

А.М.Айткулов, Я.Ю.Соколенко

*Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова  
(E-mail: slipknot\_fan\_666@mail.ru)*

## **Анализ выгод и затрат реализации комплексного управления твердыми бытовыми отходами на территории Карагандинской области**

В статье рассматривается анализ выгод и затрат реализации комплексного управления твердыми бытовыми отходами (ТБО) на территории Карагандинской области. В процессе хранения ТБО на полигонах происходит разложение органической части отходов. При этом выделяется биогаз, содержащий два главных компонента — углекислый газ и метан. Метан имеет потенциал создания парникового эффекта, который пагубно влияет на окружающую среду. При реализации предусматривается применение лучших доступных технологий в отрасли управления отходами для того, чтобы свести к минимуму возможные экологические последствия действия объектов инфраструктуры отходного хозяйства. Целью применения данных технологий, описанных в статье, является уменьшение пропорции отходов, которые должны быть захоронены на полигоне, и обеспечение максимально возможного с экономической точки зрения возврата материала в виде вторичного сырья в экономический оборот. Это и является главным фактором смягчения влияния на окружающую среду экономической деятельности населения и предприятий.

*Ключевые слова:* твердые бытовые отходы, ERU — Emmission Reduciton Unit, загрязнение окружающей среды, биогаз, мониторинг.

Проведенный экономический анализ в рамках управления ТБО акцентирует внимание на экологическом и социальном аспектах. Вследствие проведения этого анализа можно сделать следующие выводы по поводу влияний на окружающую и социальную среду [1].

Создание современных систем обслуживания бытовых отходов обуславливает прямой и косвенный позитивный эффект, в том числе:

- обеспечивается охрана окружающей среды (рекультивируются свалки, исключается загрязнение новых территорий и грунтовых вод, улучшается качество воздуха, что позитивно влияет на здоровье населения и качество среды обитания будущих поколений);
- за счет использования принципа оплаты услуг «загрязняющий платит» стимулируется внедрение в производство экологически чистых и дружественных окружающей среде технологий;
- вторичная переработка отсортированных отходов сокращает потребности в первичных ресурсах;
- создаются дополнительные рабочие места, что позитивно влияет на трудовую занятость населения в агломерации проекта;
- обеспечиваются дополнительные налоговые поступления в бюджеты всех уровней (налоги на заработную плату, корпоративный подоходный налог, налог на недвижимость, на природные ресурсы);
- освоение инвестиций вызывает мультипликативный эффект в народном хозяйстве, когда добавленная стоимость создается не только строительными компаниями (первичный цикл), но и активизируется деятельность смежных отраслей и других секторов экономики;
- внедрение системы управления отходами позволит снизить количество парниковых газов, в частности метана, выпущенных в атмосферу. Таким образом, уменьшается влияние экономической деятельности человечества на изменения глобального климата, что является несомненной экологической выгодой;
- указанные выше меры по уменьшению количества выделяемых из полигонов ТБО в атмосферу парниковых газов могут дать возможность РК, как участнице Киотского протокола, принять меры по управлению квотами выбросов парниковых газов для получения экономической выгоды [1; 2].

В процессе хранения ТБО на полигонах происходит разложение органической части отходов. При этом выделяется биогаз, содержащий два главных компонента — углекислый газ и метан. Примерное процентное соотношение 50:50, которое зависит от ряда факторов хранения ТБО и может отличаться и меняться во время эксплуатации полигона. Оба газа являются парниковыми и, соответственно, дейст-

вия по управлению эмиссиями этих газов являются предметом Киотского протокола. Метан, согласно организованным ООН исследованиям, имеет потенциал создания парникового эффекта, превышающий потенциал углекислого газа, в зависимости от рассматриваемого периода влияния, — от 6,5 до 56 раз [3]. Для периода 20 лет источник ссылки даёт величину этого коэффициента 56.

Единицей измерения эмиссий в контексте протокола Киото является Единица Уменьшения Эмиссий (ERU — Emmision Reduciton Unit), что представляет одну тонну углекислого газа и что фактически является товаром межгосударственных торгов [4].

Согласно источникам информации цены на ERU меняются и в 2011 г. были на среднем уровне 12 EUR/ERU (табл.). Соответственно, исходя из этих данных, а также данных на ожидаемые объёмы биогаза, выделяющегося в полигонах ТБО, возможно рассчитать примерный потенциальный экономический эффект, который можно получить, сжигая метан и, таким образом, снижая парниковый эффект и проводя продажу квот ERU (табл.).

