

Промышленная биотехнология

- **экологическая биотехнология (очистка стоков и контроль загрязнения воды тяжелыми металлами, биodeградация бытовых и промышленных отходов)**
- **биоэнергетика (жидкое, твердое, газообразное биотопливо)**
- **биогеотехнология (выщелачивание металлов, обессеривание угля, борьба с метаном в шахтах, повышение нефтеотдачи пластов)**
- **биоэлектроника**
- **биотехнология в медицине**
- **биотехнология в сельском хозяйстве**
- **биотехнология в пищевой промышленности**
- **получение биополимеров**

Сельское хозяйство

- генно-инженерные растения
- генно-инженерные животные
- биопестициды, биоудобрения
- кормовые аминокислоты, антибиотики, витамины, ферменты

Биокатализ

- химическая промышленность
- полупродукты для фарминдустрии

Медицина

- новые лекарства и вакцины
- диагностикумы (включая микрочипы)
- генодиагностика
- генотерапия
- индивидуальная медицина
- регенеративная медицина (стволовые клетки)

Биотехнология

Охрана окружающей среды

- биodeградация поллютантов
- замена химических удобрений и пестицидов на биологические
- биodeградируемые пластики
- замена нефти на биомассу,
- сокращение выброса CO₂

Добыча полезных ископаемых

- добыча металлов (гидрометаллургия)
- добыча нефти (вторичная)

Нанобиотехнологии

- новые материалы
- биосенсоры
- биокомпьютеры



Решение экологических проблем

Антропогенный круговорот веществ, загрязнение биосферы



Совокупность процессов добычи, транспортировки, переработки определенных видов природных ресурсов в полезную продукцию представляет собой ресурсный цикл (антропогенный круговорот вещества и энергии).

Производство: созидание и разрушение

Производственный процесс

Разрушение

Истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды вредными отходами

...строим –
ломаем, строим
– ломаем...



Созидание

Создание полезных для общества продуктов и услуг

© 2000 - ОАО - ТГМ.

- Любой производственный процесс – это совокупность двух противоположных тенденций: созидательной и разрушительной. Первая обеспечивает достижение целей материального производства - создание полезных для общества продуктов и услуг.
- Вторая – обуславливает ухудшение качества окружающей природной среды за счет истощения природных ресурсов и вредных выбросов.

Увеличение объема промышленных отходов

Количество отходов
возрастает примерно в 2 раза
за каждые 8—10 лет



Безотходные и малоотходные производства с замкнутым циклом



А для мышей я теперь –
Дмитрий Иванович...

Дмитрий Иванович Менделеев называл отходы:

«... пренебрегаемыми продуктами химических превращений, которые со временем становятся исходной точкой нового производства»

... и считал, что мерой совершенства производства является количество отходов.

Безотходные и малоотходные производства с замкнутым циклом



Влияние урбанизации на биосферу



Техногенное физическое загрязнение

Москва в течение года производит в среднем $2,15 \cdot 10^{17}$ Дж энергии, что соответствует реализации мощности в **6820 МВт**.

Для сравнения показаны мощности Братской и Красноярской ГЭС (в МВт).



Волны свистели над головой...!

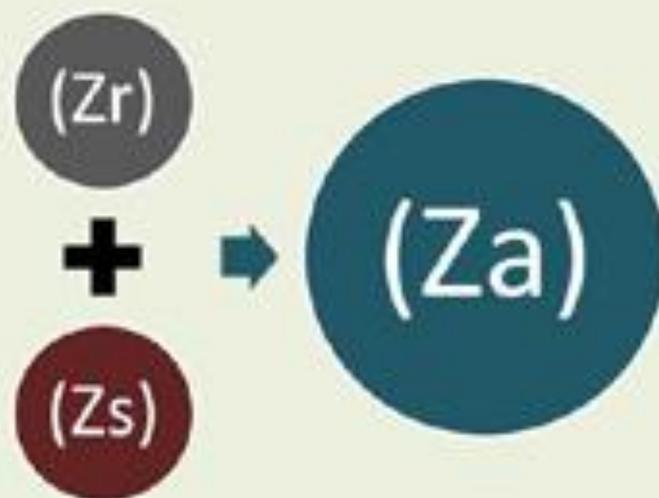
Рациональное и структурное загрязнение

Рациональное загрязнение (Zr).

Это минимально неизбежный объем загрязнений при существующем уровне технологий и экономической эффективности.

Структурные загрязнения (Zs).

Обусловлены отсталым технологическим уровнем, нехваткой очистных сооружений, нерациональной структурой экономики с преобладанием природозаexploатирующих и отставанием обрабатывающих отраслей и т.д.



Общий объем загрязнений
 $(Za) = (Zr) + (Zs)$

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 vorden!



Муниципальные отходы

ОДИН
МИЛЛИАРД
ТОНН
РАЗНЫХ
ОТХОДОВ

По оценкам консалтинговой фирмы KeyNote, в 2007 году в мире было произведено 2,08 млрд. тонн мусора.

ВТОРОЙ
МИЛЛИАРД
ТОНН
ОТХОДОВ

Для сравнения, ежегодно в мире производится примерно 2 млрд. тонн зерна и около 1 млрд. тонн стали.

И ещё немного мусора



Муниципальные отходы

Бытовые
отходы
населения

Отходы
предприятий
торговли

Отходы
учреждений и
муниципальных
служб

Отходы
предприятий
общественного
питания



А мне вот и
выбросить-то
ничего...

