



Methane to Markets

Опыт реализации проектов по сбору биогаза
на полигонах ТБО Украины в рамках
реализации программы «Метан на рынок»

Матвеев Ю.Б.

**Агентство по возобновляемой энергетике / НТЦ Биомасса
Москва, 26 мая 2009 года**

Варианты утилизации биогаза из ТБО

	<p>Газовые двигатели</p>		<p>Газовые турбины</p>		<p>Паровые турбины</p>
	<p>Комбинированный цикл</p>		<p>Микро-турбины</p>		<p>Топливные элементы</p>
	<p>Совместное производство тепла и э/э</p>		<p>Выработка тепла</p>		<p>Печи для обжига</p>
	<p>Испарение фильтрата</p>		<p>Обогащение до качества ПГ</p>		<p>Топливо для транспорта</p>

Количество установок утилизации биогаза из ТБО

Тип	Количество
Газовые двигатели	581
Выработка тепла	277
Совместное производство тепла и э/э	187
Газовые турбины	39
Испарение фильтрата	17
Печи для обжига	14
Обогащение до качества ПГ	13
Паровые турбины	11
Комбинированный цикл	7
Микротурбины	3
Топливо для транспортных средств	2
Топливные элементы	1
Всего	1152

Украинские полигоны и свалки ТБО

Размер города Тыс. человек	Количество	Общее население	
		Чел.	%
50-100	56	3 950 000	8.2
100-200	17	2 220 000	4.6
200-500	22	6 450 000	13.4
500-1000	6	4 980 000	10.4
> 1000	5	7 670 000	16.0
Total	106	25 270 000	52.6

Потенциал биогаза из ТБО в Украине

- Количество городов с населением более 100 тыс. человек – 50
- В городах образует 40 млн. м³ ТБО (10 млн. тонн) ежегодно
- Более чем 90% ТБО попадает на полигоны и свалки. Общее количество санкционированных полигонов и свалок – около 700
- Примерно 140 из них пригодны для сбора и утилизации биогаза
- 90 самых крупных полигонов содержат 30% от общего количества ТБО
- Потенциал биогаза для энергетического использования, достигает 400 млн м³/год (300 000 т у. т)

Полигон ТБО в г. Алушта и Ялта (Проект Совместного Осуществления)



Сжигание биогаза в факеле, август 2008
(Гафса/С6 Capital/ НТЦ Биомасса)

Варианты исследований

- Предварительные исследования
- Черновицкий полигон ТБО
Кратковременный насосный тест
- Мариупольский полигон ТБО
Продолжительный насосный тест
- Ровенский полигон ТБО
Ограниченная система сбора биогаза и сжигания на факеле
- Результаты/выводы