Т а б л и ц а

**Ожидаемые объёмы метана, выделяемые полигонами ТБО, и потенциальная ценность квот единиц измерения выбросов**

Общий объём метана, произведённого в 2016–2030 гг., т [9]	CO <sub>2</sub> эквивалент 20 лет	Цена ERU, EUR	Потенциальный доход, EUR
19545	56	12	€ 13 134 240,00

Данные в таблице приведены только для иллюстрации масштаба экономической выгоды и не должны использоваться для планирования финансовых средств.

*Общие положения по смягчению, управлению и мониторингу*

При реализации предусматривается применение лучших доступных технологий в отрасли управления отходами для того, чтобы свести к минимуму возможные экологические последствия действия объектов инфраструктуры отходного хозяйства [5].

Целью применения технологий, описанных в данной статье, является уменьшение пропорции отходов, которые подлежат захоронению на полигоне, и обеспечение максимально возможного с экономической точки зрения возврата материала в виде вторичного сырья в экономический оборот. Это и является главным фактором смягчения влияния на окружающую среду экономической деятельности населения и предприятий.

В местах расположения объектов инфраструктуры управления отходами для уменьшения возможных рисков загрязнения окружающей среды и смягчения воздействия предусмотрены конкретные инженерно-технические решения и меры, которые являются общепринятыми.

«Жизненный» цикл полигона для захоронения отходов условно можно разделить на две фазы:

- эксплуатационная фаза;
- закрытие, рекультивация и последующий мониторинг.

В эксплуатационной фазе возможно выделить следующие компоненты окружающей среды, на которые возможно влияние от эксплуатации полигона:

- почва;
- подземные воды;
- атмосферный воздух.

Инженерно-техническими решениями, предусмотренными для защиты почвы и подземных вод от возможного загрязнения, являются обеспечение полигона композитным, водонепроницаемым основанием. Согласно требованиям директивы ЕС 1999/31/ЕС основание полигона состоит из нескольких слоёв материала.

Директива рекомендует располагать полигоны ТБО в местах, где геологический барьер обеспечивает защищённость подземных вод структурой, имеющей следующие характеристики:

- мощность слоя — не менее 1 м;
- $K_{\phi} \leq 10^{-9}$  м/с.

В случае отсутствия природных условий, обеспечивающих указанную выше степень защиты грунта и подземных вод, допускается создание искусственного барьера, обеспечивающего аналогичную степень защиты.

На рисунке 1 даётся пример поперечного сечения основания полигона.

Подобным образом проектируется слой рекультивации на поверхности полигона при его закрытии. Согласно требованиям директивы ЕС 1999/31/ЕС компетентный орган по охране окружающей среды анализирует все риски, связанные с размещёнными на полигоне отходами, с целью предотвратить формирование фильтрата после закрытия полигона. По итогам анализа он может принять решение и потребовать создание изолирующего слоя на поверхности закрываемого полигона.

Директива даёт рекомендации по проектированию такого слоя, который состоит из следующих элементов, в порядке очереди сверху вниз:

- слой плодородной почвы;
- дренажный слой;
- минеральный водонепроницаемый слой;
- изолирующий слой синтетического материала (обычно HDPE  $\geq 2$  мм) при необходимости;
- газопроницаемый слой.

На рисунке 2 приведён вариант конструкции поверхностного слоя.



Рисунок 1. Конструкция основания полигона

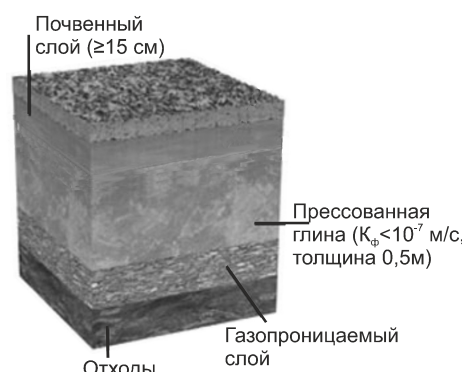
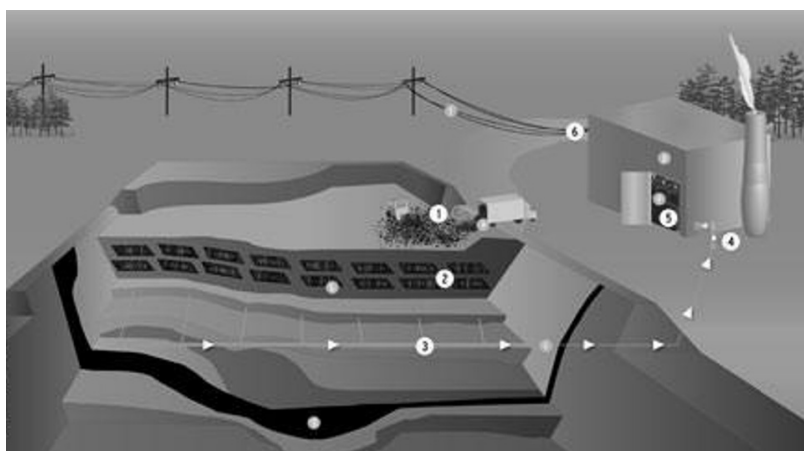