Что выбрасывают в городах · 1

Обществ. и
торговые
предприятия



Жилый фонд



■ Пищевые отходы

■ Черный металлолом

■ Кости

■ Кожа, резина

■ Отсев (менее 15 мм)

■ Бумага, картон

■ Цветной металлолом

■ Стекло

■ Пластмасса

■ Дерево

■ Текстиль

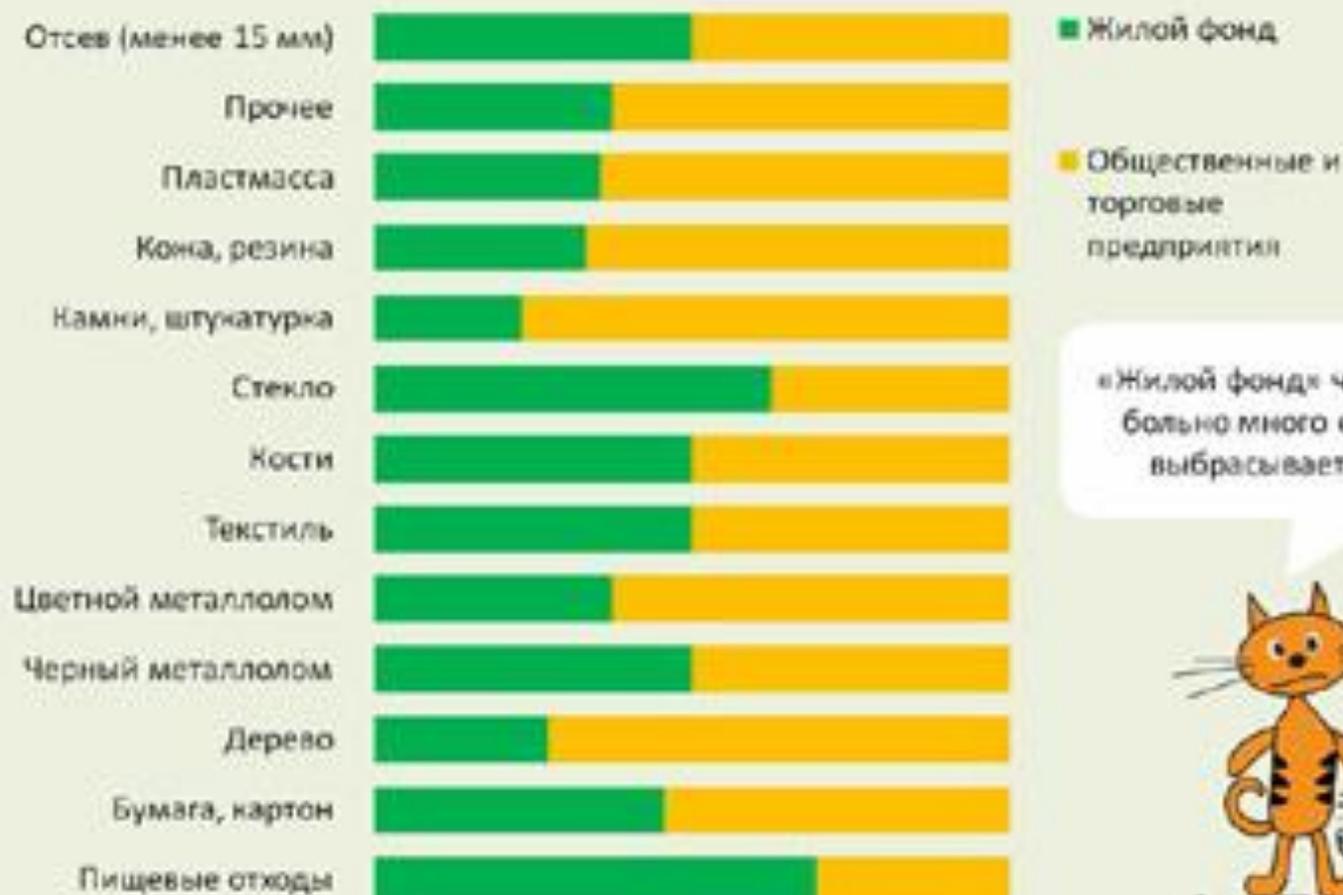
■ Камни, штукатурка

■ Прочее

Ничего не понимаю!
Они же всё это
зачем-то покупали?!



Что выбрасывают в городах · 2



«Жилой фонд» что-то
больно много еды
выбрасывает...



Методы переработки муниципальных отходов

Методы			
Сортировка	Термическая обработка (в основном сжигание)	Биотермическое аэробное компостирование (с получением удобрения или биотоплива)	Анаэробная ферментация (с получением биогаза)



Бытовые и промышленные отходы делятся на две группы:

- твердые (гл. обр. бумага, дерево, текстиль - бытовые) и
- сточные воды (сложная смесь, в бытовых стоках содержится патогенная микрофлора)

