



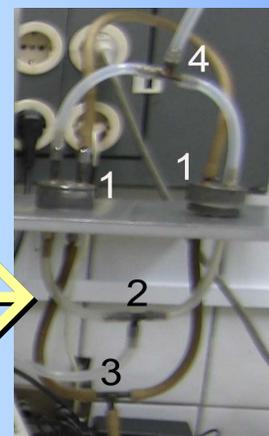
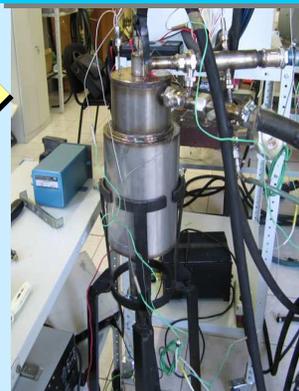
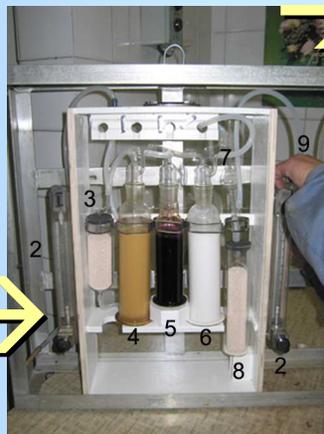
Санкт-Петербургский  
Политехнический  
Университет

# Очистка биогаза полигонов твердых коммунальных отходов и получение электроэнергии

А.В. Бобыль, М.Р. Федоров, В.В. Кораблев, В.И. Масликов, А.Н. Чусов,  
С.Г. Конников, Г.Ф. Терещенко