Рисунок 2. Пример конструкции покрывающего слоя полигона

Для уменьшения влияния полигонного газа, способствующего развитию парникового эффекта, в проекте нужно предусмотреть систему сбора и утилизации этого газа. Система состоит из трубопроводов, уложенных в объём захороненных на полигоне отходов, насосной станции и элемента энергетической утилизации биогаза (котельная, электрогенератор или факел) (рис. 3–5).



- 1 — захоронение отходов на полигоне; 2 — отходы, расположенные на полигоне;  
 3 — система трубопроводов сбора газа; 4 — устройство очистки газа;  
 5 — устройство утилизации газа (ТЭС); 6 — подача электроэнергии в общую сеть

Рисунок 3. Пример схемы системы сбора и утилизации полигонного газа



Рисунок 4. Закладка горизонтального коллектора полигонного газа



Рисунок 5. Пример факела для сжигания полигонного газа

Для предотвращения выноса ветром лёгкой фракции отходов из хранилища предусматривается постройка забора по периметру объекта, а также регулярное покрытие размещённых в хранилище отходов слоем грунта.

Важным инструментом для уменьшения возможного неблагоприятного влияния на окружающую среду является мониторинг. Целью мониторинга является своевременная констатация несоответствий в режиме эксплуатации полигона, а также возможных повреждений элементов, обеспечивающих минимизацию влияния на окружающую среду.

Главными объектами мониторинговой программы для полигона ТБО, как в фазе эксплуатации, так и после закрытия, являются:

- почва;
- подземные воды (уровень и загрязнение);
- атмосферный воздух;
- фильтрат и сточные воды полигона;
- оседание частей полигона и возможные обвалы.

Оператором полигона должна быть разработана и внедрена детальная программа мониторинга, указывающая режим снятия проб и компоненты загрязнения, контроль которых должен проводиться по каждому объекту мониторинга. Программа должна быть согласована с компетентным органом по охране окружающей среды. Программа мониторинга, согласно требованиям директивы ЕС 1999/31/ЕС, должна быть частью документации разрешения на действие полигона ТБО.

#### *Выводы и рекомендации*

Проведенные исследования по оценке экологического и социального воздействия позволяют сделать выводы.

– Основная цель проектирования современной системы управления отходами — выбрать наилучшие комбинационные технологические решения и создать прогрессивную (в соответствии с тенденциями развития мировой практики) модель управления ТБО — снижение количества захороняемых отходов за счет их вовлечения в сортировку, переработку и утилизацию с наименьшими затратами и экологическим риском. Таким образом, обеспечение уменьшения объёма захороняемых в полигоне отходов уменьшает неблагоприятное влияние на окружающую среду и, соответственно, даёт положительный эффект в социально-экономической сфере, так как позволяет возратить в экономический оборот значительное количество вторичного сырья.

– Одним из основных негативных воздействий полигонов ТБО на состояние атмосферного воздуха являются выбросы биогаза. Предусмотреть создание горизонтальной системы сбора биогаза и установку необходимого оборудования для утилизации биогаза, что позволит значительно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

– Использование современных гидроизоляционных материалов для изоляции ячеек захоронения отходов позволит сократить до минимума возможность попадания загрязняющих веществ в почвенный покров и подземные воды.

– На этапе эксплуатации новых полигонов ТБО в ОИ предусмотрена организация системы экологического мониторинга для наблюдения за всеми компонентами окружающей среды, включая подземные воды.

– Предварительный анализ воздействий позволяет сделать вывод, что при штатном режиме работы намечаемая деятельность по строительству и эксплуатации новой системы управления отходами не окажет значимого негативного воздействия на компоненты окружающей среды и поэтому допустима по экологическим соображениям.