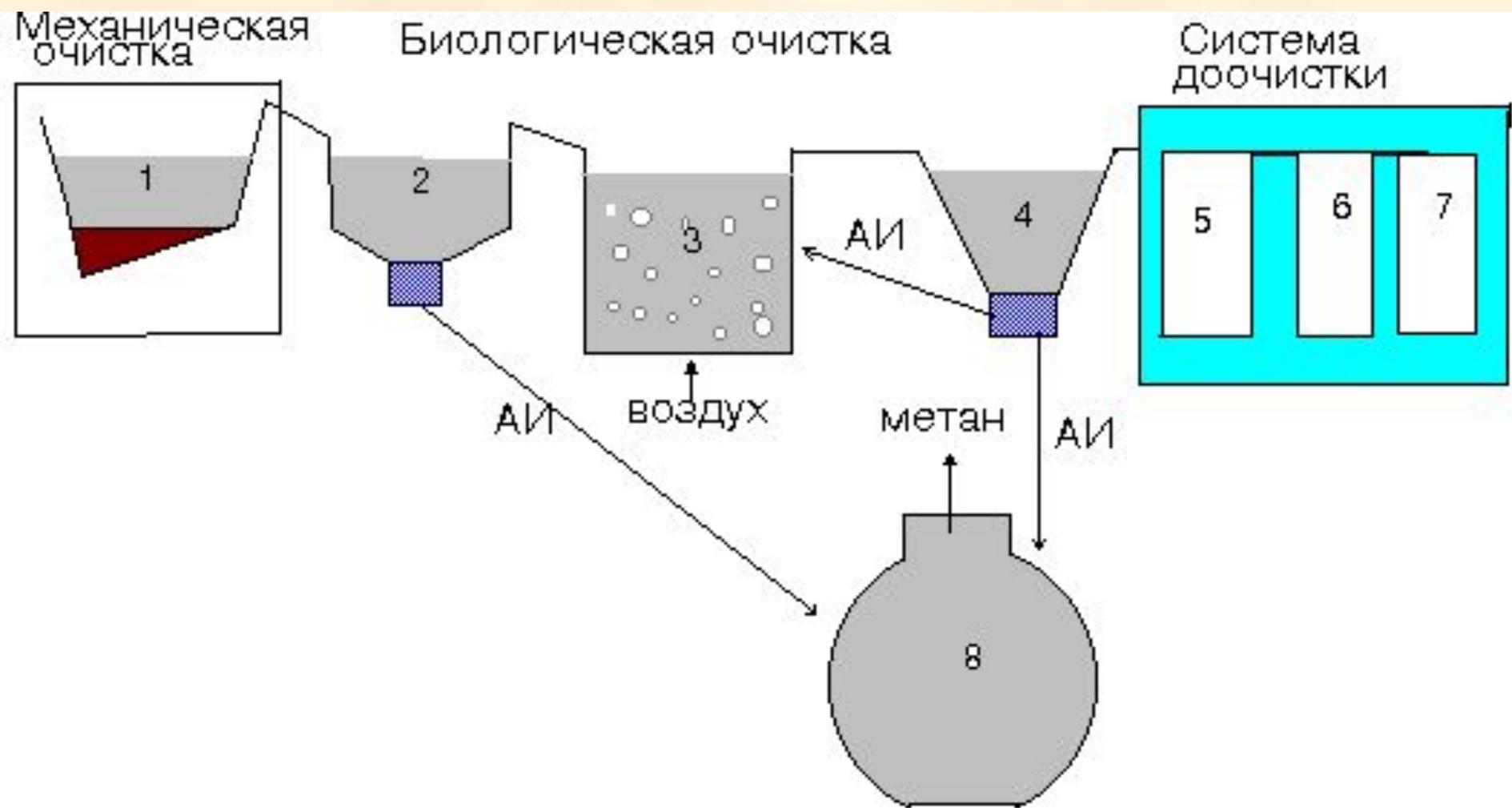
Аэробная очистка сточных вод

Биологическая переработка отходов опирается на ряд дисциплин: биохимию, генетику, химию, микробиологию, вычислительную технику. Усилия этих дисциплин концентрируются на трех основных направлениях:

- **деградация органических и неорганических токсичных отходов;**
- **возобновление ресурсов для возврата в круговорот веществ углерода, азота, фосфора, азота и серы;**
- **получение ценных видов органического топлива.**

При очистке сточных вод выполняют четыре основные операции:

- **1. При первичной переработке происходит усреднение и осветление сточных вод от механических примесей (усреднители, песколовки, решетки, отстойники).**
- **2. На втором этапе происходит разрушение растворенных органических веществ при участии аэробных микроорганизмов. Образующийся ил, состоящий главным образом из микробных клеток, либо удаляется, либо перекачивается в реактор. При технологии, использующей активный ил, часть его возвращается в аэрационный танк.**
- **3. На третьем (необязательном) этапе производится химическое осаждение и разделение азота и фосфора.**
- **4. Для переработки ила, образующегося на первом и втором этапах, обычно используется процесс анаэробного разложения. При этом уменьшается объем осадка и количество патогенов, устраняется запах и образуется ценное органическое топливо - метан.**



- На практике применяются одноступенчатые и многоступенчатые системы очистки. Одноступенчатая схема очистки сточной воды представлена на рис. 1 - пескоуловители; 2 - первичные отстойники; 3 - аэротенк; 4 - вторичные отстойники; 5 - биологические пруды; 6 - осветление; 7 - реагентная обработка; 8 - метатенк; АИ - активный ил**

Увеличение концентрации ила в сточной воде приводит к росту скорости очистки, но требует усиления аэрации, для поддержания концентрации кислорода на необходимом уровне. Таким образом, аэробная переработка стоков включает в себя следующие стадии:

- 1) адсорбция субстрата на клеточной поверхности;**
- 2) расщепление адсорбированного субстрата внеклеточными ферментами;**
- 3) поглощение растворенных веществ клетками;**
- 4) рост и эндогенное дыхание;**
- 5) высвобождение экскретируемых продуктов;**
- 6) "выедание" первичной популяции организмов вторичными потребителями.**

В идеале это должно приводить к полной минерализации отходов до простых солей, газов и воды. На практике очищенная вода и активный ил из аэротенка подаются во вторичный отстойник, где происходит отделение активного ила от воды. Часть активного ила возвращается в систему очистки, а избыток активного ила, образовавшийся в результате роста микроорганизмов, поступает на иловые площадки, где обезвоживается и вывозится на поля. Избыток активного ила можно также перерабатывать анаэробным путем. Переработанный активный ил может служить и как удобрения, и как корм для рыб, скота.