Украинские полигоны ТБО

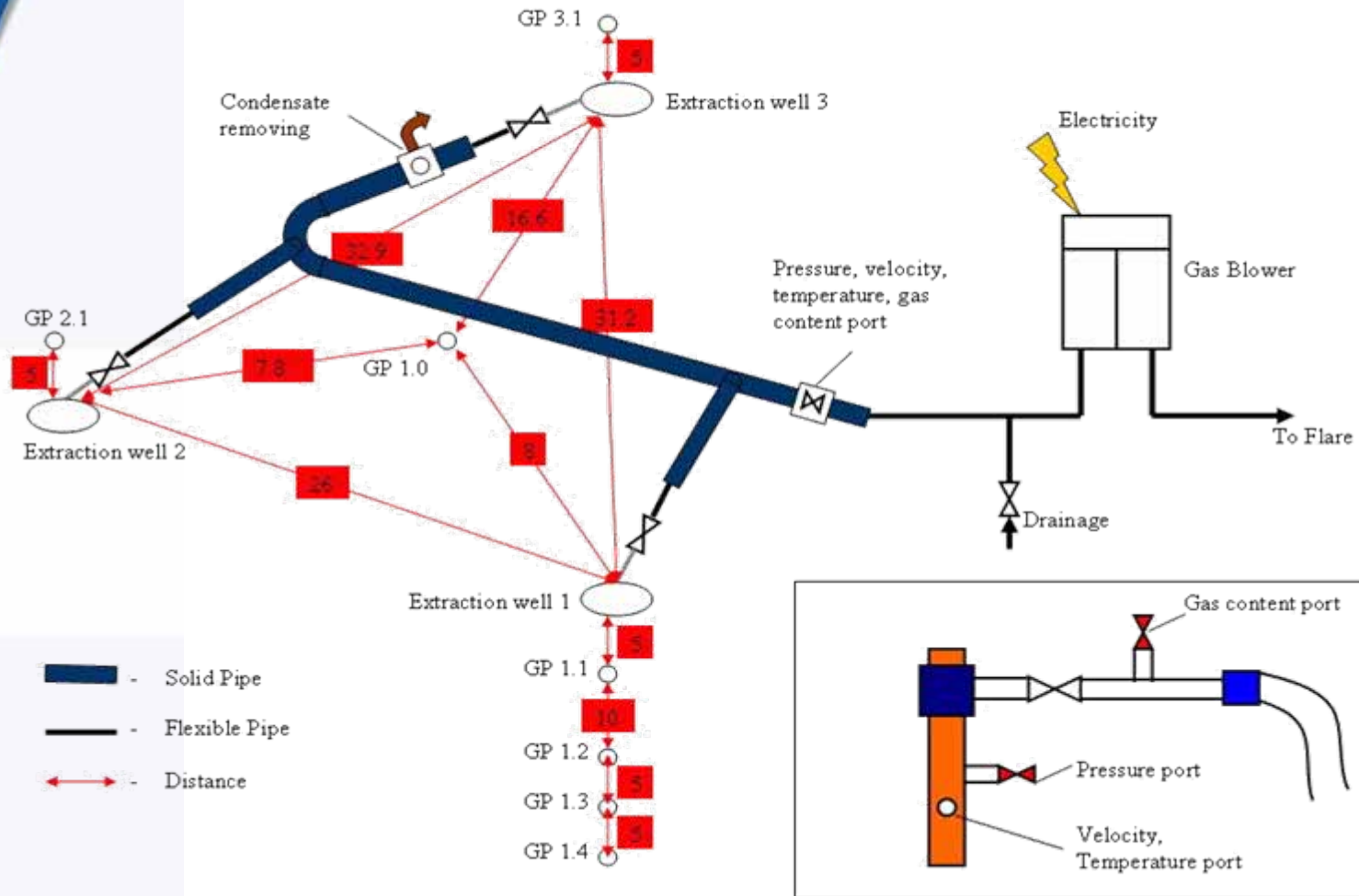
Landfill number	CH ₄ , % vol	CO ₂ , % vol	O ₂ , % vol	H ₂ S, ppmv
1	56-62	20-22	2.0-3.7	4-6
2	52-62	24-42	0.5-2.5	4-120
3	48-72	23-32	0.3-4.0	0-660
4	33-49	37-49	0.0-0.6	160-560
5	36-40	45-50	0.7-1.7	4-130
6	37-60	25-50	0.5-3.5	0-15

Полигон ТБО - Черновцы



- Население – 345 000
- Год образования – 1995
- Годовое количество ТБО, т – 70-80,000
- Площадь, гектары – 25.0 (5.6)
- Глубина, м – 15-18
- Количество накопленных ТБО (млн. тонн) – 0.8