А.К. Демин, ИВТЭ

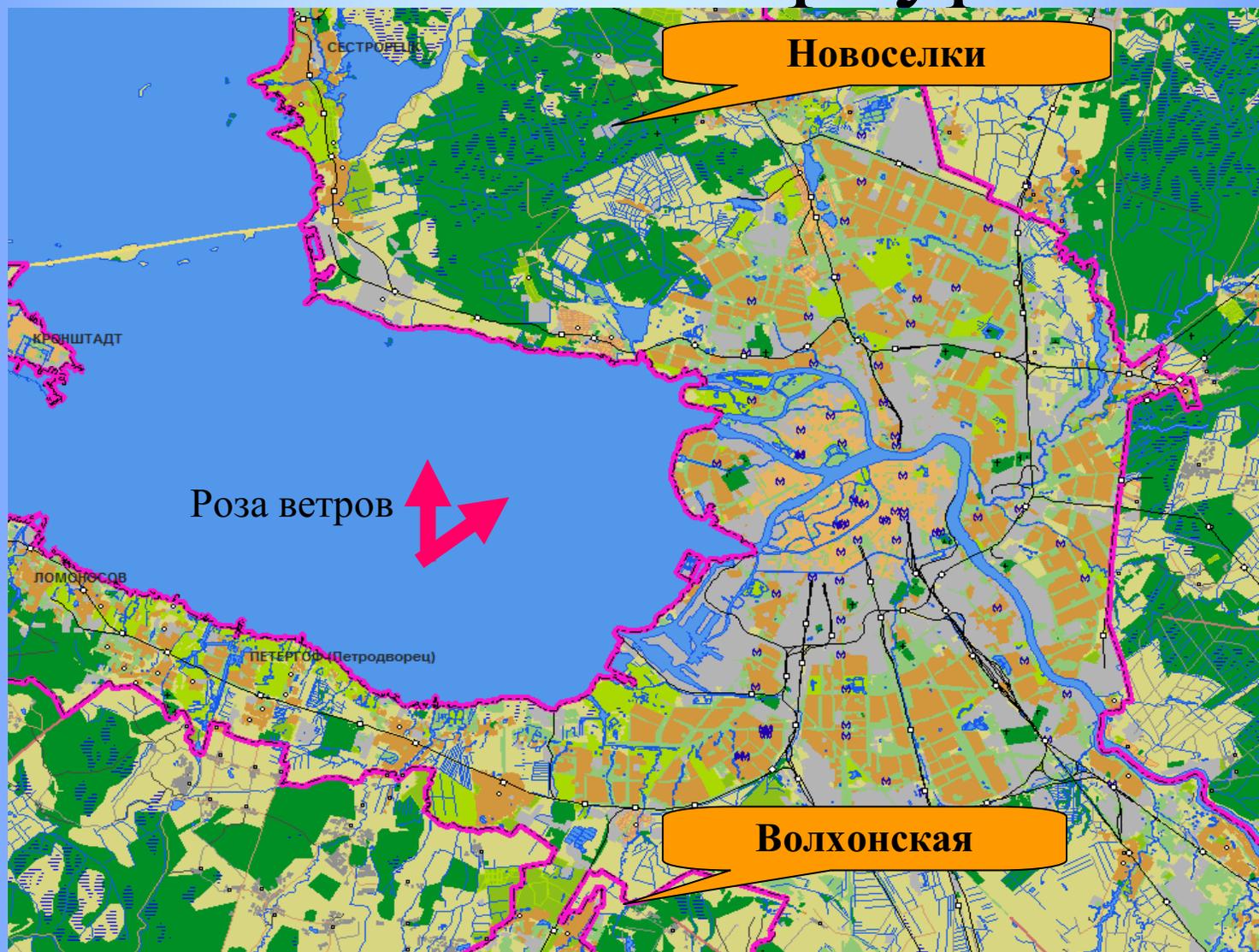
О.Ф. Бризицкий, ВНИИЭФ



Роснаука, ГК № 02.515.11.5025 от 26.04.07,  
Раздел Генерация знаний «Рациональное природопользование»