- **Интенсифицировать процессы биологической очистки можно путем аэрации суспензии активного ила чистым кислородом. Этот процесс можно осуществить в модифицированных аэротенках закрытого типа - окситенках, с принудительной аэрацией сточной воды. В отличие от аэротенков в биофильтрах (или перколяционных фильтрах) клетки микроорганизмов находятся в неподвижном состоянии, так как прикреплены к поверхности пористого носителя. Образовавшуюся таким образом биопленку можно отнести к иммобилизованным клеткам. В этом случае иммобилизована не монокультура, а целый консорциум, неповторимый по качественному и количественному составу и различающийся в зависимости от его местонахождения на поверхности носителя. Очищаемая вода контактирует с неподвижным носителем, на котором иммобилизованы клетки и за счет их жизнедеятельности происходит снижение концентрации загрязнителя.**
- ***Преимущество применения биофильтров* состоит в том, что формирование конкретного ценоза приводит к практически полному удалению всех органических примесей. Недостатками этого метода можно считать:**
 - **нереальность использования стоков с высоким содержанием органических примесей;**
 - **необходимость равномерного орошения поверхности биофильтра сточными водами, подаваемыми с постоянной скоростью;**
 - **сточные воды перед подачей должны быть освобождены от взвешенных частиц во избежание заиливания.**

Анаэробные системы очистки

Как уже упоминалось, избыток активного ила может перерабатываться двумя способами: после высушивания как удобрение или же попадает в систему анаэробной очистки. Такие же способы очистки применяют и при сбрасывании высококонцентрированных стоков, содержащих большое количество органических веществ. Процессы брожения осуществляются в специальных аппаратах - метатенках.

Распад органических веществ состоит из трех этапов:

- **растворение и гидролиз органических соединений;**
- **ацидогенез;**
- **метаногенез.**

На первом этапе сложные органические вещества превращаются в масляную, пропионовую и молочную кислоты.

На втором этапе эти органические кислоты превращаются в уксусную кислоту, водород, углекислый газ.

На третьем этапе метанообразующие бактерии восстанавливают диоксид углерода в метан с поглощением водорода.

По видовому составу биоценоз метатенков значительно беднее аэробных биоценозов.