Полигон ТБО - Черновцы



Полигон ТБО - Черновцы

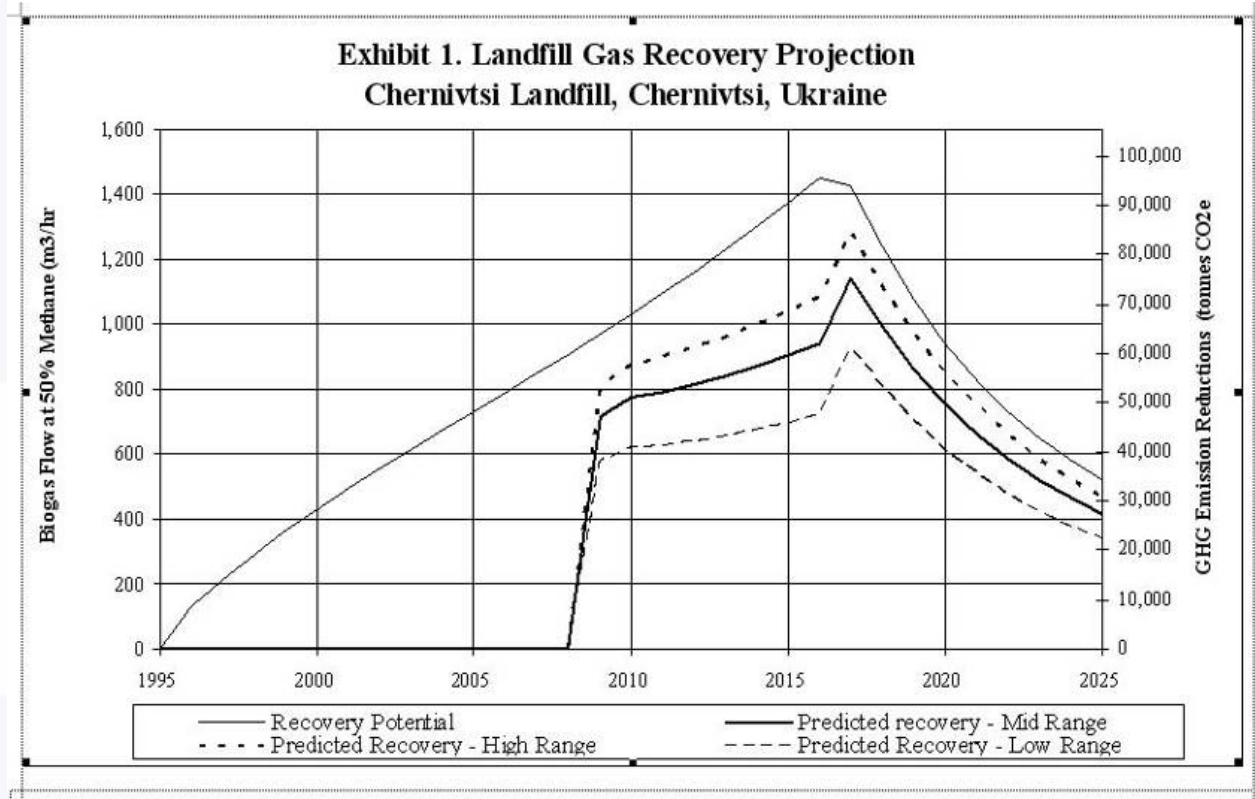


Полигон ТБО - Черновцы

ДАТА	CH ₄ , (%)	O ₂ , (%)	Поток, (cfm)
18-Jul-07	54.9	0.5	34.3
19-Jul-07	41.5	0.5	43.3
20-Jul-07	46.7	0.4	25.5
21-Jul-07	37.7	0.3	31.1
22-Jul-07	37.6	0.4	24.3
23-Jul-07	35.6	0.3	21.5
24-Jul-07	34.8	0.6	24.8
25-Jul-07	38.5	0.2	27.4
26-Jul-07	38.6	0.4	25.0
27-Jul-07	38.0	0.4	16.4
28-Jul-07	38.3	0.4	17.7
29-Jul-07	39.9	0.6	15.5
30-Jul-07	41.3	0.4	21.8
31-Jul-07	42.3	0.4	23.5
Среднее	40.4	0.4	25.1

1 cfm = 1.7 м³/час

Полигон ТБО - Черновцы



Lo total = 118.0 m3/Mg
 k (fast-decay) = 0.180/год
 k (medium-decay) = 0.036/год
 k (slow-decay) = 0.009/год

