

Казначеева А.Г.

аспирантка Волгоградского государственного университета
факультета Управления и региональной экономики,
эколог ФГУ «Войсковая части 52583»
kaznacheeva_ag@mail.ru

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ: СХЕМЫ, ЭКОЛОГИЯ, ЭКОНОМИЯ

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
СХЕМ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Аннотация

В статье представлена методика, позволяющая оценивать различные схемы обращения с отходами. Используются методы математического моделирования этого процесса, подчеркивается необходимость учета экстерналий¹ издержек, связанных с утилизацией отходов производства и потребления.

Ключевые слова: управление отходами, оценка схемы обращения с отходами, экологическая составляющая, затраты на утилизацию отходов

Рациональное и эффективное использование природных ресурсов является важным элементом устойчивого развития. Из всего объема энергоносителей и сырья до потребителя в виде готовой продукции доходит не более 6%, остальное уходит в отходы на разных стадиях технологической цепочки. Принципы экологической доктрины Российской Федерации, касающиеся обращения с отходами, формулируются как сокращение количества образования отходов и повышение уровня их использования и обезвреживания. Данные статистики свидетельствуют о том, что уровень использова-

ния отходов по стране (без учета Москвы и Санкт-Петербурга) равен 2,5%, показатель обезвреживания отходов не превышает 50%.

Очевидно, что существующая система управления отходами не эффективна, кроме того, она не учитывает такие показатели, как потери от недоиспользованного сырья, уровень загрязнения окружающей среды отходами и экономический ущерб от этого загрязнения. В качестве инструмента управления разработана

¹ Экстерналии – внешние по отношению к основному процессу – прим. ред.

методика оценки схем обращения с отходами, учитывающая экологический императив, и тем самым позволяющая выбрать наиболее эффективную схему из допустимых в конкретном случае.

Под схемой обращения с отходами будем понимать набор объектов по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию и размещению отходов, возможным направлениям транспортных потоков, характеристики предприятий (месторасположение предприятия, его производительность, эксплуатационные расходы, доходы, информация о технологических процессах (процент выхода вторичного сырья и отходов)). Для классификации схем обращения с отходами предлагается за основу взять транспортную логистику процесса. Такая классификация удобна и может наглядно продемонстрировать результаты сравнительного анализа, так как компонента транспортных издержек составляет 75-80% в затратах на обращение с отходами.

Методика оценки схем обращения с отходами

1. Общие положения оценки схем обращения с отходами

Оценка схемы обращения с отходами представляет собой оценку затрат на функционирование различных способов мусороудаления с оптимальными транспортными связями и расположением элементов.

2. Элементы схемы, их параметры

Элементы схемы:

– места образования отходов, их месторасположение и производительность;

– существующие и планируемые конечные объекты (объекты захоронения отходов) их месторасположение, производительность, эксплуатационные расходы;

– существующие и планируемые промежуточные объекты (объекты по обезвреживанию, мусороперегрузке, сортировке, переработке), их месторасположение, производительность, выход отходов, эксплуатационные расходы, доходы.

3. Связи между элементами

Возможные направления транспортных потоков отходов (отходы, вторсырье, отходы предприятий сортировки и использования).

4. Выбор мест расположения планируемых объектов (1)

Выбор места размещения предприятия определяется на основе информации об источниках образования отходов, других предприятиях по обращению с отходами и их свойствах. Критерием выбора экономически эффективных мест расположения является положительное решение следующего неравенства:

$$Z_1 - Z_2 > 0, \quad (1)$$

где

Z_1 – эксплуатационные затраты существующей схемы;

Z_2 – эксплуатационные затраты планируемой схемы.

Затраты складываются из транспортных и эксплуатационных расходов специализированных предприятий обращения с отходами.

В свою очередь транспортные расходы зависят линейно от дальности вывоза и затрат на погрузочно-разгрузочные работы:

$$Z_{ij} \equiv a \left(\frac{\text{руб}}{\text{км} \cdot \text{м}^3} \right) x(\text{км}) + b \left(\frac{\text{руб}}{\text{м}^3} \right) + c \left(\frac{\text{руб}}{\text{м}^3} \right), \quad (2)$$

где

a, b – показатели мусороуборочной техники (например, для мусоровоза ГАЗ КО–413: $a - 11,9$ руб./км \times м³, $b - 82,4$ руб./м³).

Общие затраты на вывоз и функционирование специализированного предприятия:

$$Z_{\text{п}} \equiv a \left(\frac{\text{руб}}{\text{км} \cdot \text{м}^3} \right) x (\text{км}) + b \left(\frac{\text{руб}}{\text{м}^3} \right) + c \left(\frac{\text{руб}}{\text{м}^3} \right), \quad (3)$$

где

c (руб/м³) – тариф предприятия по обращению с отходами.

