
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ВЫВОЗА ТБО В СОВРЕМЕННЫХ КРУПНЫХ ГОРОДАХ

В.Б. Алексеенко, Н.Ю. Сопилко

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 117923

С.М. Лисицкая, В.А. Герасименко

Украинский химико-технологический университет
пр. Гагарина, 8, Днепрпетровск, Украина, 49005

Проблема сбора твердых бытовых отходов (ТБО) в крупных городах носит комплексный характер. Рассматриваются направления по управлению ТБО с целью оптимизации. Для оценки конкурентоспособности приводятся результаты исследования в данной области и универсальная методика расчета эколого-экономической эффективности использования нового промышленного товара — евроконтейнеров для вывоза ТБО (евростандарт EN-840) на примере микрорайона Черемушки г. Москвы. Показана интегральная оценка эколого-экономической эффективности предлагаемого промышленного товара.

В современных условиях хозяйствования экологические факторы оказывают непосредственное влияние на интегральную оценку конкурентоспособности промышленных товаров. Они обеспечивают дополнительные конкурентные преимущества и при этом подчиняются принципам регулирования.

Деятельность человека неотъемлемо связана с образованием и накоплением твердых бытовых отходов (ТБО), проблема утилизации которых носит комплексный характер. Управление санитарной очисткой и уборкой современного города должно развиваться на основе прогнозирования решений по сбору, транспортировке и дальнейшей утилизации ТБО с учетом социального, экономического и экологического факторов.

К экологическим факторам, влияющим на санитарно-экологическую безопасность населения, относятся:

- санитарное состояние мест временного складирования отходов (контейнеры-мусоросборники, контейнерные площадки);
- техническое состояние транспорта, используемого на перевозке отходов, уровень токсичности выхлопных газов;
- санитарное состояние мест утилизации ТБО.

Снижение вредного воздействия на окружающую среду в процессе сбора и транспортировки бытовых отходов является многоплановой задачей в управлении хозяйственной деятельностью. Следует отметить, что организация вывоза ТБО — один из основных разделов интегральной системы управления утилизацией твердых отходов.

Согласно данным экологической программы г. Москвы [1] средний прирост объемов образования городских отходов на протяжении 10—15 лет устойчиво составляет 3—4% в год, причем ежегодно в столице образуется порядка 22 млн т отходов.

В целях оптимизации управления отходами бытового и производственного характера Департаментом имущества г. Москвы определены приоритетные направления, среди которых:

— развитие инфраструктуры отрасли по сбору и транспортировке твердых отходов;

— создание городских целевых программ повышения эффективности управления санитарной очистки г. Москвы от ТБО, увеличение мощности действующих и проектируемых объектов до максимально допустимой по техническим, экономическим и экологическим критериям.

Для вывоза ТБО в настоящее время используются контейнеры-накопители старого образца средней грузоподъемности, назначением которых является сбор, хранение и предотвращение негативного воздействия отходов на природную среду. Современные контейнеры, мусоросборники должны соответствовать следующим требованиям: обеспечивать максимальную изоляцию ТБО, иметь более длительный срок хранения, мобильность, удобства в обслуживании, эстетичный внешний вид и другие «мягкие» и «жесткие» характеристики.

Для работы с такими контейнерами требуются специализированные автомашины с высокой производительностью, оснащенные мощными уплотняющими (прессующими) устройствами, совершенными системами фильтров и автоматики.

Известно, что работа автомашин, вывозящих твердые отходы, сопровождается выбросом в окружающую среду выхлопных газов, содержащих токсичные соединения, таких как монооксид углерода (СО), твердые частицы (С или сажа), бенз(а)пирен, оксид серы (SO₂), оксиды азота (NO, NO₂, NO_x), углеводороды (C_nH_m), озон и др. [2; 5]. Эти вещества загрязняют воздух, воду, почву и живые организмы [2; 3].

В этом аспекте необходимо введение эколого-экономического фактора в интегральную оценку конкурентоспособности и эффективного подхода к организации сбора и транспортировки ТБО.

Для сбора ТБО мы предлагаем использовать оцинкованные евроконтейнеры емкостью 1,1 м³ (евростандарт EN-840); из стали, с полимерным напылением, с обрезиненными колесами, со специальным отводом для отделения жидкой фракции (с повышением доли сухих отходов). Срок службы таких контейнеров по сравнению с применяемыми в настоящее время металлическими контейнерами емкостью 0,8 м³ без колес, которые служат до 4 лет, составляет 10—15 лет, что непосредственно является конкурентным преимуществом. Стоимость предлагаемых контейнеров составляет 13,3—13,8 тыс. руб. [1] (контейнеры вместимостью 0,8 м³ стоят в 2,3—2,4 раза меньше).

