



# БИОТОПЛИВО

Проблемы и перспективы

# Биотопливо — это топливо из биологического сырья

## Основные сырьё:

- Стебель **сахарного тростника** или семена **рапса**
- **Кукуруза**
- **Соя**

## Различают:

- **жидкое** биотопливо (для двигателей внутреннего сгорания; **этанол, метанол, биодизель**)
- **твёрдое** биотопливо (**дрова, солома**)
- **газообразное** биотопливо (**биогаз, водород**).

# БИОГАЗ



# Теории происхождения природного газа

Минеральная



Биогенная



?!

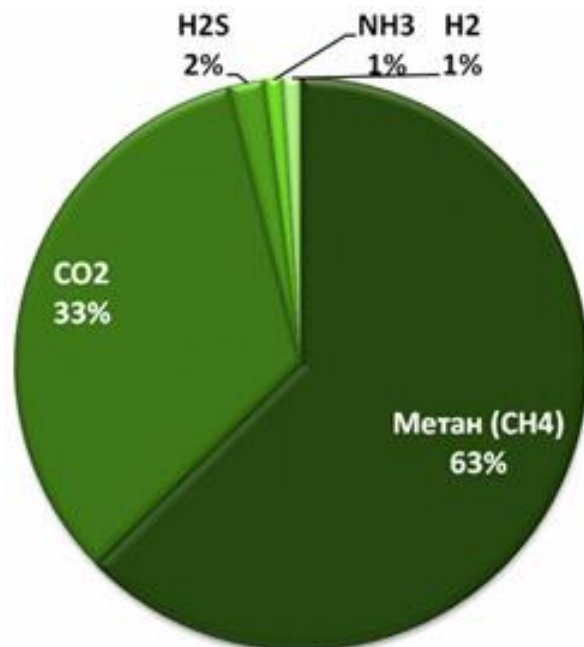
**Биогаз** — газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы

**Биогаз** — энергоноситель, главным компонентом которого является метан биологического происхождения

**Биогаз** — это смесь метана и углекислого газа, образующаяся в процессе анаэробного сбраживания в специальных реакторах — ферментерах

# Состав биогаза:

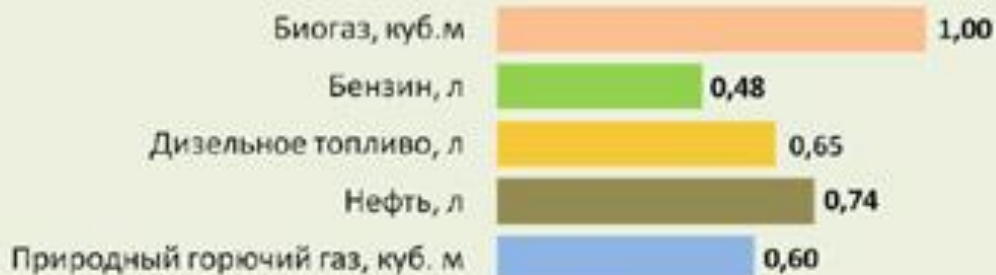
- 50—87 % метана,
- 13—50 %  $\text{CO}_2$ ,
- незначительные примеси  $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ .



- Энергия, заключенная в 28 м<sup>3</sup> биогаза, эквивалентна энергии 16.8 м<sup>3</sup> природного газа, 20.8 л нефти или 18.4 л дизельного топлива.
- Из 1 м<sup>3</sup> биогаза в генераторе можно выработать до 2 кВт электроэнергии.

## Энергия биогаза

Энергия 1 м<sup>3</sup> биогаза эквивалентна энергии



# Источники биогаза

## Природные источники

- Влажные зоны, болота, топи
- Океаны, моря
- Пищеварительные тракты жвачных животных и термитов
- Рисовые поля
- Месторождения ископаемых энергоносителей

