

На правах рукописи

Кравченко Денис Борисович

**ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ УТИЛИЗАЦИИ  
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Специальность 08.00.05 - экономика и управление народным хозяйством  
(управление инновациями и инвестиционной деятельностью)  
25.00.36 - геоэкология

Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург

2005

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете

Научный руководитель:

член-корр. РАН, д.т.н., проф. Федоров Михаил Петрович

Научный консультант:

заслуженный деятель науки РФ, д.э.н., проф. Глухов Владимир Викторович

Официальные оппоненты:

заслуженный деятель науки РФ, д.э.н., проф. Огороков Василий Романович

кандидат технических наук Вдовиченко Василий Дмитриевич

Ведущая организация:

институт проблем региональной экономики РАН (Санкт-Петербург)

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2005г. в \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета Д.212.229.23. в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете по адресу: 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, 3-й учебный корпус, ауд. 506.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2005г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.229.23

кандидат экономических наук, доцент

С.Б. Сулоева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена обострением экономических, геоэкологических и социальных проблем вследствие увеличения количества производимых и утилизируемых в Российской Федерации твердых бытовых отходов (ТБО), необходимостью поиска и внедрения более совершенных, экологически безопасных, организационно и экономически обоснованных схем утилизации отходов.

Развитие национальной экономики, рост внутреннего валового продукта, совершенствование технологий неизбежно приводит к росту уровня жизни населения, к повышению требований людей к качеству и структуре потребляемых ими продуктов и услуг, планированию своей жизни на среднесрочную и долгосрочную перспективу, росту озабоченности вопросами здоровья и чистоты окружающей среды. Расширение рынка потребительских товаров, рост доходов населения, развитие механизмов потребительского кредитования привели к лавинообразному росту обращения товаров в последние годы. Повышение экологической образованности населения и, как следствие, рост требований к чистоте и экологической безопасности окружающей среды обуславливает необходимость решения геоэкологической и экономической проблемы как комплексной. С 1994 года количество твердых бытовых отходов, приходящихся на одного человека, увеличилось вдвое, что в значительной мере оказывает влияние, как на экономику, так и на геоэкологическую сферу.

Основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды. Техногенные нарушения геологической среды вызывают сложные экологические ситуации: влияют на здоровье людей, наносят ущерб животному и растительному миру, подвергают инженерные сооружения опасности выхода из строя.

Существующая структура утилизации ТБО регулируется и финансируется посредством многоканальной финансовой системы. Она включает бюджеты различных уровней (регионального, местного, в меньшей степени - федерального), частные платежи. Источниками финансирования выступают как непосредственные производители ТБО (домохозяйства и предприятия), так и бюджетные дотации. Бюджет в данном процессе выступает и как механизм перераспределения финансовых потоков, и как источник финансирования.

Проблема утилизации ТБО возложена целиком на плечи региональных и местных управляющих органов. В данном свете крайне важным представляется выработка

механизма, позволяющего правильно интерпретировать ситуацию с утилизацией твердых бытовых отходов в субъекте федерации или регионе на основе сравнительного анализа положения с ТБО в отдельных территориальных образованиях. Широкий спектр характеристик ТБО и способов их утилизации выявляют задачу определения приоритетных объектов и направлений для инвестирования. Создание такого рода общей методики формирования инновационно-инвестиционной программы, позволяющей правильно интерпретировать ситуацию с утилизацией твердых бытовых отходов в выбранном субъекте федерации или регионе, является **основной целью исследования** данной научной работы.

Твердые бытовые отходы определены как значимый источник материальных и энергетических ресурсов для экономики страны, как новый объект для экономического исследования, как основа новой специфической отрасли – переработка отходов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) проведена классификация геоэкологических факторов способов безопасной утилизации и захоронения ТБО;
- 2) детализирован расчет элементов экономического ущерба (включая социо-экологические факторы);
- 3) разработана методика, позволяющая проводить экспресс-оценку ситуации с утилизацией ТБО в регионе – система балльных индексов;
- 4) детализированы элементы инновационно-инвестиционной программы создания системы утилизации ТБО;
- 5) проведена сравнительная оценка влияния различных методов утилизации ТБО на социальную и геоэкологическую среду региона;
- 6) определены основные экономические критерии оценки методов утилизации ТБО;
- 7) описан комплекс мероприятий по работе с населением, призванный способствовать внедрению выбранной схемы утилизации ТБО в регионе.

**Объект исследования:** система обращения с твердыми бытовыми отходами на региональном уровне.

**Предмет исследования:** экономические отношения при разработке и реализации инновационно-инвестиционных программ утилизации твердых бытовых отходов.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в развитии методов экономического анализа применительно к особенностям нового объекта – переработке твердых бытовых отходов за счет разработки согласованного комплекса оценочных показателей, классификационных баз, экономических методик и организационных схем,

составляющих в комплексе методику формирования инновационно-инвестиционной программы утилизации твердых бытовых отходов в регионе.

