

В.Ю. Кориневская, к.г.н., Т.П. Шанина, к.х.н.
Одесский государственный экологический университет

ОТХОДЫ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РЕСУРС И ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Представлены эколого-экономические аспекты использования ресурсного потенциала компонентов муниципальных отходов, эффективная утилизация которых снижает негативное воздействие на окружающую природную среду, а также позволяет получить ряд товарных продуктов – биогаз, компост, производственное сырьё. Приведен ряд примеров возможной утилизации компонентов отходов городских систем.

Ключевые слова: *муниципальные отходы, вторичные материальные ресурсы, утилизация, компост, биогаз.*

Постановка проблемы в общем виде и её связь с важными научными и практическими задачами.

Одной из актуальных проблем современности является рост количества отходов в окружающей природной среде (ОПС). Минимизация экологических последствий, связанных с размещением всё большего количества отходов, становится одной из важнейших природоохранных задач, требующей решения на всех уровнях государственного управления. Поток разнообразных отходов является конечным результатом функционирования городских систем и одним из направлений антропогенного воздействия на ОПС. В тоже время город может выступать потребителем ресурсоценных компонентов отходов. Всё это обуславливает необходимость рассмотрения городских отходов с двух противоположных позиций: как источника загрязнения компонентов ОПС и материального ресурса.

Анализ последних исследований и публикаций. Обзор результатов различных исследований, посвящённых проблеме городских отходов, указывает на то, что данному направлению уделяется значительное внимание учёных и муниципальных служб. Так, выполнены оценки ресурсного потенциала и разработаны методы утилизации отдельных компонентов отходов [1, 2], исследовано воздействие объектов удаления (полигоны, свалки) и ликвидации (мусоросжигающие заводы) на компоненты ОПС [3]. Однако интересным представляется объединение результатов различных исследований под общей темой – отходы города как источник загрязнения и потенциальный ресурс.

Изложение основного материала исследования.

Особенности городских систем как источника образования отходов заключаются в следующем:

- а) потоки отходов направлены из системы, т.е. конечное загрязнение отходами происходит за пределами урбанизированной территории;
- б) городские отходы представлены отходами производства и потребления;
- в) возможно использование части отходов в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР).

Третья компенсационная особенность позволяет снизить выходящий поток отходов или обусловить эмиссию отходов в городскую систему, т.е. привносить отходы из окружающих систем (это могут быть другие города, места удаления отходов, промышленные предприятия, расположенные за пределами городской черты).

Таким образом, городские системы берут на себя управленческие функции в общегосударственной системе управления и обращения с отходами. Кроме того, города

являются объектами внедрения систем эффективного обращения с отходами различных уровней – от отдельных предприятий или территориальных объединений до общегородского уровня.

Одним из методов решения проблемы минимизации количества отходов населённых пунктов является внедрение Концепции обращения с твёрдыми муниципальными отходами, разработанной в Одесском государственном экологическом университете. Данная концепция основана на реализации принципа «нулевых отходов», суть которого состоит в максимально возможном использовании компонентов муниципальных отходов. Для этого необходимо дифференцировать поток образующихся муниципальных отходов по следующим составляющим:

- 1) легко разлагающаяся органическая составляющая твёрдых бытовых отходов (ТБО);
- 2) инертные минеральные крупногабаритные отходы;
- 3) стабилизированные потенциальные вторичные материальные ресурсы (ВМР);
- 4) опасные отходы.

Дифференциация общего потока ТБО по указанным четырём потокам проводится на начальной стадии жизненного цикла ТБО [4, 5].

Для оценки ресурсного потенциала ТБО важным является определение среднего процентного содержания компонентов в составе рассматриваемых потоков. По А.П. Скрипнику [6], выделяются два типа морфологического состава ТБО городов:

- 1) морфологический состав ТБО мегаполисов (города с населением более 1 млн. чел, относящиеся к «крупнейшим»);
- 2) морфологический состав ТБО остальных городов (населенные пункты с населением от 10 до 1000 тыс. чел., относящиеся к «малым», «средним», «большим», «крупным» городам).

