНЫХ  
ОТХОДОВ**

**Автореферат**

Лицензия ЛР № 020308 от 14 02 97

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 78 01 07 953

П 005641 11 03

---

Подписано в печать 20 04 2007 Формат 60x84 1/16

Б кн - журн П л 1,0 Б л 0,5 Изд-во СЗТУ

Тираж 100 экз

Заказ 1621

---

Северо-Западный государственный заочный технический университет

Издательство СЗТУ, член Издательско-полиграфической ассоциации

Университетов России

191186, Санкт-Петербург, ул. Миллионная, 5