**Практическая значимость.** Проведенное исследование позволяет сформулировать для глав региональных администраций и руководства районов унифицированную методику проведения сравнительного анализа положения с ТБО, определения оптимальных способов их утилизации, выявления приоритетных объектов и направлений для инвестирования, построения схемы и принципов финансирования различных мероприятий по обращению с ТБО.

**Достоверность научных результатов и основных выводов** подтверждается использованием теоретических положений, изложенных в литературных источниках, анализом фактического материала результатов деятельности региональных систем утилизации ТБО, представительностью использованного статистического материала по полигонам твердых бытовых отходов в Северо-Западном регионе, а также апробацией полученных результатов на научно-практических конференциях.

**Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации,** заключается в самостоятельной разработке методики зонирования территории и потоков твердых бытовых отходов на основе индексирования показателей, разработке и оценке изменения геоэкологических, социальных и экономических показателей вариантов утилизации твердых бытовых отходов, разработке структуры и элементов методики формирования инновационно-инвестиционной программы «Утилизация твердых бытовых отходов».

**Апробация работы.** Основные положения, изложенные в диссертационной работе, представлены и обсуждены на 5-ом Международном Молодежном Экологическом Форуме Стран Балтийского Региона «ЭКОБАЛТИКА 2004», 5-ой Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы, Политехническом Симпозиуме 2004 года «Молодые ученые – промышленности Северо-Западного региона», и в декабре 2004 года – на совместном научном семинаре кафедры «Экономики и менеджмента технологий и материалов» и кафедры «Экологических основ природопользования».

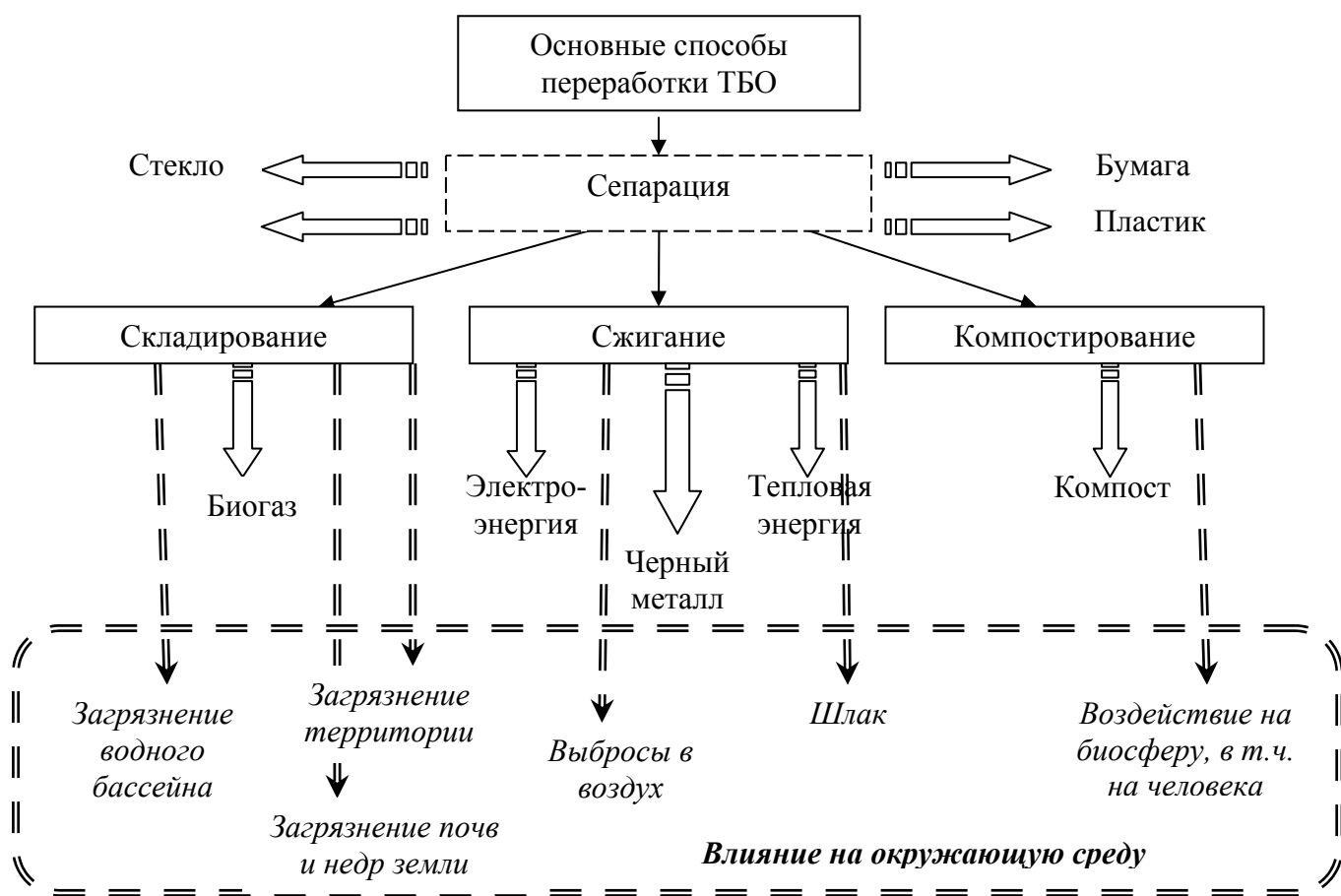
**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 154 страницах машинописного текста, включает 21 таблицу и 19 рисунков. Список использованной литературы содержит 152 наименования.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** сформулирована актуальность работы, показана её практическая значимость, научная новизна, определена цель исследования.