По данным Государственного комитета статистики, в городах с населением от 10 до 1000 тыс. чел. проживает 72 % населения. На долю данной категории приходится 80 % от всего количества городов. Поэтому особый интерес представляет рассмотрение именно второго типа морфологического состава ТБО.

На основании исследований морфологического состава ТБО ряда городов Украины, проведенных А.П. Скрипником, нами определено содержание отдельных компонентов в составе четырёх потоков ТБО для городов с населением от 10 до 1000 тыс. чел. (табл. 1). Определение морфологического состава проводилось для таких городов как Киев, Харьков, Донецк, Мариуполь, Макеевка, Симферополь, Чернигов, Черновцы, Ровно, Краматорск, Славянск, Евпатория, Енакиево, Ялта, Снежное.

Как видно из табл. 1, в морфологической структуре муниципальных отходов Украины преобладает легко разлагающаяся органическая фракция пищевых и садово-парковых отходов. Удельная часть потока потенциальных ВМР в составе ТБО городов с населением от 10 до 1000 тыс. чел. выше, по сравнению со средними данными для городов Украины, что позволяет обозначить данную группу населённых пунктов как перспективные для внедрения технологий по утилизации полезных компонентов ТБО. Позитивным для таких городов является и то, что опасных отходов в них образуется меньше, чем в среднем по Украине.

Размещение общей массы отходов на свалках и полигонах, которые являются существенным источником техногенной нагрузки на ОПС, приводит к следующим основным негативным воздействиям:

- 1) образование и эмиссия биогаза как источника «парниковых» газов и причины возгорания свалок и полигонов;
- 2) образование фильтрата и последующее загрязнение подземных и поверхностных вод;
- 3) изъятие территориальных и земельных ресурсов под свалки и полигоны.

Рассмотрение отходов городских систем как ресурса предполагает реализацию такой системы обращения с ними, внедрение которой максимально сохранит ресурсную ценность отдельных компонентов отходов. В табл. 2 представлены преимущества утилизации стабилизированных компонентов ТБО как с точки зрения получения товарной продукции, так и с позиций снижения негативного воздействия на ОПС.

Таблица 1 – Состав, среднее процентное содержание потоков твёрдых бытовых отходов

Группы ТБО по дифференциации составляющих	Компоненты в составе группы	Среднее содержание компонентов в ТБО городов, %	
		Украины	городов с населением от 10 до 1000 тыс. чел.
Легко разлагающаяся органическая фракция	Пищевые и садово-парковые отходы	40,02	31,49
	Отсев	22,78	24,13
	Дерево	1,19	2,72
	Всего	63,99	58,34
Инертные минеральные крупногабаритные отходы	Строительный мусор, камни, кости	9,74	7,60
	Всего	9,74	7,60
Потенциальные ВМР	Стекло	6,93	7,81
	Бумага	6,37	8,81
	Упаковка полимерная	6,00	8,54
	Упаковка многослойная	0,89	0,42
	Металл	1,99	2,73
	Текстиль	2,33	2,95
	Кожа и резина	1,07	2,24
	Всего	25,58	33,51
Опасные	Всего	0,67	0,55
Итого		100,0	100,00

Использование городских отходов как ресурса предполагает проведение предварительной экономической оценки целесообразности их переработки и использования, которая основана на определении соотношения между затратами и полученной выгодой. Довольно часто под полученной выгодой подразумевают только получение конечного продукта, однако, в эту категорию необходимо относить и полученный природоохранный эффект.

Природоохранный эффект от утилизации компонентов отходов городских систем включает в себя:

- снижение экологических платежей за размещение отходов и нанесение ущерба ОПС;
- невовлечение дополнительных территорий для удаления отходов;

- снижение затрат на ликвидацию вторичного загрязнения компонентов ОПС, источником которого является полигон или свалка.

Не затрагивая расходы на организацию процесса утилизации компонентов ТБО, можно оценить полезный эффект от рассмотрения отходов как ресурса. При этом необходимо учитывать два основных момента: природоохранный эффект и стоимость полученного продукта.