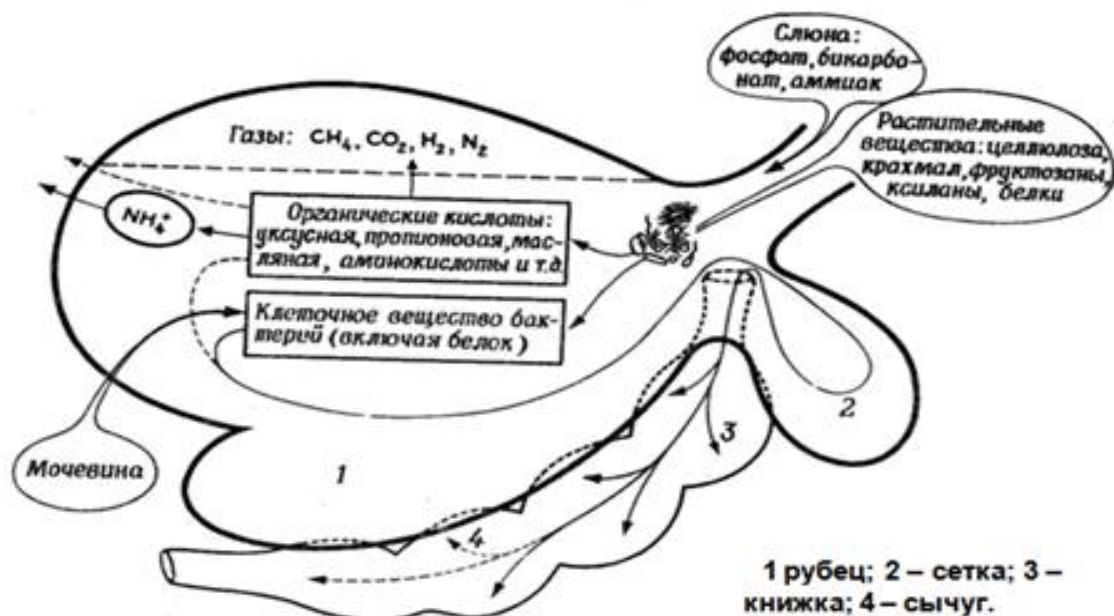
## Антропогенные источники

- Полигоны ТБО
- Угледобыча
- Потери при добыче и транспортировке природного газа
- Анаэробная биотехнология





Одна корова производит в сутки до 500 литров метана; из общей продукции метана на Земле почти четверть – 100-200 млн. тонн в год!- имеет такое "животное" происхождение.



## Проблемы отходов в сельском хозяйстве



## Проблемы отходов в сельском хозяйстве

- Поголовье во всех типах хозяйств РФ, млн. голов
- Всего отходов, тыс. тонн в сутки



Сельское хозяйство России ежегодно «выдает» **250 млн. тонн**, из них **150 млн. тонн** приходится на животноводство и птицеводство, **100 млн. тонн** - на растениеводство.



Mus forstå verden!



## Производство биогаза из отходов животноводства · 1



Количество биогаза из 1 тонны отходов, куб. метров



А мы со своим биогазом на праздники ходим!

© 2018 · ЗАО

Перспективный объем биогаза из отходов животноводства всего по РФ составляет до **12463 м<sup>3</sup> в год!**

## Производство биогаза из отходов животноводства · 2

Перспективный объем биогаза из отходов животноводства всего по Российской Федерации составляет до **12 463,2 млн. м<sup>3</sup> в год**



Перспективный объем биогаза, млн. куб. метров в сутки

Вот и мы тут... Мой скромный вклад, так сказать...



© 2018 · ЗАО · ИТМ



# Из чего можно делать биогаз:

- Навоз
- птичий помёт
- зерновая и мелассная послеспиртовая барда
- пивная дробина
- свекольный жом
- фекальные осадки
- отходы рыбного и забойного цеха (кровь, жир, кишки)



# Из чего можно делать биогаз:

- трава
- бытовые отходы
- отходы молокозаводов — соленая и сладкая молочная сыворотка
- отходы производства биодизеля — технический глицерин от производства биодизеля из рапса
- отходы от производства соков — жом фруктовый, ягодный, овощной, виноградная выжимка





# Из чего можно делать биогаз:

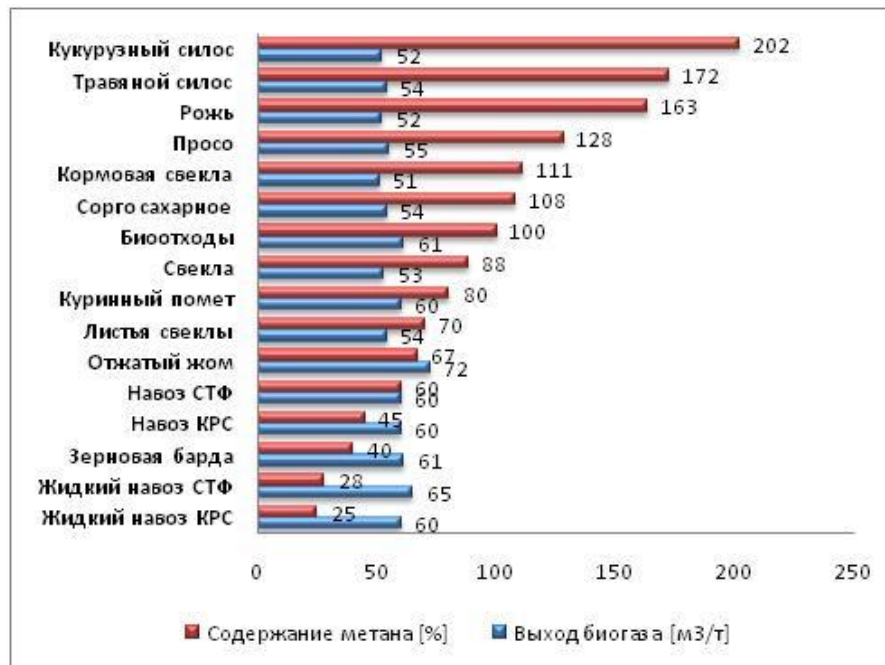
- водоросли
- отходы производства крахмала и патоки — мезга и сироп
- отходы переработки картофеля, производства чипсов — очистки, шкурки, гнилые клубни
- кофейная пульпа