**В первой главе** рассмотрены проблемы современных городов и мегаполисов в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами. На основе анализа мирового опыта показано, что твердые бытовые отходы представляют собой ценные вторичные ресурсы, а переработка твердых бытовых отходов – одно из эффективных направлений энерго- и ресурсосбережения страны. Приведена классификация твердых бытовых отходов по различным признакам. В результате рассмотрения характеристик твердых бытовых отходов представлены их свойства, морфологический, фракционный и химический состав. На основе рассмотрения законодательства в системе обращения с твердыми бытовыми отходами систематизированы основные нормативно-правовые акты Российской Федерации. Рассмотрены современные технологии утилизации твердых бытовых отходов и приведены их классификации. В результате анализа отечественного и мирового опыта использования различных способов утилизации твердых бытовых отходов установлено, что на практике применяются в основном три способа: сжигание, компостирование и складирование на полигонах. Основные способы утилизации ТБО, потоки веществ и энергии, получаемые при реализации данных способов, представлены на рис.1. В России, из-за низких капиталовложений и простоты технологии, наибольшее распространение нашел такой способ утилизации ТБО как складирование. Организация утилизации ТБО допускает два варианта: вывоз отходов в другой регион или переработка отходов в «своем» регионе. В зависимости от состава отходов вывоз сопровождается продажей или компенсацией со стороны региона-поставщика. Развитие систем утилизации твердых бытовых отходов в природоохранной политике западных стран основано на принципах устойчивого развития. Устойчивое развитие предусматривает соответствующие требования к системе обращения с отходами, которые закладываются в экологическое законодательство.

**Во второй главе** проанализированы основные технико-экономические показатели применяемых технологий утилизации твердых бытовых отходов и условия их оптимального применения, рассмотрены варианты совмещения комплекса утилизации твердых бытовых отходов с различными промышленными и бытовыми объектами народного хозяйства, представлена схема потоков твердых бытовых отходов. На основе анализа динамики развития экономики региона и образования твердых бытовых отходов сформированы прогнозируемые изменения в морфологическом составе городских отходов.



**Рис.1. Основные способы утилизации ТБО**

В результате рассмотрения последствий (социальных, экологических, экономических) применения различных технологий утилизации твердых бытовых отходов выделены эколого-экономические показатели выбора методов переработки, систематизированы затраты на основные технологические операции при сборе, вывозе и утилизации твердых бытовых отходов, детализирована методика расчета элементов тарифов на сбор, вывоз и утилизацию (по способам) твердых бытовых отходов. На основе анализа финансовых отношений между участниками системы обращения с твердыми бытовыми отходами в Санкт-Петербурге представлены правила и принципы сложения и распределения финансовых потоков, поддерживающих процесс управления потоками ТБО.

**В третьей главе** разработана общая методика оценки ситуации с ТБО в выбранном регионе и определена общая методика формирования инновационно-инвестиционной программы по обращению ТБО. Математическое описание задачи выбора способа утилизации имеет два варианта: максимизация «экологического дохода» при имеющихся ресурсах и минимизация затрат при заданных экономико-экологических ограничениях:

$$\sum_j x_{ij}^k = x_i^k, i = 1, \dots, k = 1, \dots, N,$$

$$\begin{aligned}
\sum_{ij} a_{ij} x_{ij}^k &< V_k, k = 1, \dots, N, \\
\sum_{ij} S_{ij} x_{ij}^k &< S_k, k = 1, \dots, N, \\
\sum_{k=1}^N \sum_{ij} a_{ij} x_{ij}^k &< V, \\
\sum_{k=1}^N \sum_{ij} S_{ij} x_{ij}^k &< S, \\
\sum_{ij} k_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{k=1}^N \sum_{ij} (F_{ij}^k x_{ij}^k - \sum_m \ddot{o}_m x_{ij}^k f_{ij}^m) &< M_k, k = 1, \dots, N, \\
\sum_{ij} b_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{k=1}^N \sum_{ij} d_{ij}^k x_{ij}^k &\leq B_k, k = 1, \dots, N, \\
\sum_{ij} h_{ij}^s x_{ij}^k + H^0 &\leq H_s^k, s = 1, \dots, k = 1, \dots, N, \\
x_{ij}^k &\geq 0,
\end{aligned}$$