Полигон ТБО - Мариуполь

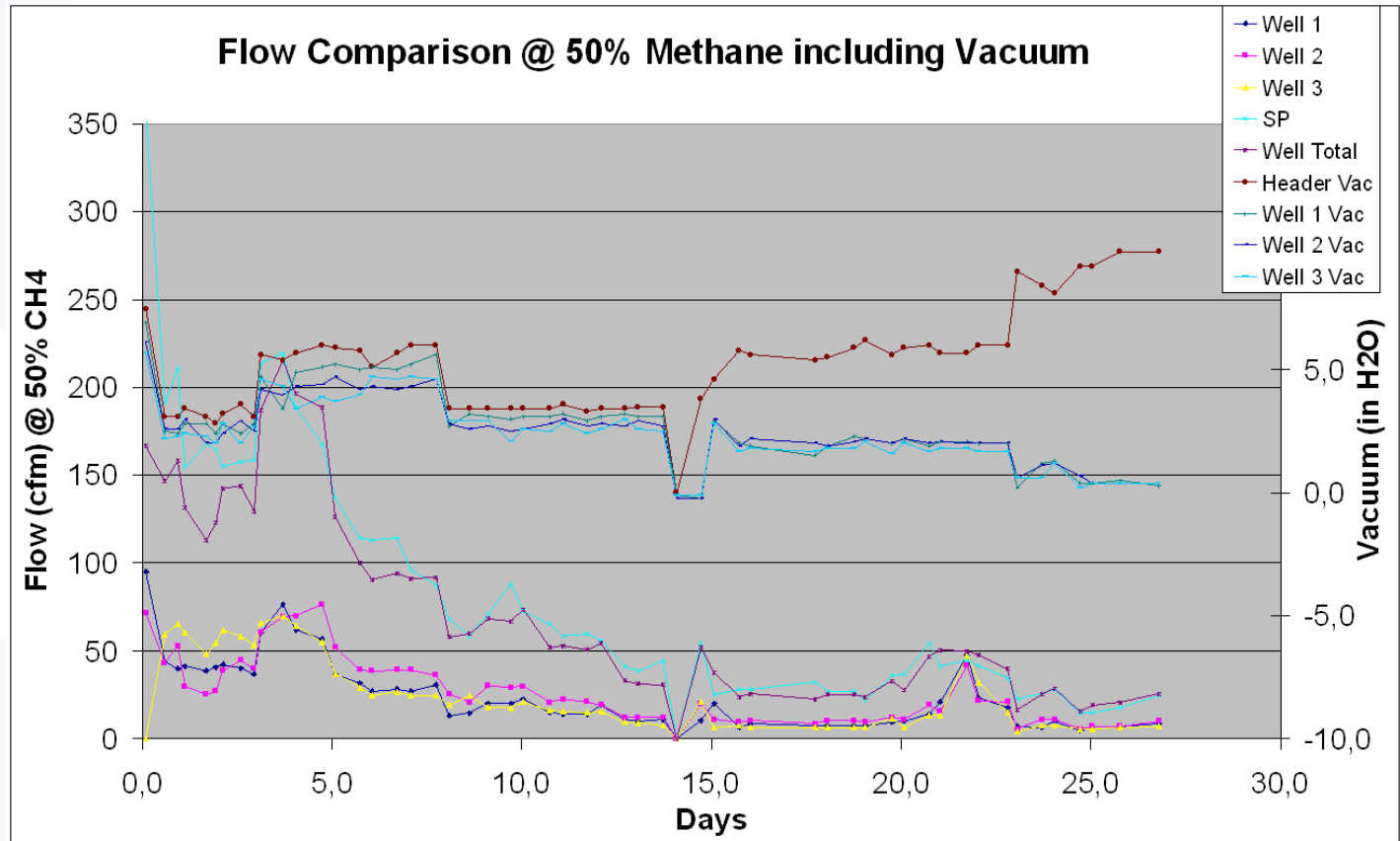


- Население – 480 000
- Год образования – 1967
- Годовое количество ТБО, т – 100,000
- Площадь, гектары – 14.3
- Глубина, м – более 30
- Количество накопленных ТБО (млн. тонн) – 3 - 4