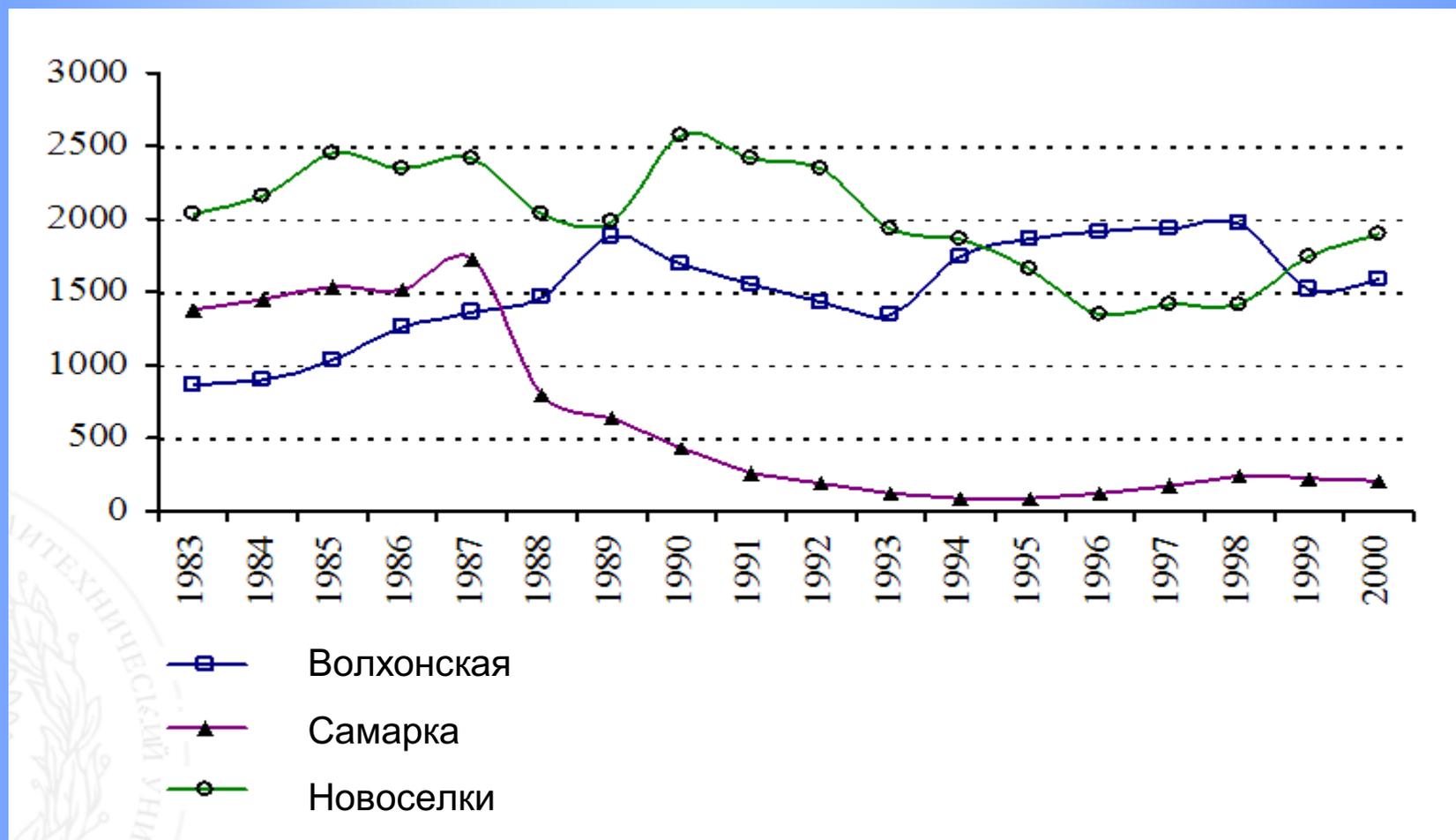
# Мотивация: экология

## Свалки Петербурга

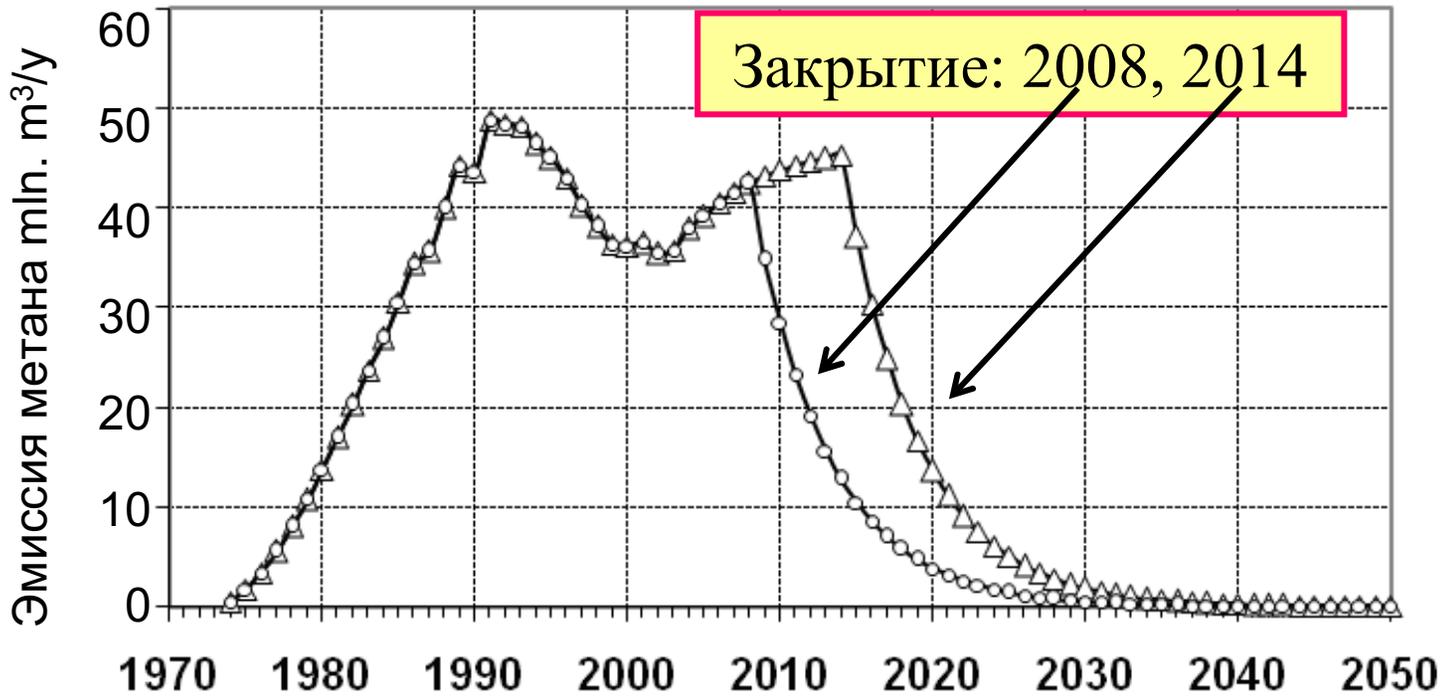
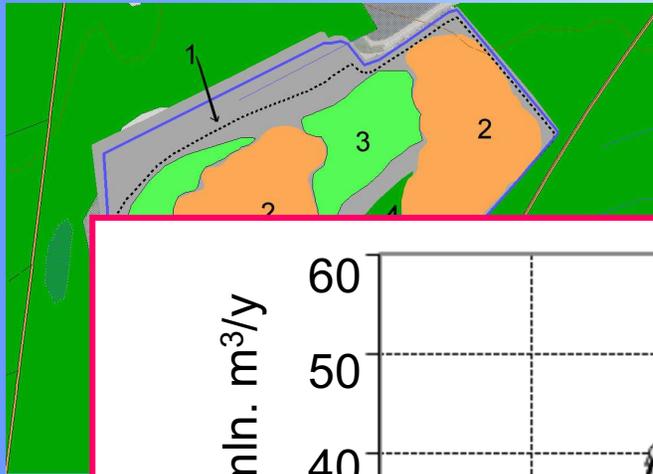


# Мотивация: экология

## Объем отходов



# 1) Исследования полигона «Новоселки»



—△— A —○— B

0 100 200 300 400 500 600 700 800

distance,  
m

1. О
2. Д
3. З
4. Р



## 2) Абсорбционная очистка биогаза

### 1) Природные цеолиты

- грубая предварительная

$(\text{NH})_2$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{n}$

ная  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$

в  $3\text{M H}_2\text{SO}_4$ .