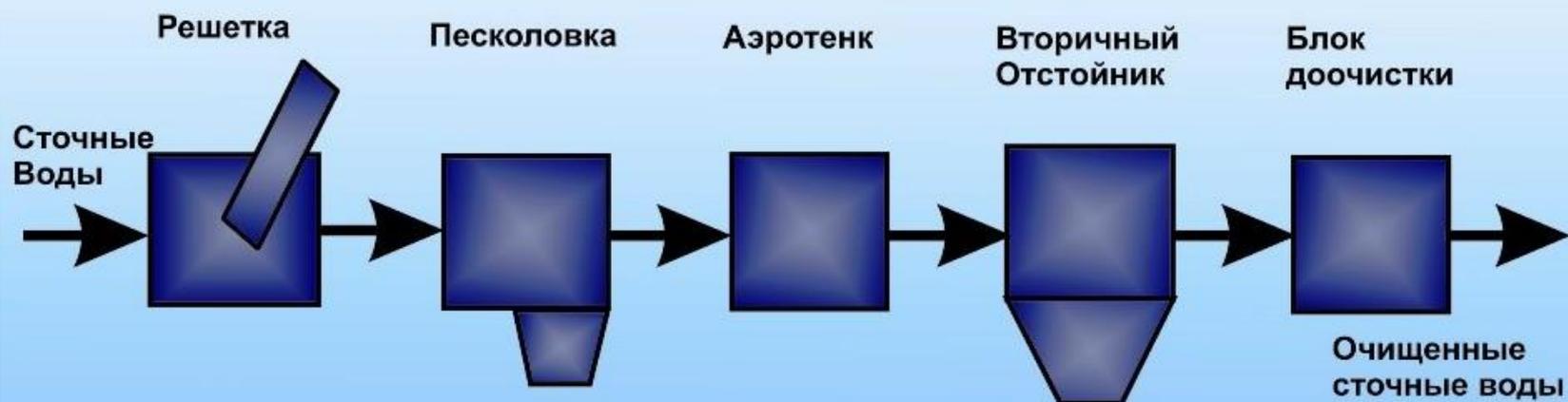


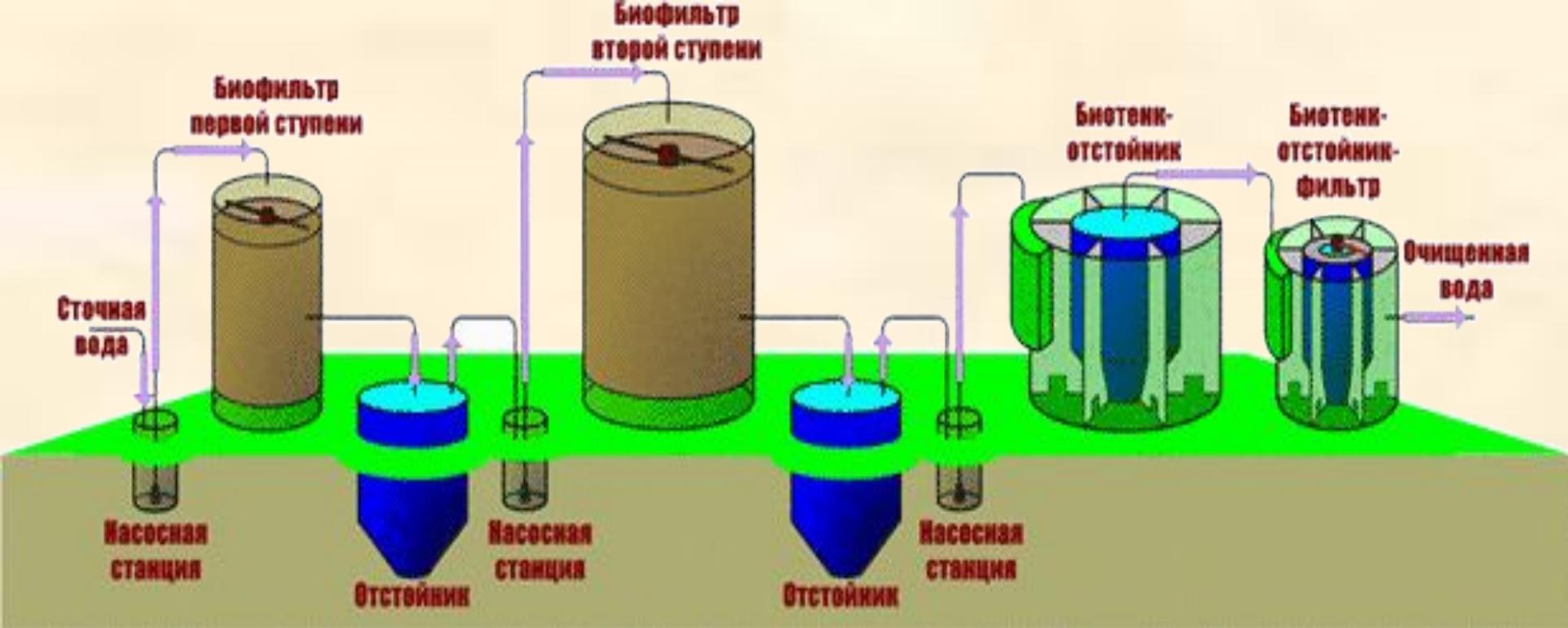
96 часов без аэрации

Эффективность биопрепарата Микрозим(tm)

Показатели	Сточная вода без обработки	Сточная вода после обработки биопрепаратом			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
Жиры	0,25	не обнаружено			
Перманган. окисляемость	924,7	522	392,9		
БПК	225	91,4	70,2	30,4	8,4
ВВ	250	100,3	51,3	32,4	10,2
pH	7,9	7,9	7,8	7,7	7,6
Запах	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла	1-2 балла
Цвет стоков	серый	серый	светло-серый	без цвета	без цвета

Принципиальная схема очистных сооружений сточных вод модульного типа (БИОС)





- **Глубокая биологическая очистка производственных органикозагрязненных сточных вод**
- Для глубокой очистки производственных и других органикозагрязненных сточных вод до требований на сброс в водоем (БПК - 3 – 6 мг/л, взвешенные вещества – 4 – 10 мг/л) разработаны технологические схемы с применением оборудования «КРЕАЛ».
- Технология обеспечивает повышение глубины биологической очистки благодаря следующим режимам:
- создание специфических микробных ценозов (активного ила и биопленок) путем соответствующего размещения плоскостной загрузки «КРЕАЛ» и изменения гидродинамического режима в аэротенке;
- повышение кислородной производительности (окислительной мощности) аэротенка за счет применения аэрационного оборудования «КРЕАЛ»
- проведение доочистки на фильтрах «КРЕАЛ» (отстойниках-фильтрах) в режиме интенсивного биоокисления органических веществ за счет неполной регенерации плавающей загрузки.



Классификация пластиков по критериям исходное сырье / биоразлагаемость

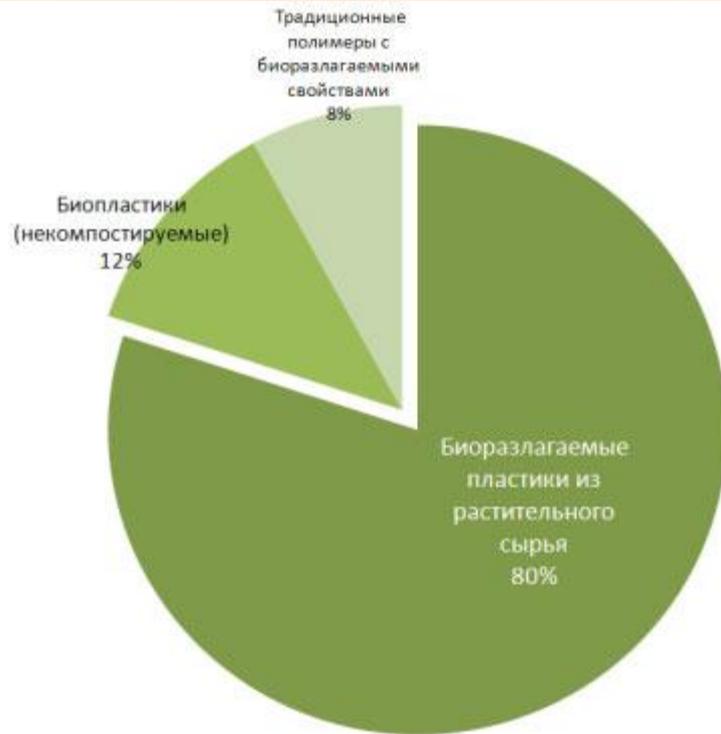
- **Биоразложение**
- **Новые материалы получили название биопластиков. Биопластики очень разные по своим свойствам и, важный момент, - не все биопластики биоразлагаемы!** <http://article.unipack.ru/37247/>