Полигон ТБО - Мариуполь

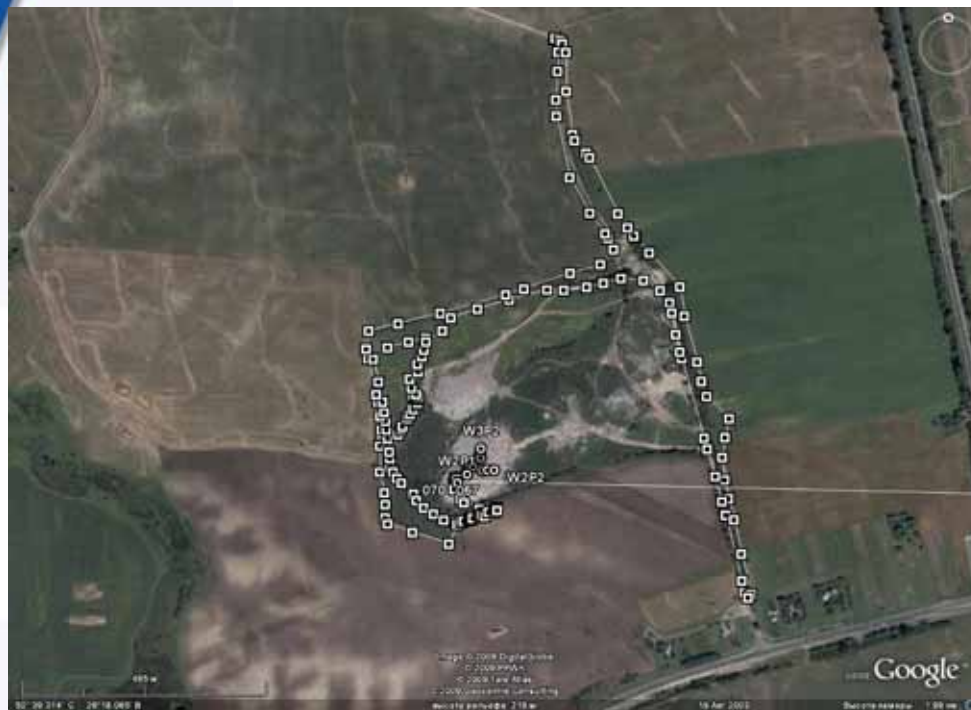


Полигон ТБО - Мариуполь



k (fast-decay) = 0.140/год
 k (medium-decay) = 0.028/год
 K (slow-decay) = 0.007/ГОД

Полигон ТБО - Ровно



- Население – 250 000
- Год образования – 1959
- Годовое количество ТБО, т – 80,000
- Площадь, гектары – 18.0
- Глубина, м – 20-30
- Количество накопленных ТБО (млн. тонн) – 3-4

Полигон ТБО - Ровно



Полигон ТБО - Ровно



Полигон ТБО - Ровно



Инфракрасные нагреватели на биогазе



Моделирование процесса газообразования на полигонах

- Факторы, влияющие на количество образующегося биогаза:
 - Количество, тип и возраст отходов
 - Влагосодержание
 - Температура
 - pH (кислотность)
 - Условия на полигоне (состояние поверхности, крутизна склонов, наличие промежуточных слоев)

Модель газообразования первого порядка

- Уравнение образования биогаза из ТБО:

$$\sum_{i=1}^n 2 k L_0 M e^{-kt_i}$$

где:

k = Скорость разложения отходов (1/год)

L_0 = Потенциал образования метана (м³/т)

M = Масса вывезенных отходов (тонн) - год "i"

t_i = Возраст отходов (лет) - год "i"

Параметры модели – потенциал образования метана (L_0)