$(\text{NH})_2$  в растворе

цеолите  $\text{CaA}$

бокая



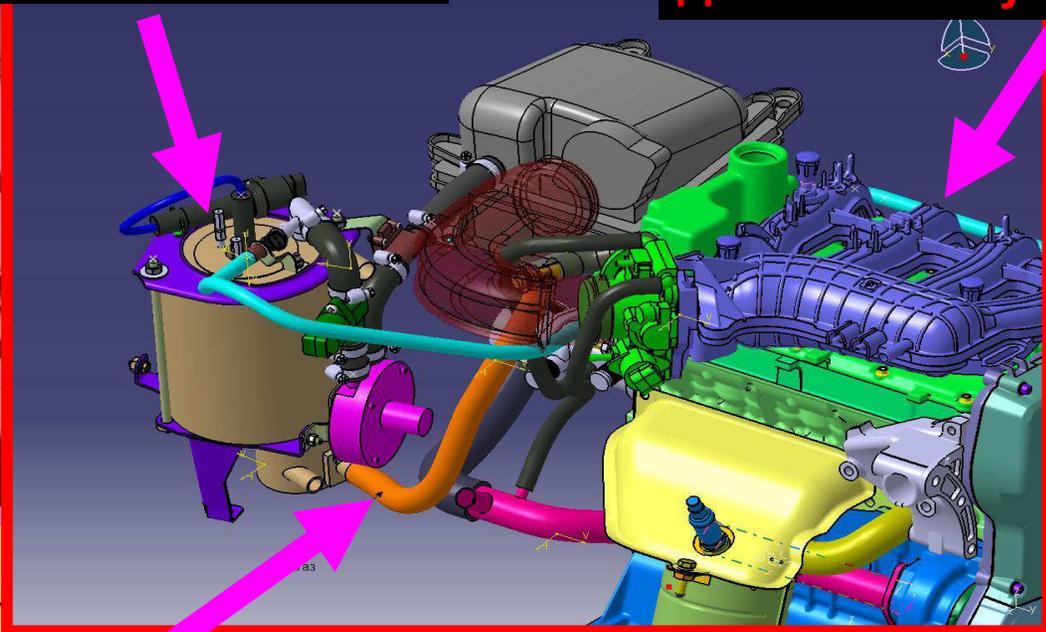
После испол... работы возвращены в природную среду, на тех же свалочных полигонах. При этом связанный на цеолитах сероводород постепенно под действием кислорода воздуха переходит в элементарную экологически безопасную серу.

# 3) Топливный процессор метана в сингаз

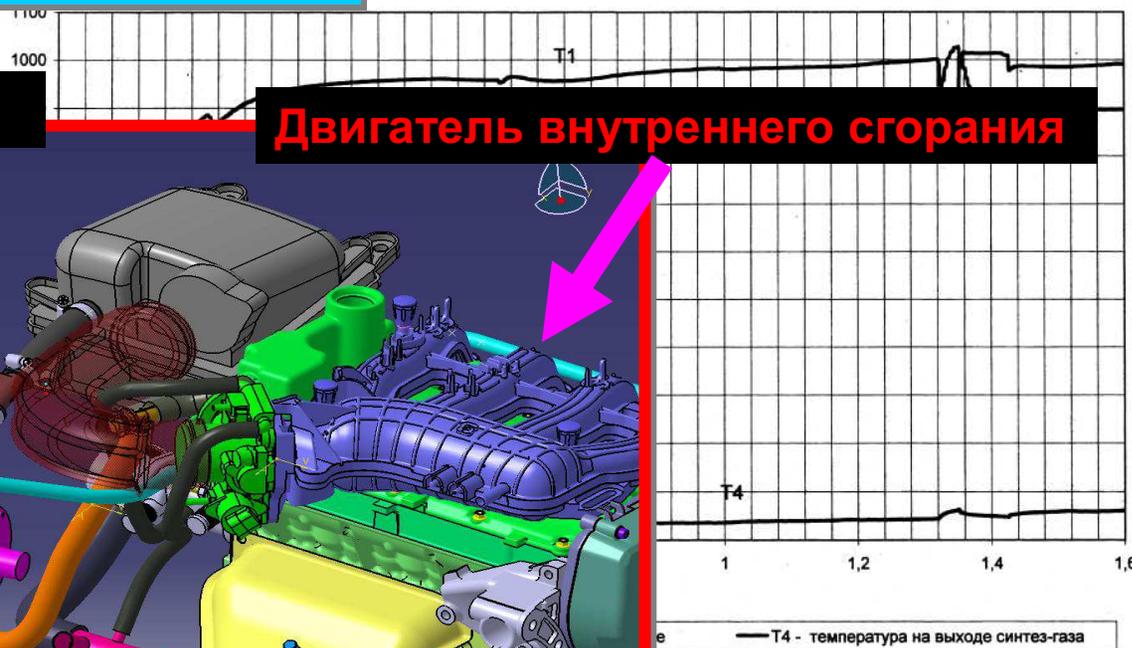
О.Ф. Бризицкий, ВНИИЭФ

Реформер метана в водород

Двигатель внутреннего сгорания



Результаты температур



Воздушный ТП ц

- производительность

- состав на выходе:  $\text{H}_2 > 32\%$ ,  $\text{CO} > 16\%$ ,  $\text{CH}_4 > 1\%$ , остальное -  $\text{N}_2$ ;