Под существующие и предлагаемые евроконтейнеры используются имеющиеся в наличии автомашины-мусоровозы марки МКМ-35 с фронтальной загрузкой, имеющие грузоподъемность (7,2 т), с подпрессовочными устройствами (коэффициент уплотнения 4).

Рассмотрим в качестве примера преимущества организации сбора и вывоза ТБО с участием нового промышленного товара для одного из микрорайонов юго-западного административного округа (ЮЗАО) г. Москвы. Данная методика может быть использована и для других районов.

Согласно данным префектуры ЮЗАО [4], в микрорайоне Черемушки, где постоянно вводятся в эксплуатацию новые многоэтажные здания, население за последние 5 лет выросло до 70 723 человек. Хотя по данным Департамента имущества г. Москвы на одного жителя столицы установлен нормативный показатель накопления ТБО, который составляет по тарифу на одного человека 1,45 м³ в год, прослеживается постоянная тенденция роста количества ТБО.

Для эколого-экономической оценки эффективности организации вывоза ТБО мы предлагаем алгоритм определения расчетных показателей, характеризующих возможность повышения эффективности в системе управления санитарной очисткой районов ЮЗАО.

В предлагаемой методике использовались следующие исходные данные:

- евроконтейнеры емкостью 1,1 м³, которыми предлагается заменить используемые контейнеры вместимостью 0,8 м³;
- мусоровозы МКМ-35 грузоподъемностью 7,2 т для выгрузки ТБО из существующих и евроконтейнеров;
- время на загрузку мусоровоза из 1 контейнера независимо от типа составляет в среднем 6 мин. [4];
- расход дизельного топлива для автомашин МКМ-35 [7]:
 - груженной — 25 л/100 км (при средней скорости движения мусоровоза — 40 км/ч расход топлива составляет 10 л/ч), на холостом ходу — на 10% меньше — 9 л/ч);
- норма накопления ТБО на одного жителя г. Москвы составляет 1,45 м³ — 272 кг (плотность 187,6 кг/м³) [1];
- количество существующих в микрорайоне контейнеров емкостью 0,8 м³, ежедневно вывозимых машинами МКМ-35, составляет (N_c) — 363 шт. [4];
- вместимость контейнера емкостью 0,8 м³ составляет 150,1 кг (b_c);
- вместимость евроконтейнера емкостью 1,1 м³ составляет 206,4 кг (b_n);
- количество существующих контейнеров (0,8 м³), опорожняемых в машину МКМ-35 (K_c) — 48 шт. [4].

Алгоритм расчета эколого-экономической эффективности использования евроконтейнеров представлен ниже.

1. Расчет общего количества вывозимых ежедневно ТБО (M_o), кг:

$$M_o = N_c \cdot b_c,$$
$$M_o = 363 \cdot 150,1 = 54\,486,3 \text{ кг.}$$

2. Расчет требуемого количества предлагаемых евроконтейнеров емкостью 1,1 м³, шт.:

$$N_n = M_o / b_n$$
$$N_n = 54\,486,3 / 206,4 = 264 \text{ шт.}$$

3. Расчет количества транспортных ходок (X) мусоровоза МКМ-3: для существующего варианта:

$$X_c = N_c / K_c$$
$$X_c = 363 / 48 = 7,56; \text{ принимаем } 8 \text{ ходок,}$$

для предлагаемого варианта:

$$X_{\Pi} = N_{\Pi} / K_{\Pi},$$

где K_{Π} — количество предлагаемых контейнеров (1,1 м³), опорожняемых в машину МКМ-35:

$$K_{\Pi} = 7200 / 206,4 = 35 \text{ шт.}$$

$$X_c = 264 / 35 = 7,54; \text{ принимаем } 8 \text{ ходок.}$$

4. Расчет временного фактора — затрат времени на загрузку ТБО (одного и того же количества) в микрорайоне в сутки

для существующего варианта:

$$\tau_{\text{загр. с}} = K_c \cdot \tau_{\text{загр}} \cdot X_c,$$

где $\tau_{\text{загр}}$ — время загрузки и уплотнения ТБО одного контейнера емкостью 0,8 м³,

$$\tau_{\text{загр. с}} = 48 \cdot 6 \cdot 8 = 2304 \text{ мин.} = 38,4 \text{ ч;}$$

для предлагаемого варианта:

$$\tau_{\text{загр. п}} = K_{\Pi} \cdot \tau_{\text{загр}} \cdot X_{\Pi},$$

где $\tau_{\text{загр}}$ — время загрузки и уплотнения ТБО 1-го контейнера емкостью 0,8 м³;

$$\tau_{\text{загр. с}} = 35 \cdot 6 \cdot 8 = 1680 \text{ мин.} = 28 \text{ час.}$$