где  $x_i^k$  – прогнозируемое количество отходов  $i$ -го вида, образующееся в периоде  $k$  (характеризуется составом микроэлементов, солями тяжелых металлов, содержанием лома черных и цветных металлов, наличием бумаги (в том числе газетной), стекла, воды, а также удельным объемом и удельной теплоемкостью);  $x_{ij}^k$  – количество  $i$ -го вида отходов, планируемое к переработке по  $j$ -ой схеме в периоде  $k$ ;  $a_{ij}$  – объем (плотность) выбросов после переработки единицы  $i$ -го вида отходов  $j$ -м способом;  $V_k$  – лимит объема в периоде  $k$  (учитывает уплотнение материала со временем и с учетом высыхания, преобразование органики, переработку запасенных ранее отходов);  $S_{ij}$  – площадь выбросов после переработки единицы  $x_{ij}^k$ ;  $S_k$  – лимит площади в периоде;  $V$  – объем полигона;  $N$  – срок плановой заполняемости полигона;  $S$  – площадь полигона;  $k_{ij}^k$  – удельная стоимость утилизации  $i$ -го вида отхода по  $j$ -ой схеме в периоде  $k$ ;  $F_{ij}^k$  – единовременные удельные затраты на организацию объекта утилизации ТБО в периоде  $k$  (с учетом региональной ситуации, климатической зоны);  $M_k$  – допустимые затраты в период  $k$ ;  $b_{ij}^k$  – удельные затраты на организацию сбора;  $d_{ij}^k$  – удельные затраты на необходимое вспомогательное оборудование (контейнеры по видам, автомашины, сборные пункты, промежуточные площадки и т.д.);  $B_k$  – допустимые затраты на организацию сбора и необходимое вспомогательное оборудование;  $c_m$  – цена  $m$ -го вида получаемого продукта;  $f_{ij}^m$  – выход реализуемого продукта вида  $m$  (рециркуляция и получение нового продукта – металл, газ,



топливо и т.д.) с единицы  $x_{ij}^k$  вида отходов;  $h_{ij}^s$  – выброс  $s$ -го вещества в окружающую среду при утилизации  $i$ -го вида отходов  $j$ -м способом;  $H_s^{(k)}$  – предельно допустимая концентрация  $s$ -го вида загрязняющих веществ в окружающей среде в  $k$ -й период;

Оценка определения  $x_{ij}^k$ :

$$J_1(x) = \sum_k \sum_{ij} \sum_m u_m x_{ij}^k f_{ij}^m - \sum_s c_s \sum_k \sum_{ij} h_{ij}^s x_{ij}^k + \sum_s c_s \sum_k \sum_{ij} g_{ij}^s x_{ij}^k + \sum_z r_z \sum_k \sum_{ij} p_{ij}^z x_{ij}^k + \sum_j K_j \Delta(x_{ij}^k)$$

$$J_2 = \sum_j Q_j^0 \Delta(x_{ij}^k) + \sum_k \sum_{ij} k_i x_{ij}^k e_k + \sum_k \sum_{ij} (F_{ij}^k x_{ij}^k - \sum_m u_m x_{ij}^k f_{ij}^m) e_k + \sum_k \sum_{ij} b_{ij}^k x_{ij}^k e_k + \sum_k \sum_{ij} d_{ij}^k x_{ij}^k e_k + \sum_j Q_j^N \Delta(x_{ij}^k) e_N,$$

где  $h_{ij}^s$  – удельный нанесенный ущерб загрязнителем вида  $s$ ;  $g_{ij}^s$  – удельный предотвращенный ущерб (возникающий за счет выпуска продукции из вторичного сырья взамен первичного);  $c_s$  – плата (ущерб) за выброс единицы  $s$ -го загрязнителя;  $p_{ij}^z$  – образование негативных социальной или экологической (животные, растения) группы;  $r_z$  – криминальные и медицинские потери, наносимые социо-экологической единицей;  $K_j$  – системный экологический ущерб по  $j$ -й схеме;  $Q_j^0$  – начальные инвестиции при внедрении  $j$ -й схемы;  $Q_j^N$  – итоговые расходы при рекультивации, утилизации  $j$ -й схемы;  $e_k$  – коэффициент приведения разновременных затрат;  $\Delta$  – единичная функция.

Для экспресс-оценки ситуации с обращением ТБО в регионе используется рейтинговый метод сравнения, основанный на удельных характеристиках субъекта, которые называются индексами.

Индекс 1.  $I_1 = V / W = b \cdot N / W$ , где:  $V$  – объем образования ТБО в год ( $\text{м}^3/\text{год}$ );  $W$  – мощность полигонов субъекта ( $\text{м}^3$ );  $N$  – количество человек;  $b$  – норма накопления ТБО на одного человека в год.

Индекс 2.  $I_2 = V / M = b \cdot N / M$ , где:  $M$  – объем накопленных отходов на данный момент ( $\text{м}^3$ ).

Индекс 3.  $I_3 = S / Z$ , где:  $S$  – общая площадь земель, отведенных под полигоны (га);  $Z$  – площадь субъекта (млн. га).

Индекс 4.  $I_4 = C / Z$ , где:  $C$  – площадь земель, на которых складировются ТБО (га).