Определение дальности вывоза отходов из мест их образования осложняется большим количеством пунктов сбора отходов. Учитывая то, что они равномерно распределены в городе, для расчета средней дальности вывоза используют коэффициент $2/3$ от радиуса района вывоза, и таким образом определяется центр района сбора.

Для определения центра района сбора (x_c, y_c) используют данные о центрах более мелких s районов и информацию о накоплении отходов V_s в этих районах сбора:

$$x_c = \frac{\sum_{t=1}^K x_t V_t}{\sum_{t=1}^K V_t}, \quad (4) \quad y_c = \frac{\sum_{t=1}^K y_t V_t}{\sum_{t=1}^K V_t}, \quad (4)$$

где

K – количество районов, на которые разбивается исследуемая область для нахождения центра;

t – индекс районов сбора;

(x_t, y_t) – координаты центра t -го района сбора отходов;

V_t – накопление отходов в t -ом районе.

Определенный таким образом центр района целесообразно разместить в точке $(0,0)$ декартовой системы координат.

Перепишем теперь неравенство (1) в виде:

$$a_1 \sqrt{\left(\frac{2}{3}R\right)^2 + s^2 + b_1 + c_1} - a_2 \sqrt{\left(\frac{2}{3}R + x\right)^2 + y^2 - b_2 - c_2} \geq 0, \quad (5)$$

где

s – расстояние от центра района сбора отходов до существующего объекта по обращению с отходами;

(x, y) – координаты планируемого объекта.

Данное неравенство является критерием целесообразности размещения нового предприятия, расположенного в точках (x, y) .

При выборе места строительства мусороперегрузочной станции неравенство (5) будет выглядеть так:

$$a_1 \sqrt{\left(\frac{2}{3}R\right)^2 + s^2 + b_1 + c_1} - a_1 \sqrt{\left(\frac{2}{3}R + x\right)^2 + y^2} - b_1 - c_1 - a_2 \sqrt{(s-x)^2 + y^2} - b_2 - c_2 = \\ = a_1 \left(\sqrt{\left(\frac{2}{3}R\right)^2 + s^2} - \sqrt{\left(\frac{2}{3}R + x\right)^2 + y^2} \right) - a_2 \sqrt{(s-x)^2 + y^2} - b_2 - c_2 \geq 0, \quad (6)$$

где

a_1 – показатель мусоровоза малой вместимости, руб./м³ \times км;

a_2 – показатель мусоровоза малой вместимости, руб./м³;

b_1 – показатель мусоровоза большой вместимости, руб./м³ \times км;

b_2 – показатель мусоровоза большой вместимости, руб./м³;

c_1 – эксплуатационные расходы полигона, руб./м³;

c_2 – эксплуатационные расходы мусороперегрузочной станции, руб./м³;

(x, y) – координаты нового объекта (мусороперегрузочной станции);

s – расстояние от центра района сбора до полигона, км.

Схема утилизации отходов без мусороперегрузки

В дополнение и развитие модели двухэтапного вывоза отходов Академия коммунальных хозяйств им. К.Д. Памфилова определяет вид неравенств для оценки различных вариантов мусороудаления. В соответствии с введенной классификацией схем обращения с отходами, далее рассмотрим «схему с утилизацией», отличную от схемы с мусороперегрузкой. В качестве промежуточной точки может быть любое предприятие по использованию или обезвреживанию отходов, а также их комбинация. Итак, неравенство, графическое изображение которого представляет собой множество точек, область внутри которого является областью экономически эффективного размещения предприятия, выглядит так:

$$a\sqrt{\left(\frac{2}{3}R\right)^2 + s + b + c_1} - a\sqrt{\left(\frac{2}{3}R + x\right)^2 + y^2 + b \pm c_2} - p(a\sqrt{(s-x)^2 + y^2 + b + c_1}) \geq 0, (7)$$

где

c_1 – тариф на размещение отходов на полигоне;

c_2 – доход предприятия по использованию отходов или тариф предприятия по обезвреживанию;

p – процент образования отходов на предприятии по использованию/обезвреживанию.

В данной схеме сравниваются затраты на традиционный способ мусороудаления и затраты на доставку отходов от места сбора

до предприятия использования/обезвреживания плюс расходы на транспортировку до полигона и тариф, пропорциональные количеству отходов, оставшихся неиспользованными после процессов использования и обезвреживания. Коэффициент K увеличения пробега автомобиля при разделении потока отходов на i частей будет определен следующим образом:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n f\left(\frac{V_m}{V_k}\right) \frac{1}{S}}{f\left(\frac{V_m}{V_k}\right)}, (8)$$

где

V_m – вместимость мусоровозов, м³;
 V_k – суммарная вместимость контейнеров на одной площадке сбора отходов, м³;

V_m/V_k – количество площадок, которые необходимо собрать до полного заполнения кузова;

$f(V_m/V_k)$ – функция – целое число от отношения V_m/V_k , округляющая в большую сторону;

S_i – часть выделенного потока отходов, $S_i = \overline{1, n-1}, 1 - \sum_{i=1}^{n-1} S_i$.