Некоторые аспекты рассмотрения городских отходов как ресурса и источника загрязнения ОПС представлены на примере г. Белгород-Днестровский (Одесская обл.).

В г. Белгород-Днестровский осуществляется общий сбор ТБО в металлические или пластмассовые баки, расположенные одиночно или группами на территории города. Эксплуатацию системы сбора и вывоза ТБО на полигон осуществляет ОАО «Автотранссервис». Вывоз отходов осуществляется мусоровозами различной вместимости (от 5 до 12 м³), а также самосвалами для вывоза крупногабаритных отходов.

Таблица 2 – Утилизация некоторых компонентов твёрдых бытовых отходов

Компонент ТБО	Целевой продукт	Полезный эффект
Пищевые отходы	компост, биогаз	снижение выбросов биогаза в атмосферу. Целевое использование органической фракции позволит улучшить санитарную обстановку на полигонах ТБО. Получение ликвидной продукции.
Стекло	стеклоблоки, стеклопакеты, стекловата	снижение объема ТБО. Снижение энергозатрат при получении целевой продукции при переработке ВМР.
Металлолом	металлы и их сплавы	
Макулатура	бумага и картон	использование бумажных отходов взамен древесного сырья уменьшает использование воды на 60%, энергии - на 40%, при этом загрязнение воздуха снижается на 74%, воды - на 35%
Полимерная тара и упаковка	полиэтилен, гранулят	снижение количества стойких к деструкции отходов.
Резина	резиновый полуфабрикат, волокна	
Ветошь	технический картон, войлочные изделия	снижение объема удаляемых отходов

Весь объем собранных ТБО вывозится на полигон, расположенный 1,5 км от с. Абрикосовое. Эксплуатацией полигона занимается ПО «Экология». Площадь полигона – 10 га, расчётный срок эксплуатации – 15-20 лет. На полигоне существует система сбора фильтрата, слои удаляемых отходов пересыпаются глиной.

Используя данные о процентном содержании (или предполагаемых объемах отдельных компонентов ТБО) (табл. 1), можно рассчитать, на сколько снизится общий объем удаляемых ТБО при внедрении эффективной системы обращения с ТБО и частичной утилизации отбираемых компонентов. На настоящий момент ликвидными

считаются такие компоненты ТБО как макулатура, металл и пластик. Если на первом этапе внедрения предлагаемого метода обращения с ТБО утилизировать органическую составляющую и инертные минеральные крупногабаритные отходы, а также использовать в качестве ВМР макулатуру, металл и пластик, то количество ТБО, которое подвергнется удалению, составит 13,43 %: утилизации подвергаются 86,02 % ТБО, а 0,55% – опасные отходы – передаются на обезвреживание.

В 2006 г. на территории города было собрано и вывезено на полигон 78,6 тыс. м³ ТБО (что при средней плотности отходов 0,21 т/м³ [2], эквивалентно массе 16506 т).

Как видно из табл. 1, основная часть общего потока ТБО представлена легко разлагающейся органической фракцией. Одним из перспективных методов утилизации данного потока является анаэробная ферментация с последующим компостированием получаемых отходов [7, 8]. Схема материального баланса рассматриваемых процессов представлена на рис. 1.

Органические отходы, которые легко разлагаются, направляют на анаэробную ферментацию (1-й этап технологического процесса), в результате которого получают два ликвидных целевых продукта – биогаз и твердый продукт ферментации (органическое удобрение). При необходимости минимизировать массу полученного твердого продукта ферментации, его направляют на аэробное компостирование (2-й этап технологического процесса), в результате которого получают один ликвидный целевой продукт – компост.