Кроме отходов биогаз можно производить из специально выращенных **энергетических культур**, например, из силосной кукурузы или сорго, а также водорослей. Выход газа может достигать **до 300 м<sup>3</sup> из 1 тонны**.



# Выход биогаза

Максимальное количество биогаза — 1300 м<sup>3</sup> с содержанием метана до 87 % — можно получить из тонны жира



**На практике из 1 кг сухого вещества получают от 300 до 500 литров биогаза**



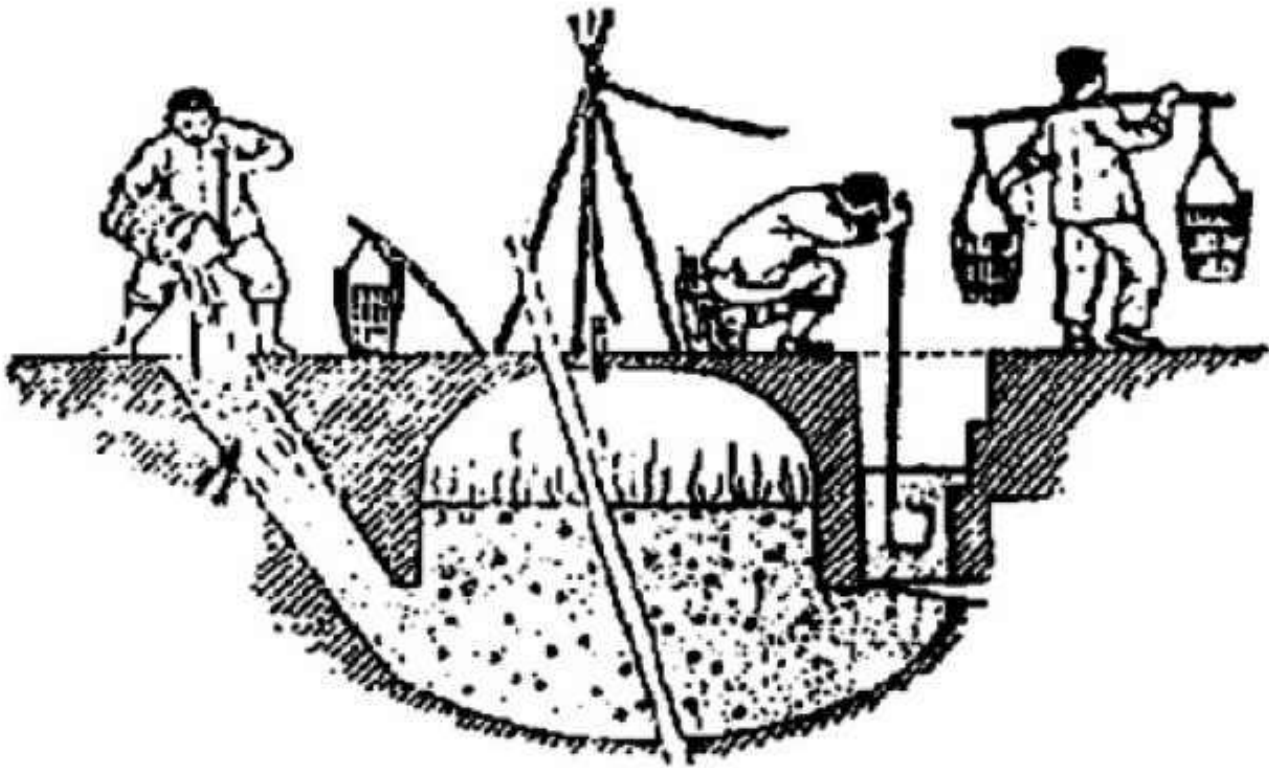
Тип сырья	Выход газа, м <sup>3</sup> на килограмм сухого вещества	Содержание метана, %
<b>А. Навоз животных</b>		
Навоз КРС	0,250 - 0,340	65
Конский навоз	0,200 - 0,300	56-60
<b>Б. Отходы хозяйства</b>		
Сточные воды, фекалии	0,310-0,740	70
Овощные отходы	0,330 - 0,500	50-70
<b>Свекольная ботва</b>	<b>0,400-0,500</b>	<b>85</b>
<b>С. Растительные сухие отходы</b>		
Пшеничная солома	0,200-0,300	50-60
Листья подсолнечника	0,300	59
Клевер	0,430-0,490	
<b>Д. Другое</b>		
Трава	0,280-0,630	70
Листва деревьев	0,210-0,290	58