Для каждого индекса установлен трехуровневый «коридор» для определения балла. Если значение индекса для конкретного субъекта попадает в установленный уровень

(диапазон), то данному субъекту присваивается соответствующий балл. Сумма баллов по всем индексам определяет рейтинг субъекта, который позволяет провести оперативную оценку относительного положения регионов.

Для экспресс-оценки ситуации мы предлагаем сравнивать каждый из вышеперечисленных индексов  $I_1 - I_4$  для данного конкретного территориального образования со средними значениями этих показателей по региону, в состав которого входит территориальное образование (территориальный округ или страна в целом). Такой анализ, помимо ответа на вопрос о приоритетном регионе для внедрения проектов переработки ТБО, позволит моделировать развитие ситуации с обращением ТБО в регионе, понимать (путем построения аналогий), что станет с регионом, если он увеличит количество производимых ТБО, например, вдвое.

Переход от анализа среза ситуации с обращением ТБО в данном регионе к анализу динамики процесса позволяет провести расчеты и сравнительный анализ экономического, социального и геоэкологического эффекта от использования различных методов утилизации ТБО в данном конкретном регионе. При выработке оптимального для региона процесса утилизации ТБО следует руководствоваться экономическими, экологическими, социальными и геоэкологическими последствиями принятия решения о выборе метода утилизации.

Оценивая динамику развития процесса утилизации ТБО предположим, что в каком-то регионе произведен дополнительный  $1 \text{ м}^3$  отходов. Существует несколько вариантов утилизации этого дополнительного (удельного) количества отходов, при реализации которых удельное (предельное) изменение индексов будет различно. Удобно работать не с абсолютными удельными значениями этих индексов, а с их относительным выражением, выбрав в качестве взвешивающего показателя максимальное абсолютное приростное значение.

При реализации вариантов утилизации дополнительного (удельного) количества отходов удельное (предельное) изменение индексов будет различно. Например, при складировании  $1 \text{ м}^3$  ТБО потребуется площадь в пять раз больше, чем при его сжигании. Значит,  $\Delta I_{\text{сжиг.}}/\Delta I_{\text{скл.}} = 1/5 = 0,2$ . Проведя такого рода расчеты, можно, например, сопоставить методы утилизации по степени загрязнения окружающей среды.

Данные соотношения приростных значений индексов будут меняться в зависимости от химического, морфологического, фракционного состава и будут индивидуальны для каждого региона. Например, чем больше сжигаемых фракций в составе ТБО, тем меньше соотношение  $\Delta I_{\text{сжиг.}}/\Delta I_{\text{скл.}}$  и, следовательно, тем меньше объем утилизации «сжиганием» по сравнению со способом утилизации «складирование» и, следовательно, тем больше

социальный эффект за счет того, что меньше площадей будет занято под их захоронение. В этом случае при принятии решения о выборе метода утилизации ТБО следует придавать приоритет способу «сжигание». Аналогичные рассуждения можно провести с учетом других социальных и геоэкологических индексов.

Учет экономических факторов при обосновании технологии утилизации связан, в первую очередь, с определением категорий затрат. Из множества классификаций издержек для целей настоящего анализа наиболее удобно разделение издержек на условно-постоянные (не зависящие от объема производства, выпуска, переработки ТБО; в нашем случае – в релевантном диапазоне) – Fixed Costs (F) и переменные (пропорциональные или условно-пропорциональные объему выпуска (объему переработки ТБО издержки)) – Variable Costs(V).

В качестве примера можно привести структуру затрат по технологии «складирование».

Постоянные затраты:

- проектирование и сооружение полигона (формирование и подготовка котлована, изолирующих слоев и т. п.);
- стоимость оборудования (основного, вспомогательного) полигона;
- стоимость оборудования предприятий по сбору, подготовке и доставке ТБО;
- эксплуатационные затраты рекультивационного периода (планировка поверхности и устройство гидроизолирующего покрытия, операции по биологической рекультивации, защита объектов биосферы, экологический мониторинг);
- эксплуатационные затраты пострекультивационного периода (операции по восстановлению поверхности полигона, подготовка технологических карт, устройство технических автодорог, амортизационные отчисления, защита биосферы и т. д.);
- прочие постоянные затраты (плата за землю, экологические платежи и т. п.).

Переменные затраты:

- текущие эксплуатационные расходы (операции по укладке ТБО – перемещение, разравнивание, уплотнение; операции по промежуточной изоляции, полировка ТБО в летний период, вспомогательные операции, операции по обеспечению безопасности полигона);
- расходы по накоплению и доставке ТБО от производителя на полигон;
- экологические платежи;
- расходы по компенсации социальных и экологических воздействий;
- прочие переменные и постоянные затраты, связанные со складированием ТБО.

Практически все процессы утилизации ТБО характеризуются не только затратами, но и доходами. Для отражения этой характеристики используется выручка от реализации

вторичных ресурсов (положительный денежный поток: тепло, газ, металлолом, стекло, бумага и т. д.).