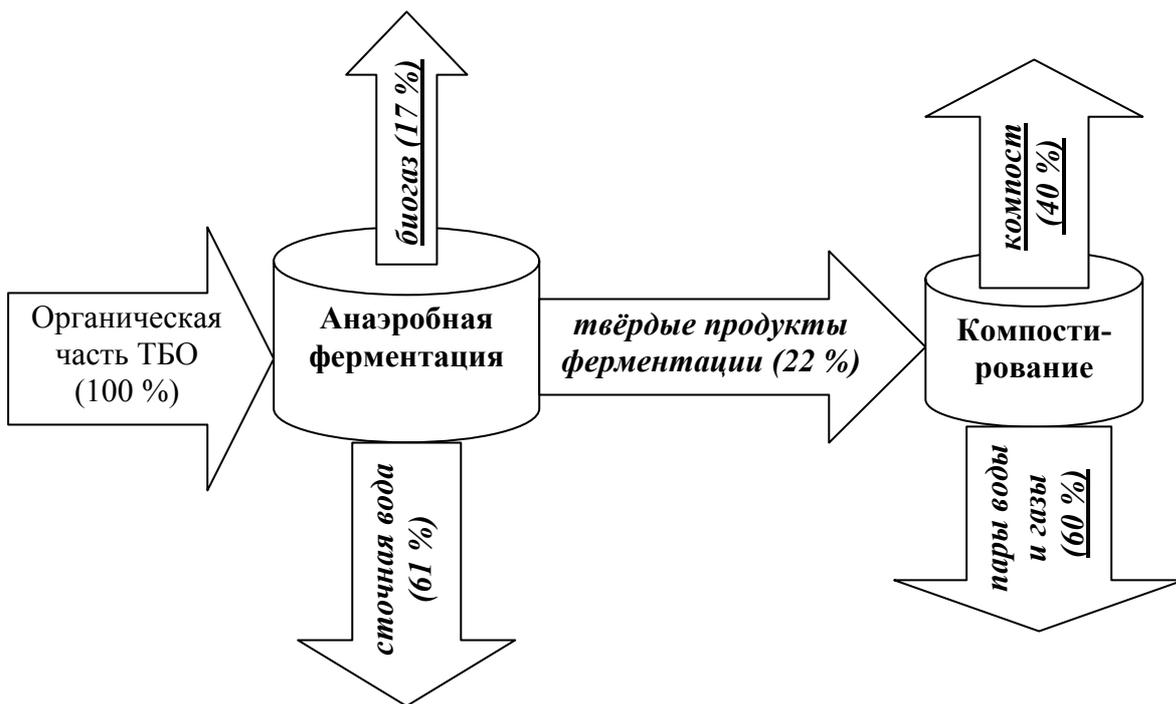


Рис. 1 – Материальный баланс процесса утилизации потока легко разлагающейся органической части ТБО.

Преимуществом предложенного способа утилизации органических компонентов ТБО, является комплексность (возможность общей переработки нескольких видов органических отходов), качество полученных целевых продуктов (отсутствие опасных, токсичных и нежелательных компонентов), их ликвидность,

снижение действия на окружающую среду, которая делается при захоронении указанных отходов на городских полигонах ТБО.

В результате применения данной технологии возможно получение ликвидных товарных продуктов – биогаза (17 %) и компоста (9 %). Данная технология предусматривает возможность утилизации избыточного ила с очистных сооружений города. Образующийся биогаз может быть трансформирован в электрическую и тепловую энергию и использован для работы перерабатывающих установок.

Масса сырья для проведения анаэробной ферментации отходов г. Белгород-Днестровский составляет 5197,7 т. В условиях г. Белгород-Днестровский на совместное анаэробное сбраживание может быть перенаправлен поток избыточного ила с очистных сооружений города. Масса осадка, который образуется на очистных сооружениях, составляет 210 т. Следовательно, в результате процесса анаэробной ферментации с последующим компостированием общей массы отходов, равной 5407,7 т, возможно получение 766 тыс. м³ биогаза, 487 т компоста. Учитывая, что 1 м³ биогаза обладает теплотворной способностью в 21 МДж, количество тепла, которое можно получить при сжигании 766 тыс. м³ биогаза, составит 16086 ГДж, что эквивалентно теплоте, образующейся при сжигании 110 т каменного угля. При средней цене за 1 т каменного угля, которая составляет 350 грн., экономия от замены его на биогаз составит 38500 грн. Положительным эффектом в результате организации сбора биогаза является минимизация поступления «парниковых» газов в атмосферный воздух, а также продуктов возможного горения массы отходов, источником возгорания которых может стать биогаз.