В Индии, Непале и др. странах строят малые (односемейные) биогазовые установки. Получаемый в них газ используется для приготовления пищи

В Индии с 1981 года до 2006 года было установлено 3,8 млн малых биогазовых установок

В Непале существует программа поддержки развития биогазовой энергетики, благодаря которой в сельской местности к концу 2009 года было создано 200 тысяч малых биогазовых установок



Больше всего **малых биогазовых установок** находится в **Китае** — более **10 млн** (на конец 1990-х). Они производят около **7 млрд м<sup>3</sup> биогаза в год**, что обеспечивает топливом примерно 60 млн крестьян. В конце 2010 года в Китае действовало уже около 40 млн биогазовых установок. В биогазовой индустрии Китая заняты 60 тысяч человек



# Биогаз в Европе



«Биогазовая» автозаправочная станция (Швейцария)



Автобус, работающий на биогазе, Берн, Швейцария

**Volvo и Scania** производят автобусы с двигателями, работающими на биогазе. Такие автобусы активно используются в городах Швейцарии: Берн, Базель, Женева, Люцерн и Лозанна. **10 % автотранспорта Швейцарии работает на биогазе.**

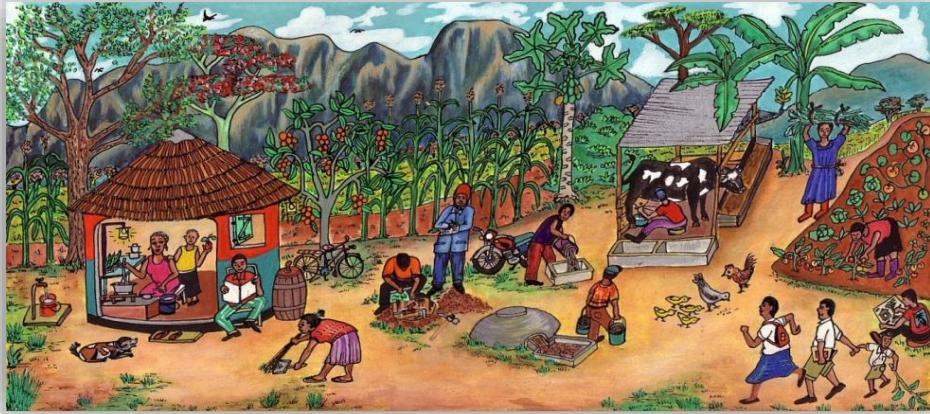
# Биогаз в Европе



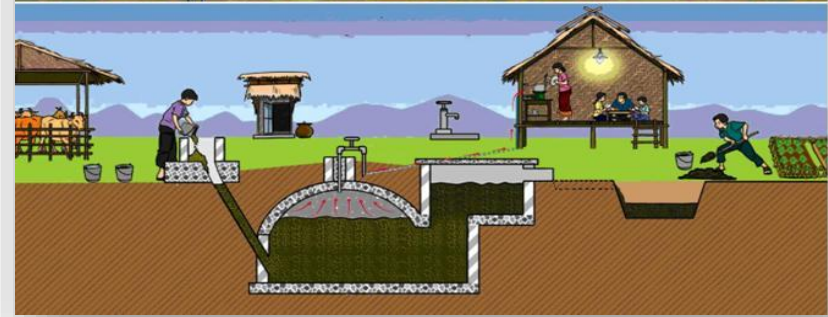
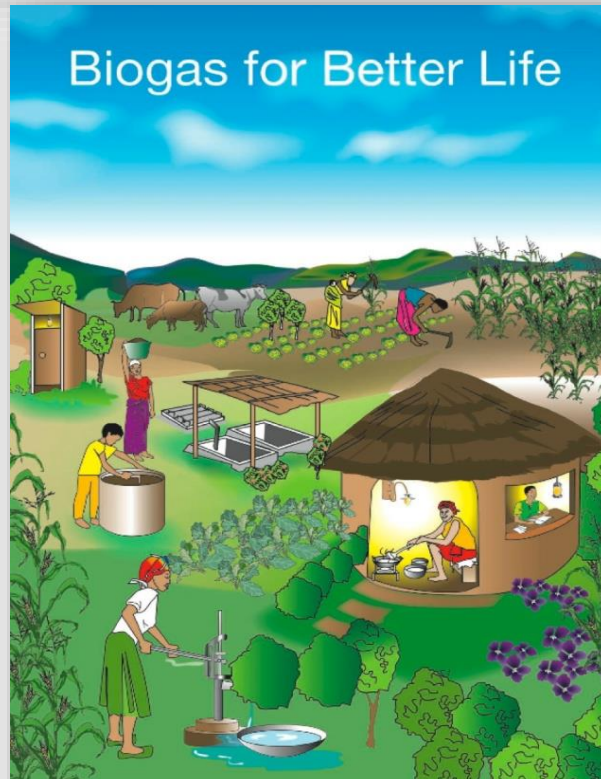
- Муниципалитет Осло в начале 2009 года перевёл на биогаз 80 городских автобусов.
- **Стоимость биогаза составляет €0,4 — €0,5 за литр в бензиновом эквиваленте.** При успешном завершении испытаний на биогаз будут переведены 400 автобусов.
- **В Дании** биогаз занимает до **18 %** в её общем энергобалансе.
- По абсолютным показателям по количеству средних и крупных установок ведущее место занимает **Германия — 8000** тыс. шт.
- В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом.