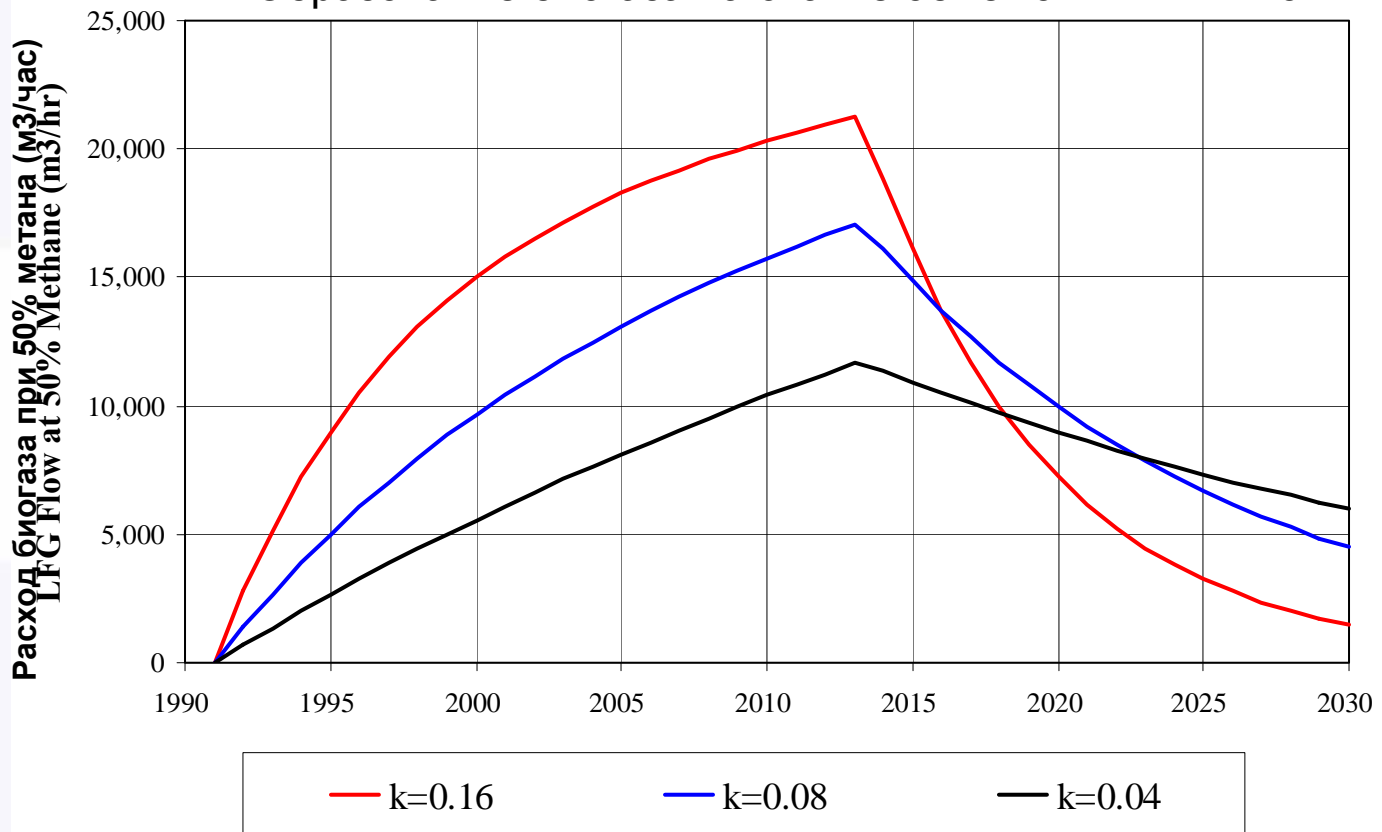
- “ L_0 ” – Потенциал образования метана (единица измерений - $\text{м}^3 \text{CH}_4$ на метрическую тонну отходов)
 - Общее количество метана, полученное из одной тонны отходов в основном зависит от состава отходов - содержания органических фракций
- Пределы встречающихся значений:
 - 0 - 312 $\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{т}$ отходов
 - U.S. EPA по умолчанию использует значение 100 $\text{м}^3/\text{т}$ для американских свалок
 - В Таиланде $L_0 = 78.4 \text{ м}^3/\text{т}$
 - В Дели $L_0 = 64.3 \text{ м}^3/\text{т}$
 - В Мумбаи $L_0 = 68.7 \text{ м}^3/\text{т}$
 - В Украине $L_0 = 85.0 \text{ м}^3/\text{т}$

Параметры модели – скорость разложения “ k ”

- “ k ” – константа скорости разложения отходов (ед. изм. = 1/год):
 - Устанавливает скорость разложения отходов и образования метана
 - Зависит от морфологического состава и влажности отходов, количества осадков
- Пределы встречающихся значений:
 - От 0.01/год (свалки в пустынной местности) до 0.4/год (“биореакторы”)

Влияние изменения k

Biogas Generation from a 24,000,000 Tonne Landfill
 Образование биогаза на свалке объемом 24 млн. тонн



Параметры модели – эффективность сбора биогаза

- Эффективность сбора = $\frac{\text{Количество собранного биогаза}}{\text{Количество образованного биогаза}}$
- Эффективность сбора зависит от:
 - Типа объекта (полигон или свалка)
 - Типа/конструкции системы сбора
 - Степени охвата тела полигона системой сбора
 - Характеристики отходов – проницаемости
 - Эксплуатации системы сбора
- Эффективность сбора, которой можно добиться на:
 - Спроектированных и санитарных полигонах
~ 60-90%
 - На открытых и контролируемых свалках:
~30-60%

НТЦ "Биомасса".
а/я 66, Киев-67, 03067
тел./факс: 044 456 94 62
E-mail: mtv@biomass.kiev.ua
<http://www.biomass.kiev.ua>