Стратегический подход. В выбранном регионе принципиально решается вопрос о выборе метода утилизации на долгосрочную перспективу: строительство завода по сжиганию ТБО, сооружение предприятия по компостированию, строительство полигона для складирования ТБО. В этом случае расчет и сравнительный экономический анализ строится на основании теории дисконтированных денежных потоков: сравниваются приведенные денежные потоки для различных вариантов переработки ТБО. При этом для корректности сравнения необходимо сопоставлять фиксированные количества ТБО.

В общем случае формула чистого приведенного дисконтированного денежного потока (NPV) выглядит следующим образом:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (R_t - T_t) / (1 + r_t)^t > 0 ,$$

где:  $R_t$  – выручка в году  $t$ ;  $T_t$  – общие затраты в году  $t$ ;  $r_t$  – ставка дисконтирования в году  $t$ .

Наиболее выгоден проект с максимальной чистой приведенной стоимостью - NPV.

Тактический подход. Применяется для выбора оптимального метода утилизации ТБО, основываясь на анализе текущей, уже существующей ситуации с утилизацией ТБО в регионе. При этом предполагается, что существующие схемы утилизации ТБО в регионе фиксированы в рассматриваемом периоде (не строятся новые полигоны и заводы по сжиганию и т. п.). Исходя из этих предпосылок очевидно, что все капитальные затраты на сооружение объектов переработки ТБО имеют исторический аспект и не должны приниматься во внимание при выборе оптимального метода утилизации в краткосрочной или среднесрочной перспективе. В этом случае экономически эффективным признается метод, характеризующийся наименьшими предельными затратами (на утилизацию дополнительного  $1\text{ м}^3$  ТБО тратится наименьшее количество средств).

Итоги всех вышеописанных расчетов сводятся в результирующую таблицу 1.

**Табл.1. Оценка изменения геоэкологических, социальных и экономических показателей по вариантам утилизации ТБО**

Варианты утилизации ТБО	Социальные факторы		Геоэкологические факторы	Экономические факторы		
	$\Delta I_1 / \Delta I_{1\text{скл.}}$	$\Delta I_2 / \Delta I_{2\text{скл.}}$	$\Delta I_4 / \Delta I_{4\text{скл.}}$	Cost	Rev	R
Складирование	1	1	1			
Сжигание						
Компостирование						
Сжигание + компостирование						

Решение о выборе того или иного метода принимается исходя из комплексного анализа ситуации: взвешивается относительная значимость каждого индекса, его влияния на ситуацию с обращением с ТБО в целом.

Фактически, уже на этапе выбора конкретной схемы утилизации ТБО в регионе нужно прорабатывать возможную схему финансирования операций с ТБО. При этом важно различать два вида возможных направлений финансирования: инвестиционные вложения в объекты сбора и переработки ТБО и финансирование текущих операций.

Инвестиционные вложения – финансирование строительства новых объектов обращения с ТБО (заводов, полигонов) или капитальная реконструкция уже имеющихся объектов.

Финансирование текущих операций – построение схемы финансового обеспечения деятельности по накоплению, вывозу и переработке (утилизации) ТБО в данном выбранном регионе.

Проработанная схема финансирования процесса обращения ТБО должна предусматривать источники финансирования как инвестиционных вложений, так и обеспечения текущих операций.

Источниками финансирования операций с ТБО могут служить:

- бюджетное финансирование (финансирование из бюджетов различного уровня);
- финансирование за счет производителей ТБО (предприятия, домохозяйства);
- финансирование за счет производителя первичного продукта, содержащего потенциальные ТБО (упаковку, тару и т. п.);
- долгосрочные кредиты и займы;
- самофинансирование отдельных этапов процесса (реализация вторичных материалов, металлолома, тепловой энергии и т. п.).

При финансировании инвестиционных проектов в сфере переработки и утилизации отходов следует использовать источники долгосрочных финансовых средств: либо целевое бюджетное финансирование из бюджетов различного уровня, либо долгосрочные займы и кредиты под гарантии и обеспечение субъекта федерации, в котором предполагается осуществление данного инвестиционного проекта. Так как инвестиции в объекты обращения с ТБО в Российской Федерации носят, как правило, социально-значимый характер и не предполагают полной экономической окупаемости, то необходимо предусмотреть источники и график погашения заемных средств из соответствующих источников (бюджет, внебюджетный фонд и т. д., в зависимости от конкретной схемы организации финансовых потоков).

Текущие операции по обращению ТБО могут также финансироваться из бюджетных средств, за счет средств производителей ТБО (населения и предприятий), а также за счет самофинансирования отдельных этапов.

При разработке схемы финансирования операций с ТБО представляется логичным минимальное (вплоть до полного отказа) привлечение средств из бюджетов всех уровней. Необходима реализация принципа «производитель платит», которая подразумевает разработку и внедрение в субъекте федерации многоступенчатой и многофакторной системы оплаты за производство ТБО предприятиями и домохозяйствами.