# Популяризация биогаза в странах Африки и Азии



فچر..... اے لو ایہ زمانہ آ گیا..... اب بھینسیں ہمیں بجلی دیں گی  
کراچی میں لگا جانے والا دنیا کا سب سے بڑا بیوگیس پلانٹ یومیہ 25 تا 30 میگا واٹ بجلی  
پیدا کرے گا..... رضوان احمد طارق





# Биогаз в России

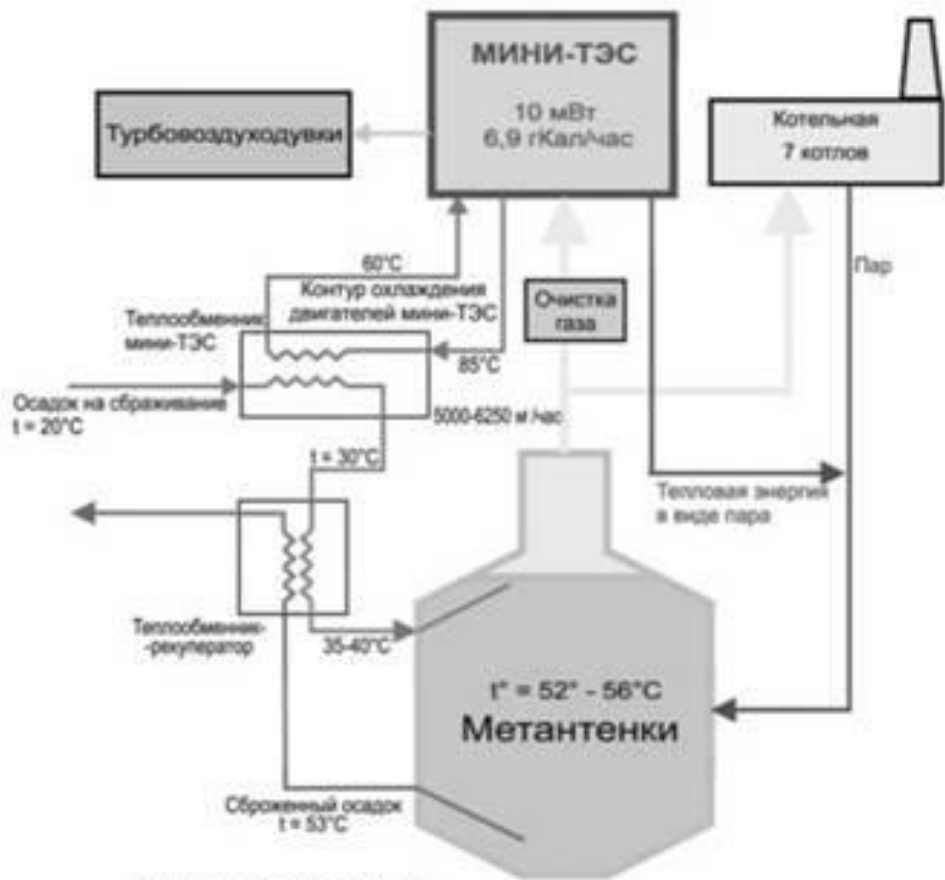
- В России агрокомплекс ежегодно производит 773 миллиона тонн отходов, из которых можно получить 66 миллиардов м<sup>3</sup> биогаза, или около 110 миллиардов кВт•ч электроэнергии. Общая потребность России в биогазовых заводах оценивается в 20 тысяч предприятий
- В настоящее время в РФ эксплуатируются до 400 биогазовых микротурбинных электростаций и их аналогов, а в СНГ в целом - свыше 600 таких объектов.