Производство полимеров из продуктов переработки нефти:



Производство полимеров будущего – из растительного сырья:





- **Рынок биополимеров – доли типов сырья**
- <http://article.unipack.ru/37247/>

Вот так день за днём "деградирует" тара из биodeградирующей упаковки.

<http://www.packet.by/articles/bio.html>

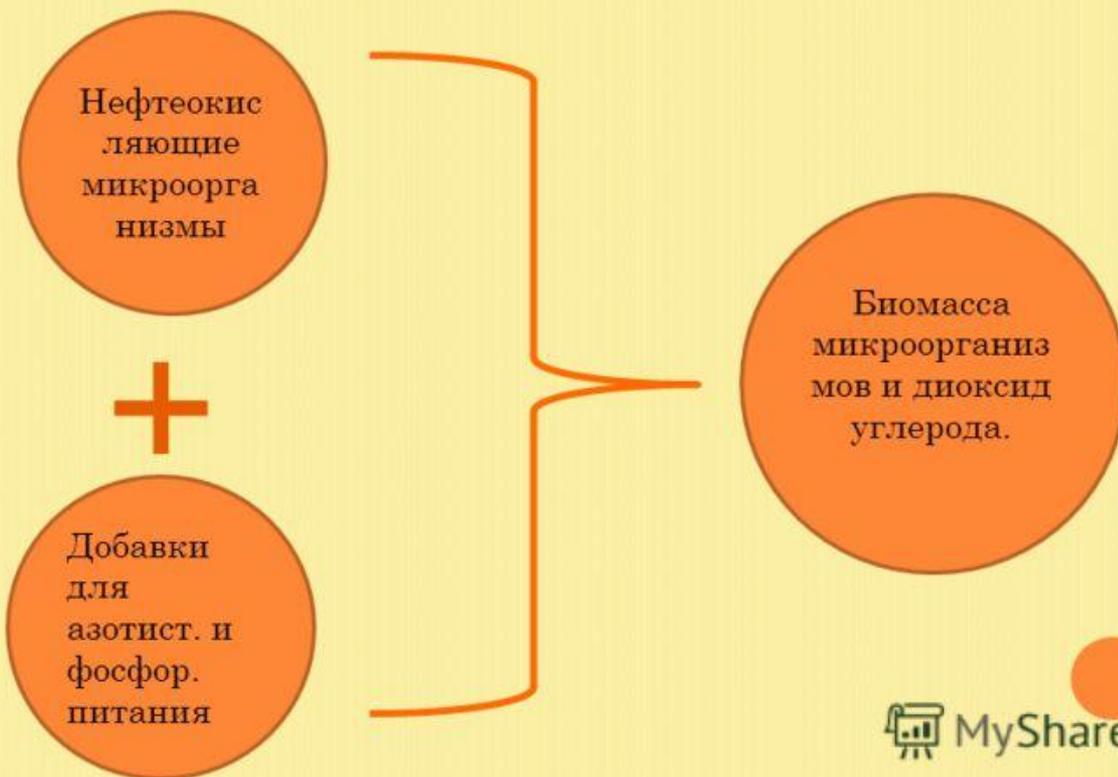


«Нефтяной Чернобыль» в
Мексиканском заливе

- **Биодеградация нефти**
- Концерн Total против добычи нефти в Арктике. Риски, связанные с добычей нефти в Арктике, слишком высоки
- В Тюменском госуниверситете создан большой банк штаммов активных бактерий, которые могут использоваться для биодеградации нефти».

БИОДЕГРАДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПОЧВЕ И ВОДЕ

При аварийных разливах нефти:





- **Минеральный (неорганический) сорбент С-ВЕРАД® БИО** предназначен для для сбора нефти и нефтепродуктов, восстановления (ремедиации) замазученной пропитанной нефтью (нефтепродуктами) земли. Используется для сбора аварийных разливов нефтепродуктов, мазута, масла, дизтоплива, жира, токсичных жидкостей с поверхности земли и воды, а так же для утилизации нефтешлама.
-
- Нефтеокисляющие бактерии, внедренные на сорбент, активно перерабатывают поглощенные сорбентом нефтепродукты, при этом оставшаяся часть сорбента С-ВЕРАД® будет являться отличным материалом для удобрения почвы, стимулятором роста растений, субстратом и мелиорантом почвы с поддержкой влаги и кислорода в грунте (аэрированием)
- Использование БИО сорбента С-ВЕРАД значительно ускоряет процесс деградации нефтезагрязнений, что очень важно для жёстких климатических условий крайнего Севера.