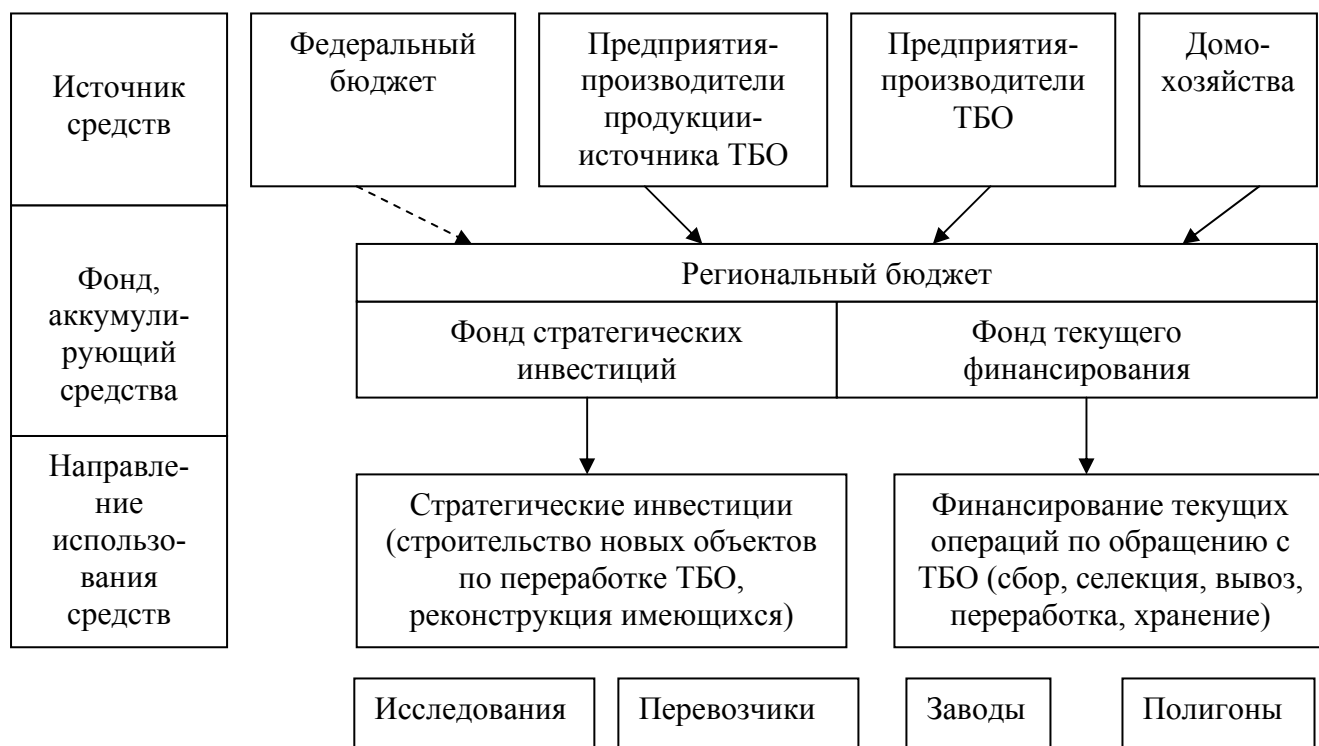
Среди факторов, которые следует учитывать при разработке тарифов на утилизацию ТБО, можно выделить следующие: характер ТБО, класс экологической опасности, степень сепарированности отходов, возможность последующей переработки по имеющимся схемам утилизации.

Помимо непосредственных производителей ТБО (население и предприятия), у которых отходы являются побочным продуктом их деятельности, источником поступления средств на нужды финансирования процессов по утилизации ТБО должны выступать предприятия и организации, производственная и коммерческая деятельность которых является потенциальным источником образования ТБО (упаковка, тара, неиспользуемый остаток и т.п.). Эти предприятия осуществляют ввоз потенциального источника ТБО или производят такую продукцию на территории субъекта. Дополнительным положительным фактором в этом случае оказывается простота контроля поступления средств и четкая взаимосвязь: «объем производства ТБО – объем платежей» по сравнению, например, с выплатами, получаемыми от населения.

Безусловно, для целей нормальной организации процесса обращения ТБО необходим целый комплекс стимулирующих мероприятий, призванный снизить объем производимых отходов, видоизменить их таким образом, чтобы облегчить их последующий сбор и переработку (селекция ТБО) и уменьшить токсичность выбросов. Также следует предусмотреть стимулирующие мероприятия для организаций и предприятий, организующих выпуск продукции таким образом, чтобы обеспечить обращение тары или упаковки своей продукции многократно (например, бутылки).

Схема финансовых потоков, связанных с обращением ТБО, представлена на рис.2. Для организации схемы финансирования необходима проработка и внесение изменений в законодательные нормы субъекта федерации (региона).

Итогом третьей главы и всей работы в целом стало создание поэтапной методики, финансирования процесса обращения ТБО.



**Рис.2. Схема финансовых потоков в сфере обращения ТБО**

В состав инновационно-инвестиционной программы формирования системы утилизации ТБО входит четыре этапа.