5. Расчет среднесуточного расхода дизельного топлива (Q) машиной типа МКМ-35 при среднем расходе на холостом ходу, 9 л/ч:

для существующего варианта:

$$Q_c = q_{\text{хх}} \cdot \tau_{\text{загр. с}}$$

где $q_{\text{хх}}$ — расход дизельного топлива на холостом ходу, л/ч,

$$Q_c = 9 \cdot 38,4 = 345,6 \text{ л} = 0,3456 \text{ м}^3,$$

для предлагаемого варианта:

$$Q_{\Pi} = 9 \cdot 28 = 252 \text{ л} = 0,252 \text{ м}^3.$$

6. Расчет среднесуточного валового выброса (B) отработанных газов при сборе ТБО, кг:

для существующего варианта:

$$B_c = Q_{\text{загр. с}} \cdot \rho \cdot d,$$

где ρ — плотность дизтоплива, 930 кг/м³ [6]; d — удельный выброс отработанных газов, 24 кг/кг топлива [2];

$$B_c = 0,3456 \cdot 930 \cdot 24 = 7713,8 \text{ кг}$$

для предлагаемого варианта:

$$B_{\Pi} = Q_{\text{загр. п}} \cdot \rho \cdot d$$

$$B_c = 0,2520 \cdot 930 \cdot 24 = 5624,6 \text{ кг.}$$

7. Расчет среднесуточной стоимости (C) дизтоплива на сбор ТБО в микрорайоне, руб.

для существующего варианта:

$$C_c = \Pi \cdot Q_{\text{загр. с}}$$

где C — средняя цена 1 л дизтоплива в г. Москве на март 2008 г., 20,5 руб.,
 $C_c = 20,5 \cdot 345,6 = 7084,8$ руб.

для предлагаемого варианта:

$$C_{\Pi} = C \cdot Q_{\text{загр. п}}$$

$$C_{\Pi} = 20,5 \cdot 252 = 5166,0 \text{ руб.}$$

8. Сравнительный анализ полученных расчетных результатов представлен в итоговой таблице, характеризующей эколого-экономическую эффективность использования евроконтейнеров повышенной вместимости (евростандарт EN-840) для вывоза ТБО (табл. 1).

Таблица 1

Итоговые данные, характеризующие эколого-экономическую эффективность использования евроконтейнеров повышенной вместимости для вывоза ТБО

Показатель	Эколого-экономическая эффективность от использования контейнеров		
	емкостью 0,8 м ³	емкостью 1,1 м ³	экономия
1. Общее количество вывозимых ежедневно ТБО, кг	54 486,3	54 486,3	—
2. Количество в микрорайоне, шт.	363	264	99
3. Количество транспортных ходок	8	8	—
4. Затраты времени на загрузку ТБО в микрорайоне в сутки, час	38,4	28	10,4
5. Суточный расход топлива, л	345,6	252	93,6
6. Среднесуточный валовый выброс отработанных газов при сборе ТБО, кг	7 713,8	5 624,6	2 089,2
7. Среднесуточная стоимость дизтоплива на сбор ТБО в микрорайоне, руб.	7 084,8	5 166,0	1 918,8

Более наглядно результаты можно представить в виде функциональной схемы на рисунке.

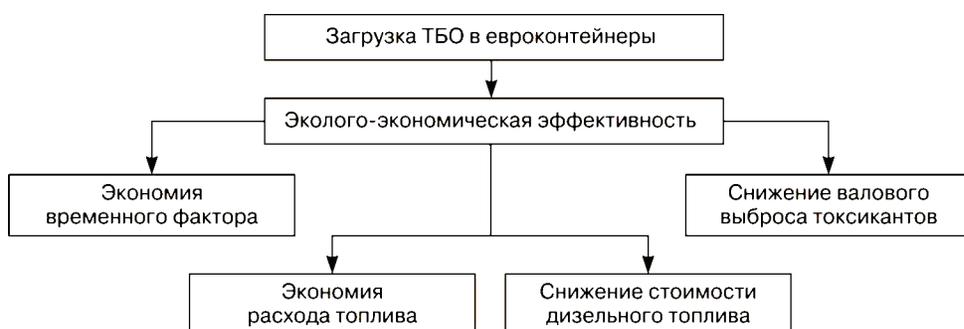


Рис. Схема, характеризующая интегральную эколого-экономическую эффективность использования евроконтейнеров для вывоза ТБО

Согласно приведенным расчетам, при использовании для вывоза ТБО контейнеров нового образца автомашинами марки «МКМ-35» возможно снижение расхода дизельного топлива и соответственно выброса продуктов его сгорания (экзогенных органических загрязнителей) непосредственно около жилых зданий.