# ***Биогаз в России***

- Разработаны и частично начинают внедряться пилотные проекты по выработке биогаза в ряде животноводческих комплексов
- Первая в России биогазовая мини-ТЭС в 10 мегаватт, работающая на биогазе, работает в Москве на Курьяновских очистных сооружениях с весны 2009 года. Проектная мощность Курьяновского объекта позволяет перерабатывать 3,125 млн кубометров сточных вод в сутки.
- Имеются единичные сообщения об организации самодельных малых биогазовых установок на приусадебных участках





**Технологические потоки:**

- Сырые осадки
- Сброженный осадок
- Биогаз
- Горячая вода
- Пар



**Рис. 1. Принципиальная энерготехнологическая схема мини-ТЭС**

# Схема образования биогаза из органических отходов





# Схема биогазовой технологии получения энергии



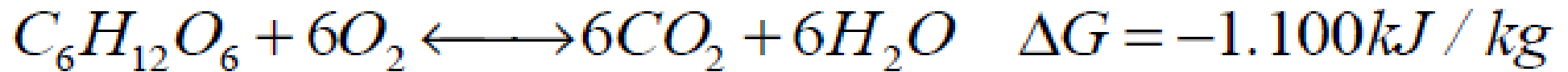
# Этапы образования биогаза

- 1. Гидролиз:** экзоферменты гидролитических бактерий преобразуют сложные полимерные органические соединения (белок, углеводы, жиры, целлюлоза) использованных субстратов в низкомолекулярные соединения (аминокислоты, моносахариды и т.п.)
- 2. Ацидогенная фаза:** разложение низкомолекулярных соединений до органических кислот (молочная кислота, пропионовая кислота и т.п.), двуокиси углерода, сероводорода и аммиака

# Этапы образования биогаза

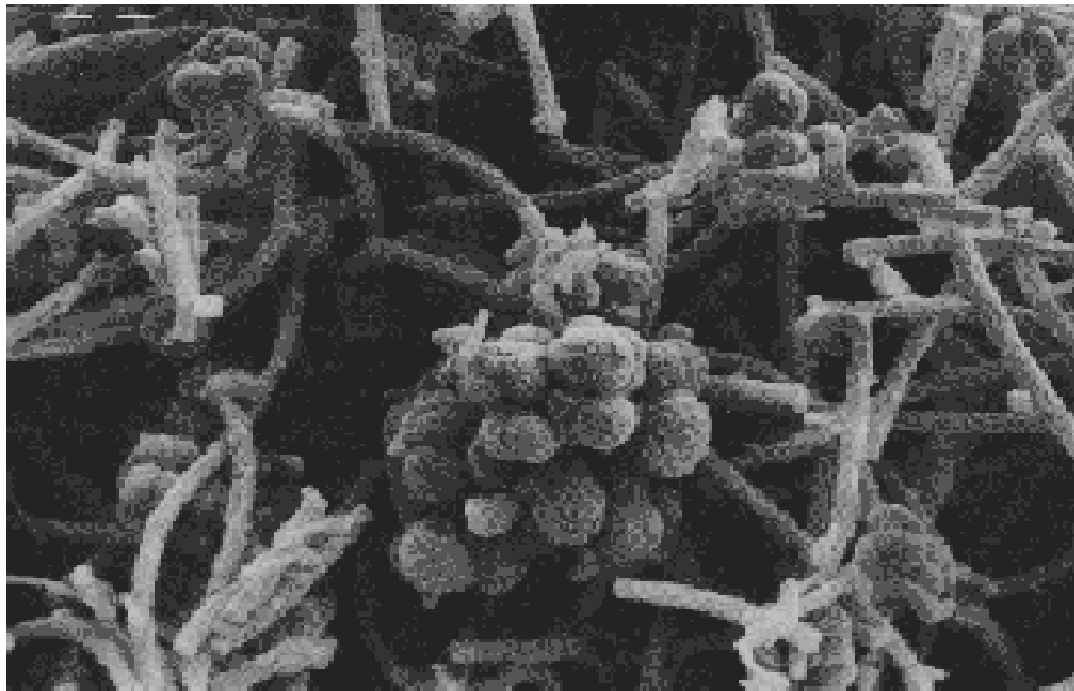
- 3. Образование ацетата:** на данном этапе уксуснокислые бактерии производят из органических кислот и других соединений уксусную кислоту, двуокись углерода и водород (напр., преобразование этанола в ацетат)
- 4. Образование метана:** около 70 % биогаза при этом образуется в результате разложения уксусной кислоты до  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , а 30 % путем соединения  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2$  в  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$  метаногенами.