– Комплексная утилизация будет иметь социально-экономическое значение для регионов Карагандинской области в плане увеличения занятости и роста доходов населения, а также повышения уровня знаний в области экологии и новых технологий в области обращения с ТБО. Кроме того, реализация проектов позволит увеличить инвестиции в экономику региона, значительно повысит доходную часть областного, городского бюджетов.

– Введение системы сбора и утилизации полигонного газа и проведение соответствующих мероприятий, согласно Киотскому протоколу, могут дать возможность Республике Казахстан, как участнику этого международного правового акта, экономическую выгоду при продаже эмиссионных квот или использовании этих квот для развития других отраслей экономики.

#### Список литературы

- 1 Экологический кодекс РК // [ЭП]. Режим доступа: [online.zakon.kz/Document/?doc\\_id30085593](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id30085593)
- 2 Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления // [ЭП]. Режим доступа: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000291>

3 СНРК 1.04-15-2002 Полигоны для твердых бытовых отходов // [ЭР]. Режим доступа: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000291>

4 Об утверждении перечней отходов для размещения на полигонах различных классов // [ЭР]. Режим доступа: [http://unfccc.int/ghg\\_data/items/3825.php](http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php).

5 Порядок нормирования объемов образования и размещения отходов производства 03.1.0.3.01-96 // [ЭР]. Режим доступа: [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=1030389](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1030389)

А.М.Айтқұлов, Я.Ю.Соколенко

## **Қарағанды облысы территориясындағы қатты тұрмыстық қалдықтар шығындарының кешенді бағытталуы мен тиімділігі сараптамасының жүзеге асырылуы**

Мақалада Қарағанды облысы аумағында қатты тұрмыстық қоқыстар (ҚТҚ) кешендік басқаруын жүзеге асыру шығындар мен шығару талдауы арқылы қарастырылған. ҚТҚ сақтау барысында жердің беткі қабатында қоқыстың органикалық бөлімінде шіру пайда болады. Осының әсерінен құрамында маңызды екі компоненті бар биогаз бөлінеді: метан мен көмірқышқыл газы. Метан булану эффекті бар болғандықтан, қоршаған ортаға зиянын тигізеді. Жүзеге асыру барысында қоқысты игеру басқармасында тиімді технологиялар қолдану арқылы қоршаған ортаға мейлінше аз зиян келтіру қарастырылды. Авторлар көрсетілген технологияның қолдану мақсаты — жер бетіндегі шашылған немесе жерге көмілетін қоқыстардың азайтылуы және экономикалық көзқарастан материалдардың шикізат ретінде экономикалық айналымға қайтарылуы екендігін баса айтады. Себебі осы қоршаған ортаға маңызды және тұрғынды жердің экономикалық жағдайын көтеруге себепші болып табылады.

A.M.Aitkulov, Ya.Yu.Sokolenko

## **Cost Benefit Analysis of actualizing of the comprehensive solid waste management (municipal solid waste) in Karaganda region**

This article discusses how the analysis of benefits and costs of the implementation of integrated management of municipal solid waste (MSW) in Karaganda region. During storage of solid waste in landfills the organic portion of the waste is decomposing. During this reaction comprising biogas consist of two main components — carbon dioxide and methane. Methane has the potential the greenhouse effect, which harmful affects the environment. During the implementation, MSW provides use of the best available technologies in the waste sector, in order to minimize the potential environmental impacts of existing infrastructure facilities for waste management. The purpose of application of these techniques described in the article, is to reduce the proportion of waste that must be buried at the site, and ensuring the highest possible, from an economic point of view, the return of the material as a secondary raw materials into the economic cycle. This is the main factor of mitigation of the influence on the environment and economic activities of the population and enterprises.

### References

- 1 *The Environmental Code of the Republic of Kazakhstan*, [online.zakon.kz/Document/?doc\\_id30085593](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id30085593)
- 2 *Sanitary requirements for the collection, use, use, processing, transportation, storage and disposal of production and consumption*, <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000291>
- 3 *ECAM 1.04-15-2002 Landfills for municipal solid waste*, <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000291>
- 4 *Approval of the lists of wastes in landfills to accommodate different classes*, [http://unfccc.int/ghg\\_data/items/3825.php](http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php)
- 5 *The order volume normalization of education and the production of waste disposal*, [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=1030389](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1030389)