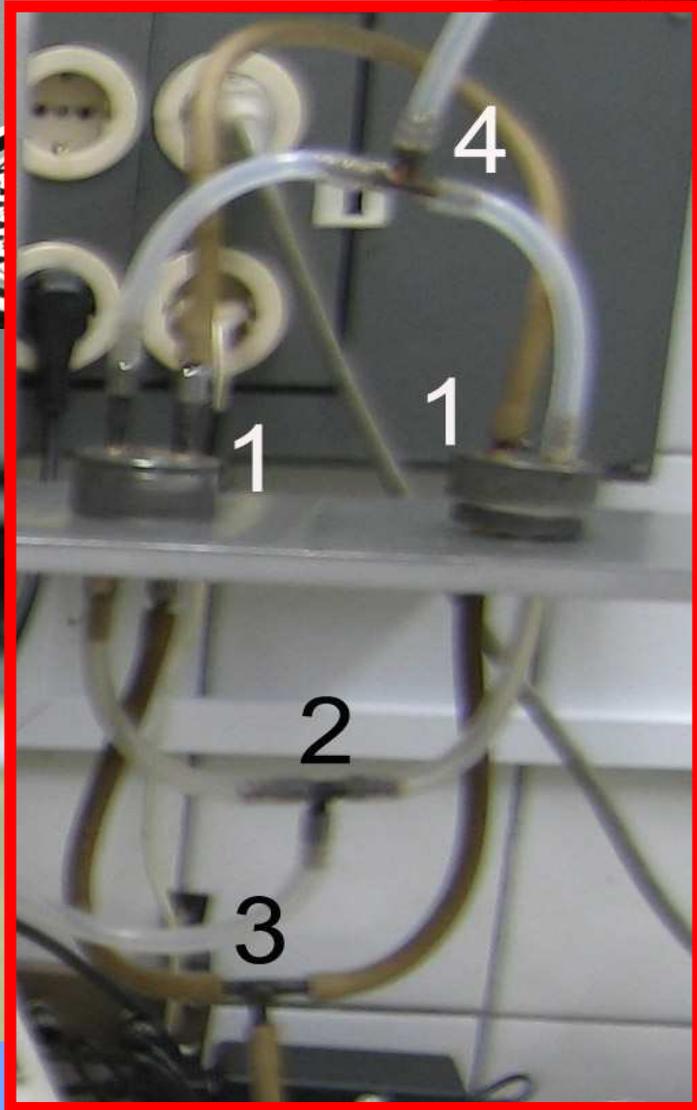
- время в **синтетическое топливо ( $\text{CH}_4$  - 90%,  $\text{H}_2$  - 10%)**

- габариты реактора  $\varnothing 170 \times 350$  мм, масса 9 кг.

В ДВС - снижение расхода топлива при холостой ходе на 35%, при нагрузке на 20 %, снижение выброса  $\text{NO}_x$  в 5-7 раз.