Установлено [3], что в составе отработанных газов основная масса токсичных соединений приходится на долю полициклических ароматических углеводородов, являющихся сильнодействующими канцерогенными веществами (индикатором канцерогенной активности ПАУ считается бенз(а)пирен). Содержащийся также в выбросах монооксид углерода (угарный газ) является кровяным ядом, необратимо образует с гемоглобином крови соединение в 200 раз более прочное, чем кислород. Находящиеся в составе отработанных газов оксиды азота (NO, NO₂), попадая в организм человека, соединяются с влагой, образуя азотную и азотистую кислоту, разрушающие клетки легких. Кроме того, оксиды азота и серы не только поражают слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, но и являются «виновниками» кислотных дождей. Входящий в состав тех же выхлопных газов озон (компонент фотохимического смога) нарушает функции сосудистой системы, он является токсичным даже для растительных организмов, разрушает хлорофилл, способствует снижению количества кальция и магния в листьях [3; 5].

Твердые частицы — сажа — оказывают на организм человека прямое и косвенное воздействие: *прямое* — она откладывается в легких, вызывая пневмокозии и онкозаболевания за счет сорбции бенз(а)пирена; *косвенное*: происходит ухудшение прозрачности атмосферы за счет снижения интенсивности УФ-лучей, что приводит к увеличению численности патогенной микрофлоры; отмечается, что в крупных городах на 25% меньше поступает УФ-лучей, чем в сельской местности, а резкое снижение поступления УФ-лучей может вызывать у жителей городов, D-авитаминоз, ухудшение обмена веществ, усталость, зрительное напряжение и т.д. [5]. Поэтому любое снижение валового выброса вышеперечисленных веществ будет содействовать улучшению санитарно-гигиенической обстановки в жилых районах мегаполиса.

В статье представлен универсальный алгоритм расчета эколого-экономической эффективности использования нового промышленного товара — евроконтейнеров повышенной вместимости для вывоза ТБО (евростандарт EN-840) для микрорайона Черемушки г. Москвы.

Показана интегральная эколого-экономическая эффективность нововведенного товара, включающая следующие факторы:

- экономия времени на вывоз одного и того же количества ТБО (10,4 ч/сут);
- снижение расхода дизельного топлива и его постоянно растущей стоимости на 27%;
- снижение в 1,4 раза выброса отработанных газов, содержащих опасные для живых организмов вещества, способные накапливаться в объектах окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Постановление Правительства Москвы от 28 марта 2006 г. № 219-ПП «О целевой среднесрочной экологической программе г. Москвы на 2006—2008 годы».

- [2] *Кораблева А.И., Чесанов Л.Г., Шапарь А.Г.* Введение в экологическую токсикологию. — Днепропетровск: Центр экономического образования, 2001.
- [3] *Павлова Е.И., Буралев Ю.В.* Экология транспорта: Учеб. пособие. — М.: Транспорт, 1998.
- [4] Отчетная информация по проблеме сбора мусора (ТБО) в микрорайоне Черемушки г. Москвы (ГУП ДЕЗ Черемушкинского района 01.2008 г.).
- [5] *Кораблева А.И.* Влияние автотранспорта на окружающую среду (на примере г. Днепропетровска) // Конструктивная экология и бизнес. — 1999. — № 1—2 (3—4). — С. 19—21.
- [6] Товарные нефтепродукты, свойства и применение: Справочник. Изд-е 2-е, перераб. и доп. / Под ред. В.М. Школьников. — М.: Химия, 1978.
- [7] *Полупан А.А.* Обращение с отходами: от снижения затрат к получению прибыли // Твердые бытовые отходы. — 2007. — № 5. — С. 8—13.

ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF SDW GATHERING ORGANIZATION IN MODERN CITIES

V.B. Alexeenko, N.U. Sopilko

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 117923

S.M. Lisitskaya, V.A. Gerasimenko

Ukrainian State Chemical Technological University
Gagarina pr., 8, Dnepropetrovsk, Ukraine, 49005

In the article the authors analyze the problem of SDW gathering in cities. This problem has several aspects, including social, economic and ecological ones. The authors research different ways of SDW management to make the process of gathering better. To assess competitive ability the authors offer the results of research in this field and universal methods of ecological-economic effectiveness estimation of a new industrial good, European container for SDW gathering, using (European standard EN-840) in Cheryomushky district of Moscow. The authors demonstrate a complex assessment of ecological-economic effectiveness of the offered industrial good.