Табл. 1 Влияние на степень биодеструкции нефти и нефтепродуктов подачи микробной массы ила и адсорбента

Содержание нефтепродуктов, %	Биодеструкция, %								
	А - адсорбент без предварительного смешения с микробной массой ила (раздельно)			Б – адсорбент после предварительного смешения с микробной массой ила (в смеси)			Контроль (без внесения микробной массы ила)		
	30 дней	60 дней	90 дней	30 дней	60 дней	90 дней	30 дней	60 дней	90 дней
0,5	53,4	59,7	61,7	49,4	63,2	72,3	23,3	29,5	31,1
1,0	44,2	49,2	50,8	41,7	54,1	59,6	24,2	29,3	30,7
2,0	38,8	43,3	45,5	37,6	45,2	49,1	18,8	23,3	25,5
3,0	33,9	38,4	39,8	30,3	39,4	44,7	13,1	18,4	19,9
5,0	29,9	32,7	34,5	27,6	33,1	38,7	9,8	12,5	14,4
10,0	19,6	21,9	22,5	20,6	25,4	28,1	0,5	1,8	2,4



ДО



ПОСЛЕ



- **Рекультивация земель после загрязнения нефтепродуктами**
- **Восстановление земель при помощи технологии Сойлекс®**
- **ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТА «БАЙКАЛ ЭМ1»**

Когда нефть пропитывает почву...

БИОДЕСТРУКТОР НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОЗИМ™ ПЕТРО ТРИТ*

- Полностью разрушает нефтепродукты в почве и воде
- Быстро разлагает нефтепродукт до экологически безопасных веществ
- Восстанавливает почву
- Восстанавливает самоочищение
- Прост в применении, не требует внесения подкормки
- Экологически безопасен



*Санитарно-Эпидемиологическое заключение
№ 77.99.02.519.Д.001102.03.05

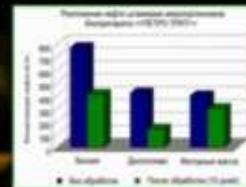
** Подробная техническая спецификация на
биопрепарат на сайте www.microzym.ru/apply.html

*** На рынке: Обработка биопрепаратом (пакеты) и
нефтяного разлива с биопрепаратной машиной ДТМ-301



ООО "РСЭ-трейдинг"
105066, Москва, ул. Спартаковская, д.9, стр.3
Тел./Факс: +7(495) 225-45-38
Электронная почта: microzym@microzym.ru
В интернет: www.microzym.ru

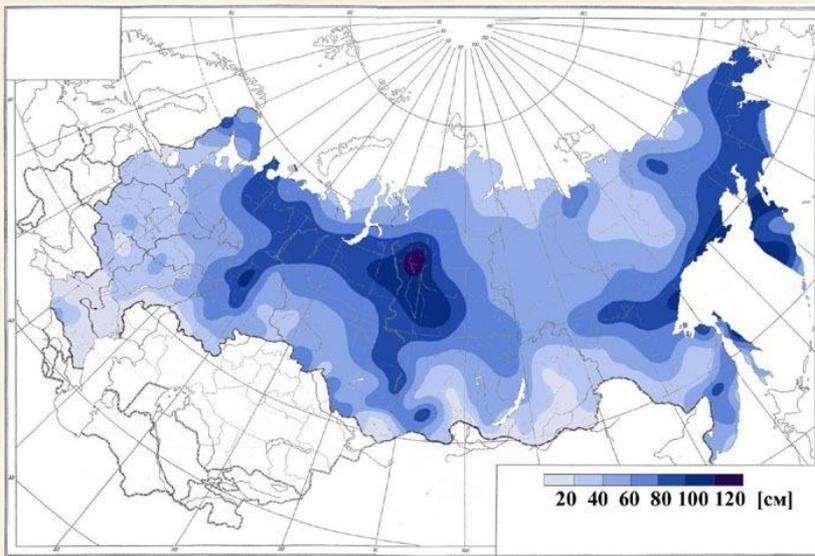
Биопрепарат микробно-ферментный Микрозим(тм) ПЕТРО ТРИТ** предназначен для нейтрализации загрязнения почвы нефтепродуктами путем интенсивного стимулируемого биологического разрушения нефтяного загрязнителя до экологически безопасных веществ в течение одного теплого сезона на месте загрязнения в естественных условиях или в более короткие сроки в искусственных условиях. За 10-14 суток биопрепарат



полностью разрушает до 50% нефтяного загрязнения, а в среднем за 1-2 месяца до 99% массы нефтяного загрязнения превращается в экологически безопасные побочные продукты. Разрушение нефтяного загрязнения приводит к быстрому восстановлению плодородия, процессов почвообразования и самоочищения.