## 4) Глубокая очистка водорода

25 mm Si мембран и монтаж



# 5) Водородные топливные элементы

Parameter	PEMFC	PAFC	SOFC	MCFC
<b>Efficiency</b>	45% - 50%	48%	66,6%	58%
FC + Turbine	-	-	80%	78-80%
Noble metals	+	+	-	-
Rare metals	-	+	+	-
Availability of technology worldwide	+++	+	+	++
Availability of technology in Russia	+	-	-	+
<b>Fuel flexibility</b>	-	-	+++	++
Compatibility with coal gasification	-	-	+	++
Estimated durability, hours	20000	67000	N/O	>30000
Production (arbitrary)	5	0,3	experimental*	1,0

А. А. Авдиенко, НИК НЭП

# 5) Водородные топливные элементы



*PEMFC*

А.К. Демин, ИВТЭ

*SOFC*



# Разработка технологии ТЗ на ОКР

Уровень лабораторно-промышленной технологии и внедрения очистки биогазов отходов и получения электроэнергии

ОЧИСТКА

ОЧИСТКА



ЧИСТЫЙ H<sub>2</sub>

Термофотовольтаическая батарея

Дрезден

РИФОРМЕР

100 Вт

0.1- 10 МВт

ЯДЗ, РМЗ

ТОТЗ

5-10 кВт



Свалки, Водоканал СПб, Москва

Агро отходы

Автоматизированный контроль параметров: биопроцесса, реформинга очистки

Реактор  
объем 100-2000 л,  
датчики тем-ры,  
давления

Блок контроля  
состав газа,  
давление,  
поток

Фильтр грубой  
очистки  
CH<sub>4</sub> ~ 95 %

Топливный  
процессор  
сб - 10% CO<sub>2</sub> -  
20% H<sub>2</sub> - 70%

Фильтр  
тонкой очистки  
CO < 10 ppm,  
без утилизации

Система  
циркуляции  
ферментного  
раствора

**Генерация  
знаний**

ГК № 02.515.11.5025 26.04.07

Система  
обеспечения  
топливного  
процессора

Топливный  
элемент  
Для реактора  
1000 л - 100 Вт

Уровень генерации знаний очистки и использования биогазов