# Сравнение энергоэффективности аэробного и анаэробного сбраживания глюкозы



**$\Delta G$  = свободная энергия реакции**

**Метаногены (Methanogens)** — это археи, которые образуют метан как побочный продукт метаболизма в анаэробных условиях. Широко распространены в заболоченных территориях, где образуют метан (болотный газ) и в кишечниках жвачных млекопитающих и человека, и отвечают за метеоризм. Некоторые являются экстремофилами и обитают в горячих источниках и на больших глубинах, а также на скалах и на глубине многих километров в земной коре.



# Проблемы, решаемые при внедрении биогазовых технологий

**Экологические** – утилизация органических отходов

**Энергетические** – строительство собственных электрических и тепловых мощностей

**Экономические** – снижение себестоимости выпуска продукции, повышение конкурентоспособности

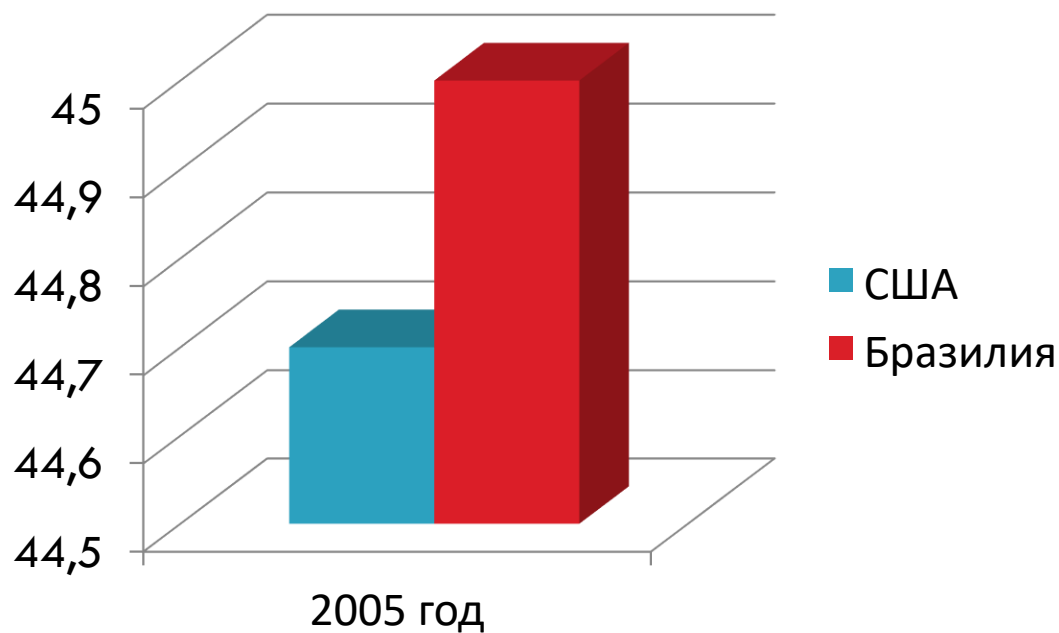
**Модернизационные** – развитие современных энерго- и ресурсосберегающих технологий

**Социальные** – создание новых рабочих мест, повышение качества жизни в сельской местности



# Биоэтанол — обычный этанол, получаемый в процессе переработки растительного сырья

- Мировое производство биоэтанола в 2005 составило 36,3 млрд литров,



Завод по производству этанола

# Методы производства

- Брожение
- Гидролиз
- Промышленное производство спирта из биосырья



Клубни маниока

# Этанол как топливо

Бразилия лидер в  
производстве и  
использовании



менее «энергоплотный»  
источник энергии чем  
бензин





**GASOLINA**

**ETANOL COMUM**

**Gasolina**  
Activada



G  
A  
D

# Топливные смеси этанола

Тип смеси	% этанола	% бензина
E5, E7, E10	5, 7 и 10 % соответственно	95, 93 и 90% соответственно
E85	85 %	15 %
E95	95 %	5 %
E100	100 %	0 %

# Энергоэффективность этанола

Тип авто	Снижение потребления	Тип смеси
обычные авто	1 %	E30
flex-fuel	15 %	E20

## ***Плюсы и минусы биоэтанола, как альтернативного топлива***

**+** Обладает нулевым балансом диоксида углерода. Содержащийся в этаноле кислород, позволяет более полно сжигать углеводороды топлива. 10 % содержание этанола в бензине позволяет сократить выхлопы аэрозольных частиц до 50 %, выбросы  $\text{CO}_2$  — на 30 %.