Так как средняя цена за 1 т компоста составляет 550 грн., то реализация образующейся массы компоста позволит получить 267,85 тыс. грн. Естественно, что это не чистая прибыль, а возможная выручка от реализации полученного товарного продукта.

Также доход можно получить от реализации таких компонентов отходов, как металлолом, макулатура, стеклобой, ветошь и резина, полученных в результате сортировки стабилизированной смеси потенциальных ВМР. Если предположить, что количество образующейся макулатуры в г. Белгород-Днестровский составит 1,5 тыс. т (табл. 1), то выручка от реализации такого ресурса составит 450 тыс. грн. (цена закупки 1 т макулатуры – 300 грн.).

Дополнительным источником экономии средств городского совета станет уменьшение количества удаляемых ТБО за счёт извлечения из потока ВМР, а, следовательно, и платы за размещение оставшейся части на полигоне.

Безусловно, рассмотренные выше примеры полезного использования компонентов ТБО и их денежная оценка весьма условны. Так, нами не учитываются затраты на организацию сбора и технологических процессов утилизации, которые существенно снизят предполагаемую прибыль. Но, как говорится, «любая свалка ТБО наносит ущерб в тоннах, гектарах, рублях, и всякое действие по снижению этого ущерба по идее должно было бы приветствоваться».

В общегородскую систему обращения с отходами должны быть вовлечены государственные учреждения и промышленные предприятия из-за возможности внедрения принципа дифференциации потоков отходов для последующей совместной утилизации с компонентами городских ТБО. В 2006 г. на промышленных предприятиях г. Белгород-Днестровский образовалось около 1600 т ТБО, что делает их перспективными для внедрения раздельного сбора с последующей утилизацией отдельных компонентов. Образующиеся на предприятиях отходы производства могут быть утилизированы совместно с разделёнными фракциями ТБО. Например, отходы древесины, опилки (ОАО «Винконцерн»), металлолом, строительные отходы, бумага и

упаковка (ОАО «БДПаляница»), зерновые отходы (ОАО «Комбинат хлебопродуктов») и т.д. Среди промышленных предприятий города нами выделены наиболее крупные «производители» ТБО (90 % в общей массе ТБО промышленных предприятий города) – ОАО «Гемопласт», ООО «Исток», ОАО «Комбинат хлебопродуктов», Морской торговый порт, ОАО «БДПаляница». Отходы предприятий пищевой промышленности могут быть перенаправлены и утилизированы совместно с органической составляющей ТБО (табл. 3).

Таблица 3 – Отходы предприятий пищевой промышленности г. Белгород-Днестровский, которые могут быть утилизированы совместно с потоком легко разлагающейся органической фракции муниципальных отходов (2006 г.)

Предприятие	ООО «БДПаляница»	ОАО «Комбинат хлебопродуктов»	ООО «Исток»
Сфера деятельности	производство хлеба и хлебобулочных изделий	переработка зерновых культур и производство комбикормов и муки	переработка рыбы и производство консерв и пресерв
Целевые компоненты промышленных отходов	ТБО, испорченное сырьё, бракованная продукция	ТБО, зерновые отходы	ТБО, отходы рыбы, бракованная продукция
Масса, т	61,45	1247,5	326,8

Если общую массу рассматриваемого потока отходов (1635,75 т) перенаправить для утилизации (например, для производства компоста), то это позволит указанным предприятиям снизить плату за размещение отходов. Согласно «Інструкції про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища» [9], в 2006 г. норматив платы за размещение 1 т отходов IV класса опасности составил 0,3 грн., с учётом коэффициента 2,373 – 0,71 грн. за 1 т. Экономия предприятий на сборе могла составить 3484,14 грн. Это не говоря уже о том, что такое «идеальное» сырьё можно не просто передать для утилизации, а ещё и выгодно реализовать как высококачественное сырьё для производства компоста.