# Дискуссия: экономика

## Распределение суммарного количества органических отходов АПК в 2005 г. по Федеральным округам РФ

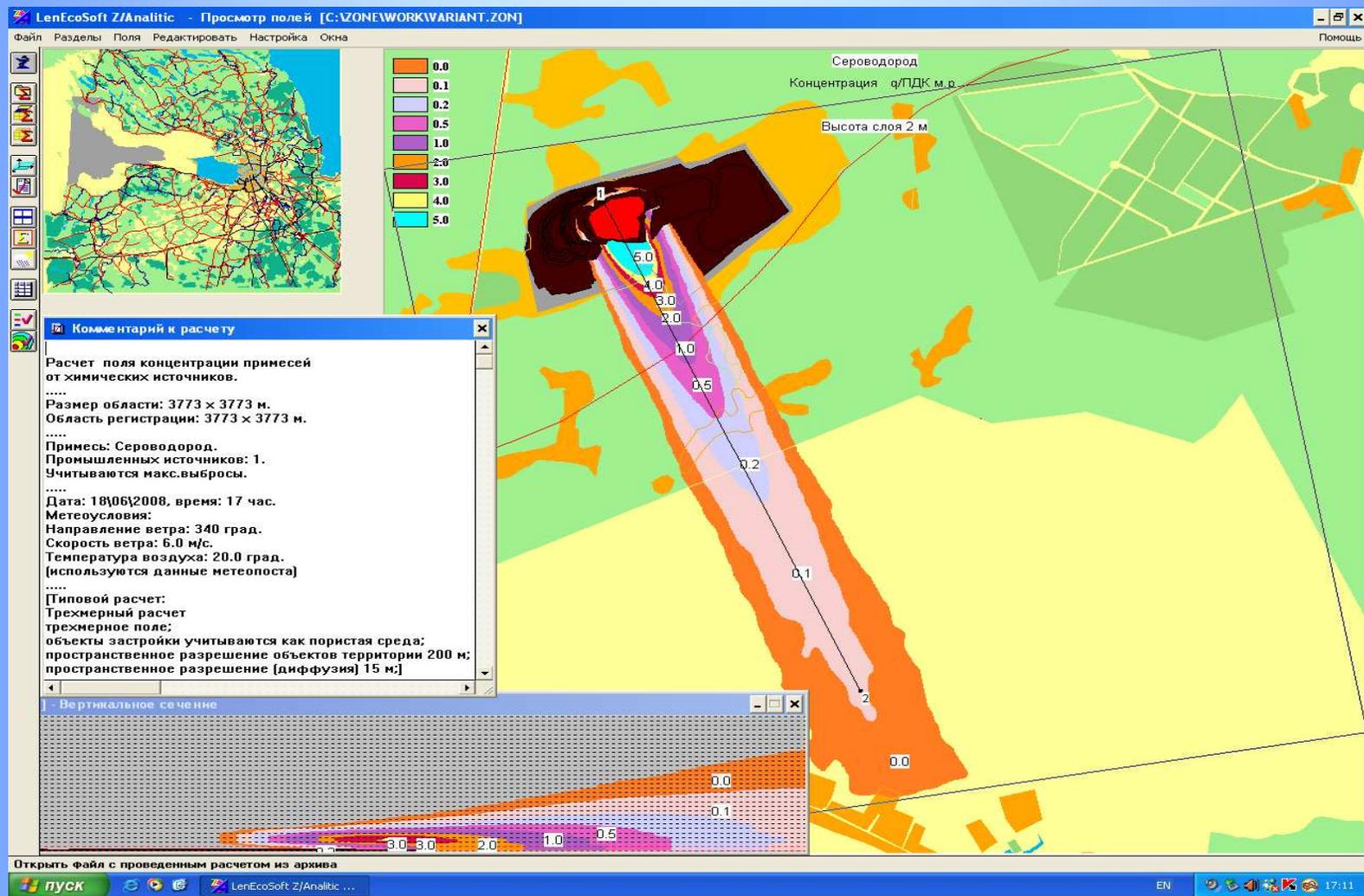
Федеральный округ	Орг.отходы, млн.т.	%
Южный	225	36%
Приволжский	157	25%
Центральный	97	15.5%
Сибирский	96	15.3%
Северо-западный	27	4.3%
Уральский	23	3.8%
Дальневосточный	8	1.3%

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА ПО РОССИИ 73.7 млрд.куб.м,  
«Газпром» в 2007 г. - 548,6 млрд. куб. м.**

**ПАНЦХАВА Евгений Семенович, «ЭКОРОС»**

**Стоит ли тратить усилия на биогаз ?**

# Дискуссия: экология



**Загрязнение воздуха  $H_2S$ , свалка Новоселки: 5 ПДК на свалке - не критично.  
Стоит ли тратить усилия на биогаз ?**

# Дискуссия: концепция

Доклад Greenpeace «Сжигание отходов и здоровье человека» Апрель, 2008

Диоксины, бифенилы, нафталины, хлорбензолы, ароматические углеводороды, летучие органические соединения, тяжелые металлы, в том числе ртуть, кадмий, свинец. Многие не разлагаются и накапливаются. Некоторые из них вызывают онкологические и гормональные заболевания.

В перспективе 30% отходов будут сжигаться. При этом объем отходов уменьшится в 5 раз, а экологический вред увеличится в 10 раз.



**По мнению Greenpeace – сжигание требует не менее 11 степеней газоочистки  
Стоит ли тратить усилия на экологию ?**

# Выводы, Проблемы

- 1) Разработана экологически безопасная и экономически эффективная технология получения электроэнергии из биогаза.
- 2) Перспективная технология синтетического топлива и комбинированные энергоустановки.
- 3) Отсутствие производственной инфраструктуры в местах расположения полигонов ТБО.

ГУРЕВИЧ Владимир Ильич  
ЛИФШИЦ Александр Борисович, «Геополис»

Спасибо за внимание