Если значение больше l (l – количество площадок сбора отходов в районе сбора), оно принимается равным l .

Тогда неравенство (7) будет записано с учетом коэффициента K увеличивающего затраты на раздельный сбор и вывоз отходов:

$$a\sqrt{\left(\frac{2}{3}R\right)^2 + s + b + c_1} - a\sqrt{\left(K\frac{2}{3}R + x\right)^2 + y^2 + b \pm c_2} - p(a\sqrt{(s-x)^2 + y^2 + b + c_1}) \geq 0, (9)$$

Иллюстрация к предложенной модели

Иллюстрацией к предложенной модели приводится решение задачи о выборе оптимальности расположения мусороперегрузочной станции для района г. Волгоград.



Рис. 1. Линии равного экономического эффекта строительства мусороперегрузочной станции

На рис. 1 (см. выше) фигурой в виде круга обозначена область района сбора отходов. Внешняя линия овала соответствует нулевому экономическому эффекту и внутри нее размещение всегда эффективно. Средняя линия овала – эффект 15 руб./м³, внутренняя –

25 руб./м³. Но размещение внутри линии, соответствующей экономии 25 руб./м³, не всегда возможно и требует дополнительного анализа типа застройки данной территории, так как мусороперегрузочные станции относятся к IV классу опасности промышленных объектов по санитарной классификации и требуют организации санитарно-защитной зоны 100 м (2).

Экологическая поправка

Данная поправка к моделям обращения с отходами вводится с целью учета внешних издержек, то есть издержек, традиционно не включенных (или не полностью включенных) в рыночную цену услуги по переработке и обезвреживанию отходов.

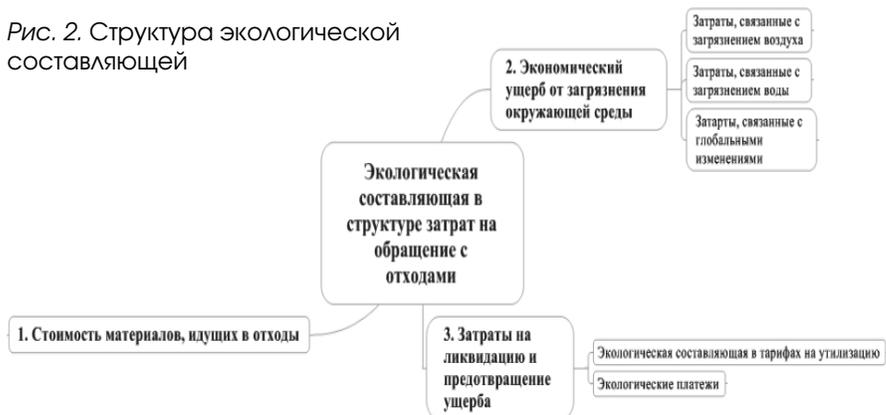
Экологическая составляющая стоимости утилизации отходов (E) равна:

$$E = E_1 + E_2 + E_3, \quad (10)$$

где

E_1 – стоимость материалов, идущих в отходы;

Рис. 2. Структура экологической составляющей



E_2 – экономический ущерб от загрязнения окружающей среды (экстернальные издержки);

E_3 – затраты на ликвидацию и предотвращение ущерба (затраты «конца трубы»).

Структура экологической составляющей представлена следующей схемой (см. рис. 2 на с. 110):

Система управления отходами, опирающаяся на эколого-экономический подход, даст возможность учесть, сделать очевидными и предупредить экономические потери в будущем от нерационального использования природных ресурсов.

Литература

1. Борисов Ю.А. Оптимизация размещения мусороперегрузочных станций при двухэтапном выво-

...КОМПОНЕНТА
транспортных издержек
составляет 75-80%
в затратах
на обращение
с ОТХОДАМИ

зе твердых бытовых отходов. – М.: ОНТИ АКХ, 1982.

2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

рп

Kaznacheeva A.G.

Post-graduate student, Volgograd State University,

Department of Management and Regional Economics,

Ecologist of FSA «Voiskovaya Chast 52583» (Army Unit 52583)

Ecological and Economic Assessment of Waste Management Schemes

Abstract

The article presents a methodology for assessing various schemes of waste management. The author uses the methods of mathematical modeling of this process and stresses the need to incorporate external costs associated with recycling production and consumption wastes.

Keywords: waste management, assessment scheme of waste management, environmental component, costs of wastes recycling