В качестве простого примера получения материальной выгоды от передачи на утилизацию некоторых компонентов производственных отходов можно рассмотреть следующий. На ОАО «БДПаляница» образовалось 3,25 т бумаги и упаковки. Передача такого отхода на утилизацию позволит получить 975 грн., а также снизить плату за размещение на 6,93 грн. Очевидно, что такая «экономия» не стимулирует промышленные предприятия к эффективному обращению с производственными отходами. Кроме того, требование к неразмещению на полигонах отходов, которые могут быть утилизированы, практически не выполняется.

Кроме платы за размещение отходов, предприятия также могут нести расходы на оплату ущерба, который наносится земельным ресурсам в результате загрязнения и засорения отходами (расчёт проводится согласно «Методиці визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства» [10]).

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Таким образом, отходы городских систем могут рассматриваться как потенциальные ВМР. Помимо ТБО, в систему обращения с муниципальными отходами

должны вовлекаться компоненты промышленных отходов и осадки с очистных сооружений. Эффективное использование компонентов отходов позволит получить такие продукты как биогаз и компост, а также заменить первичные материальные ресурсы в ряде технологических процессов. Экономическим стимулом в создании и внедрении эффективной системы обращения с муниципальными отходами является получение прибыли от реализации товарной продукции, получаемой из отходов, а также снижение размеров экологических платежей – как на уровне отдельных предприятий, так и на общегородском уровне.

Список литературы

1. P. Vesilind, J. Peirce, R. Weiner. Environmental engineering. – Newton, 1994. – P. 628.
2. *Технологические основы* промышленной переработки отходов мегаполиса /А.В. Гриценко, Н.П. Горох, Н.В. Внукова и др. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.
3. *Decision maker's guide to solid waste management: land disposal* // Philip R. O'Leary, Patrick W. Walsh, Robert K. Ham, Sherrie G. Gruder. – Copenhagen: EEA, 2004. – P. 66.
4. *Управление качеством* окружающей среды в контексте решения проблемы твёрдых бытовых отходов / Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П., Кориневская В.Ю., Скрипник А.П. // I Всеукраїнський з'їзд екологів. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – С.16.
5. Сафранов Т.А. Губанова О.Р., Шанина Т.П. Альтернативний варіант регіональної стратегії поводження з твердими побутовими відходами // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2007. – № 2 (24) (червень). – С. 37–40.
6. Скрипник А.П. Анализ морфологического состава твёрдых бытовых отходов Украины как составляющая подхода к решению проблемы отходов // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2007. – Вип. 4. – С. 78–85.
7. *Передовой муниципальный опыт* в сфере менеджмента отходов: анаэробная ферментация (http://www.umweltbundesamt.de/best-practice-mwm/data_ru/ADI.pdf).
8. *Передовой муниципальный опыт* в сфере менеджмента отходов: компостирование отходов (http://www.anpm.ro/ghid/data_ru/COM.pdf).
9. *Інструкція про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища: за станом на 5 листопада 2004 р.* / Мінприроди України, ДПА України (<http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0544-99>).
10. *Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства: за станом на 4 квітня 2004 р.* / Мінприроди України (<http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0285-98>).

Відходи міських систем як потенціальний ресурс та джерело забруднення навколишнього природного середовища. Кориневська В.Ю., Шанина Т.П.

Представлені еколого-економічні аспекти використання ресурсного потенціалу компонентів міських відходів, ефективна утилізація яких знижує негативну дію на навколишнє природне середовище, а також дозволяє отримати ряд товарних продуктів – биогаз, компост, виробничу сировину. Приведений ряд прикладів можливої утилізації компонентів відходів міських систем.

Ключові слова: відходи, вторинні матеріальні ресурси, утилізація, компост, биогаз.

City systems' waste as the potencial resouce and the source of environmental pollution.

Korinevskaya V., Shanina T.

The environmental and economic aspects of city systems' waste components resource potential use are presented, effective utilization of which reduces the negative affecting natural environment, and also allows to get the bank of commodity products – landfill gas, compost, production feed. The bank of examples of city systems' waste components possible utilization is resulted.

Keywords: waste, second financial resources, utilization, compost, landfill gas.