**Этап 1. Анализ ситуации с утилизацией ТБО.**

- 1.1. Экспресс-оценка системы утилизации ТБО.
- 1.2. Оценка состояния окружающей среды.
- 1.3. Прогнозирование развития экономики региона.
- 1.4. Оценка и анализ сложившихся потоков сбора и утилизации ТБО.
- 1.5. Оценка климатических особенностей.
- 1.6. Оценка геоэкологических факторов.
- 1.7. Оценка социо-экологических факторов.
- 1.8. Оценка расходов, сопровождающих сбор и утилизацию ТБО.
- 1.9. Прогнозирование утилизационных возможностей окружающей среды.
- 1.10. Описание международного опыта и опыта других регионов.
- 1.11. Описание ТБО как элемента экономики региона.

**Этап 2. Выбор системы технологий для утилизации ТБО.**

- 2.1. Прогнозирование объемов ТБО .
- 2.2. Прогнозирование характеристик ТБО (физических, химических, морфологических, фракционных).
- 2.3. Классификация групп ТБО.

- 2.4. Оценка различных способов утилизации применительно к условиям региона.
- 2.5. Выработка мероприятий, снижающих объем ТБО.
- 2.6. Оценка предотвращаемого экологического ущерба.
- 2.7. Оценка возникающего экологического ущерба, социоэкологических и геоэкологических потерь.
- 2.8. Выбор оптимальной совокупности технологий утилизации.
- 2.9. Экономическая оценка реализации получаемого вторичного ресурса (зола, пластик, металл, компост, стекло, бумага, тепло и др.).
- 2.10. Выработка компенсационных мероприятий по экологическому ущербу.
- 2.11. Экономический анализ внедряемой программы.

### **Этап 3. Подготовка к реализации программы.**

- 3.1. Корректировка законодательной базы.
- 3.2. Выбор инвестиционной схемы.
- 3.3. Проектирование схемы сбора и подготовки ТБО.
- 3.4. Расчет элементов тарифов по этапам схемы утилизации ТБО.
- 3.5. Разработка элементов схемы управления финансовыми потоками в процессе функционирования системы утилизации.
- 3.6. Подготовка населения.
- 3.7. Выбор транспортных потоков сбора и подготовки ТБО.

### **Этап 4. Реализация программы внедрения системы утилизации ТБО**

- 4.1. Разработка долговременного графика основных работ программы утилизации ТБО.
- 4.2. Строительные работы.
- 4.3. Приобретение оборудования для предприятий, обеспечивающих сбор, подготовку, вывоз и утилизацию ТБО.
- 4.4. Создание организаций, обеспечивающих сбор, подготовку и утилизацию ТБО.
- 4.5. Обучение персонала.
- 4.6. Составление типовых договоров между участниками процесса образования и утилизации ТБО.
- 4.7. Монтаж оборудования.
- 4.8. Опытная эксплуатация.
- 4.9. Корректировка программы утилизации ТБО.

**В заключение** работы сформулированы основные выводы, в которых отражены результаты проведенных исследований. **В приложениях** представлены карты Российской Федерации с указанием Федеральных округов и климатических зон с оценкой ситуации обращения с ТБО, а также диаграммы с расчетными значениями индексов.



## **ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

1. Проведён анализ основных характеристик ТБО, методов их переработки и существующей системы обращения с ТБО, и на его основе дана классификация геоэкологических факторов характерных для разных способов утилизации ТБО.

2. Разработаны основные положения методики экспресс-оценки состояния системы обращения с ТБО в регионе – система бальных индексов, учитывающая первоочередные геоэкологические, экономические и социальные последствия утилизации ТБО.

3. Определены экономико-экологические критерии выбора технологий утилизации ТБО и на их основе сформулирована экономико-математическая модель выбора технологии утилизации ТБО, в которой детализирована система ограничений.

4. Построена структура инновационно-инвестиционной программы «Утилизация твердых бытовых отходов», детализированная по элементам и этапам ее реализации.

5. Методика формирования инновационно-инвестиционной программы может быть использована как основа для конкретных федеральных и региональных программ утилизации ТБО, что повышает оперативность и эффективность их реализации.

## **ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Кравченко Д.Б. Разработка концепции системы обращения с отходами на территориях сезонного проживания. В кн. Фундаментальные исследования в технических университетах: Материалы V Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 8-9.06.2001г., с. 235-236.

2. Кравченко Д.Б. Разработка информационно-аналитической системы «Полигоны захоронения твердых бытовых отходов Северо-Запада». Сборник тезисов // V Международный молодежный экологический форум стран Балтийского региона «ЭКОБАЛТИКА 2004». СПб: Изд-во СПбГПУ, 16-18.06.2004г., с. 40.

3. Кравченко Д.Б., Журавлев Д.А. Разработка концепции системы обращения с отходами автотранспортных средств. Сборник тезисов // V Международный молодежный экологический форум стран Балтийского региона «ЭКОБАЛТИКА 2004». СПб: Изд-во СПбГПУ, 16-18.06.2004г., с. 39.

4. Кравченко Д.Б. Экономико-экологическое управление системой утилизации твердых бытовых отходов. Материалы семинаров политехнического симпозиума «Молодые ученые – промышленности Северо-Западного региона». СПб: Изд-во СПбГПУ, 12.2004г., с. 112-113.