**—** При сгорании этанола в выхлопных газах двигателей появляются альдегиды (формальдегид и ацетальдегид), которые наносят живым организмам не меньший ущерб, чем ароматические углеводороды.

# Биодизель — биотопливо на основе растительных или животных жиров (масел)

Регион	Кол-во заводов	Мощность
Европа	214	16 млн. тонн
США	149	7.669 млрд. тонн
Канада	4	196.5 млн. тонн

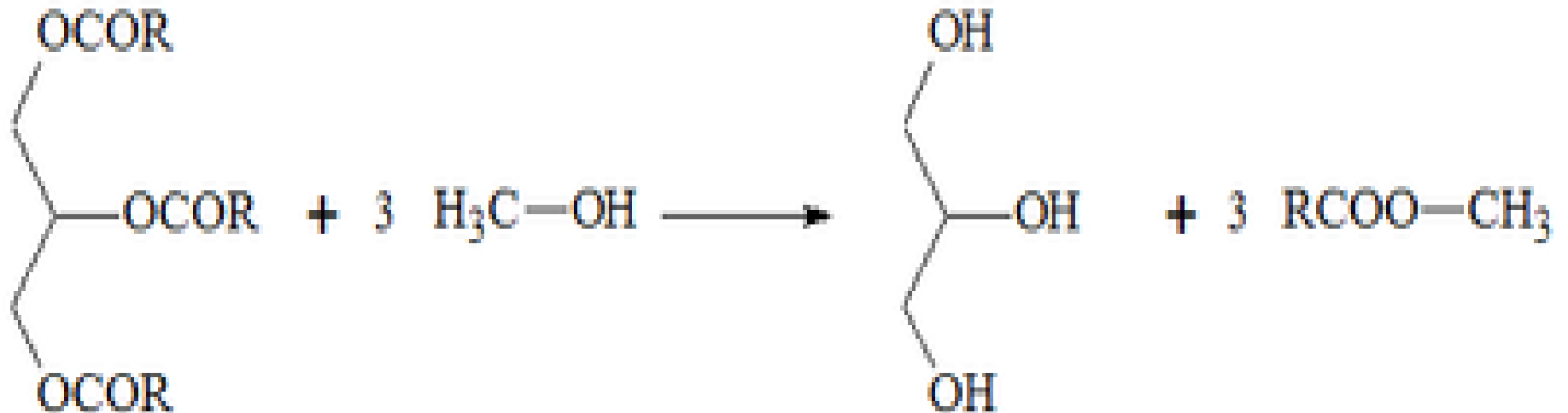


Образец биодизеля



# Технология производства

Растительное масло **переэтерифицируется** метанолом при температуре 60°C и нормальном давлении



# Сырьё для производства

Регион/Страна	Сырьё
Европа	рапс
США	соя
Индонезия, Филиппины	пальмовое масло
Филиппины	кокосовое масло
Бразилия	кастровое масло



Поле рапса

# Достоинства и Недостатки

«+»:

- Хорошие смазочные характеристики.
- Более высокое Цетановое число
- Увеличение срока службы двигателя
- Высокая температура воспламенения.

«-»:

- В холодное время года необходимо подогревать топливо, идущее из топливного бака в топливный насос
- долго не хранится (около 3 месяцев)

*Производство биотоплива, несомненно, имеет множество **положительных моментов:***

- биотопливо – дешево, его производство не является трудоемким, а также использование биотоплива сокращает выбросы в атмосферу углекислого газа.
- что рост потребления биотоплив может помочь диверсифицировать сельскохозяйственную и лесную деятельность, и улучшить безопасность пищевых продуктов, способствуя экономическому развитию.
- производство биотоплив позволит создать в развивающихся странах новые рабочие места, снизить зависимость развивающихся стран от импорта нефти.

Однако эксперты выделяют и **минусы** в производстве биотоплива:

- По расчётам экономистов из Университета Миннесоты, в результате биотопливного бума число голодающих на планете к 2025 году возрастёт до 1,2 млрд. человек.
- В Индонезии и Малайзии для создания пальмовых плантаций была вырублена немалая часть тропических лесов. Причиной стала гонка за производством биодизельтоплива, созданного на основе растительных или животных жиров, в качестве альтернативы дизельному топливу (рапсовое масло в качестве топлива может использоваться в чистом виде).



# Факторы, влияющие на рынок биотоплива:



- **цены на нефть;**
- **наличие недорогих видов сырья;**
- **правительственная поддержки;**
- **технологические прорывы, которые могли бы снизить стоимость биотоплива второго поколения;**
- **конкуренция со стороны альтернативных вариантов топлива.**