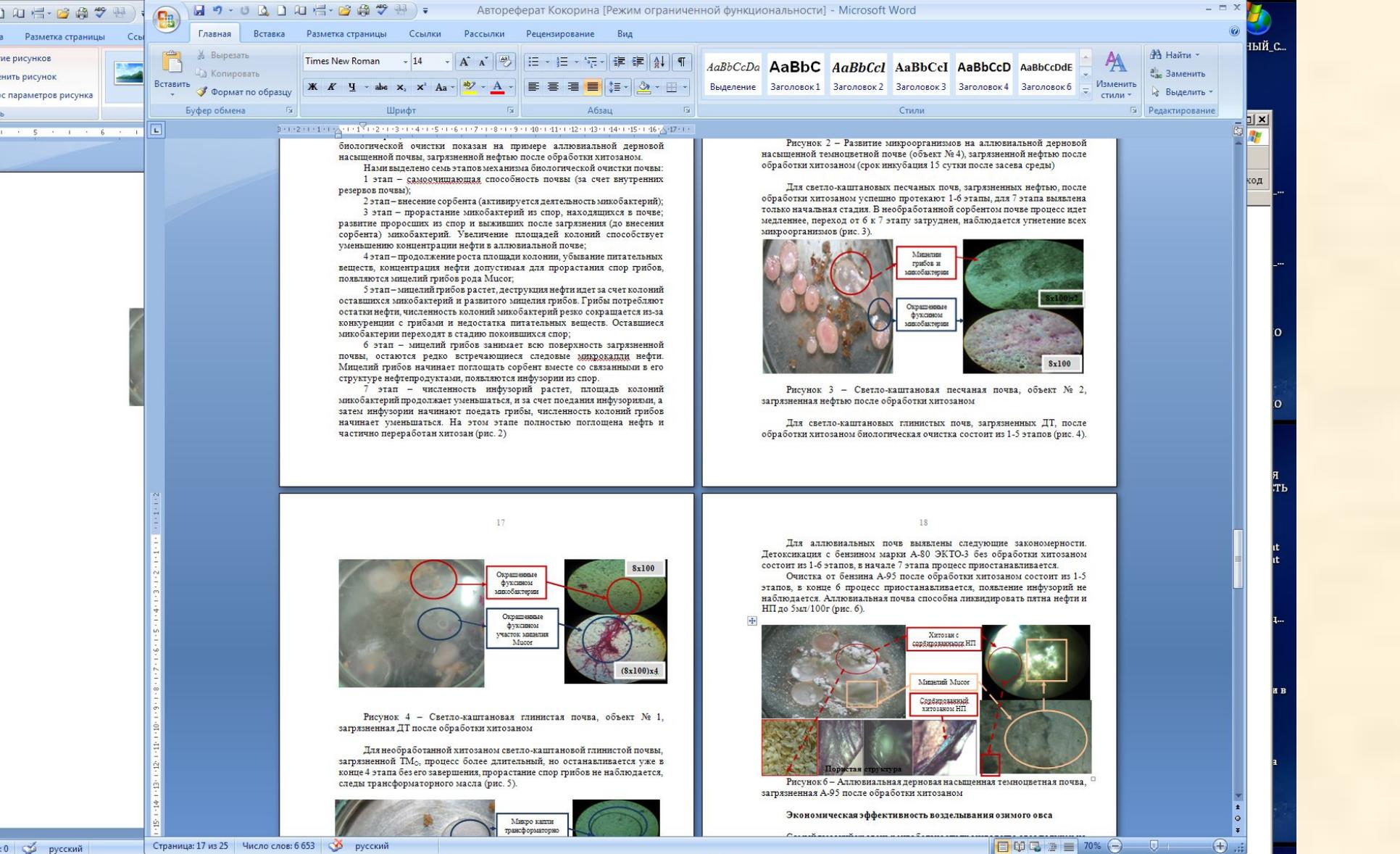


МИКРОЗИМ™. Мы гарантируем результат.



- Эрозия почвы. Вымысел или неизбежность?





- Детоксикация хитозаном нефтезагрязненных почв Волгоградской агломерации <http://rudocs.exdat.com/docs/index-502353.html>

БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

- Биологическая очистка стоков**
- Биокомпостирование твердых отходов**
- Анаэробный способ переработки отходов**
- Биологическая очистка газовых выбросов.**
- Биодegradация нефтяных загрязнений на почве и воде**

Биотопливо



- **В США разработан новый метод получения биотоплива из водорослей**
- Специалисты из Joule Biotechnologies (США) создали новое поколение **геномодифицированных водорослей**, которые с помощью фотосинтеза создают молекулы, формирующие основу дизельного топлива. Для создания **биодизеля** водоросли используют углекислый газ и солнечный свет. Система SolarConverter внешне напоминает традиционную солнечную батарею; между панелями заключен светопроницаемый водный раствор, в котором находятся водоросли. Система не требует сельскохозяйственных угодий и огромных посевных площадей. Первый завод по производству **биодизельного топлива** из водорослей будет запущен в 2011 г.



- **В Хорватии могут появиться станции по производству биотоплива**
- Архитекторы бюро UPI 2M (Хорватия) занимаются проектированием станций по производству **биотоплива**, которые помимо выработки энергии будут очищать окружающую среду от примесей. **В качестве сырья для производства биотоплива предполагается использовать некоторые виды водорослей и бамбука.** Проект носит название Bioostanic. **Биотопливные станции** представляют из себя гигантские колонны и внешне напоминают кактусы. Предполагается, что такие башни появятся на месте прежних автозаправок.



- **Биотопливо из водорослей**
- По своим энергетическим характеристикам водоросли значительно превосходят другие источники.
- 200 тысяч гектаров прудов могут производить топливо, достаточное для годового потребления 5% автомобилей США. 200 тысяч гектаров — это менее 0,1% земель США пригодных для выращивания водорослей.
- Однако, водоросли, содержащие большее количество масла, растут медленнее. Например, водоросли, содержащие 80% нефти вырастают раз в 10 дней, в то время как, водоросли, содержащие 30% -3 раза в день.
- Производство водорослей привлекательно еще и тем, что в ходе биосинтеза поглощается углекислый газ из атмосферы.
- Однако, **основная технологическая трудность заключается в том, что водоросли чувствительны к изменению температуры**, которая вследствие этого должна поддерживаться на определенном уровне (резкие суточные колебания недопустимы).
- Также коммерческому **применению водорослей в качестве топлива препятствует на сегодняшний день отсутствие эффективных инструментов для сбора водорослей** в больших объемах. Также необходимо определить наиболее эффективные для сбора масла виды.



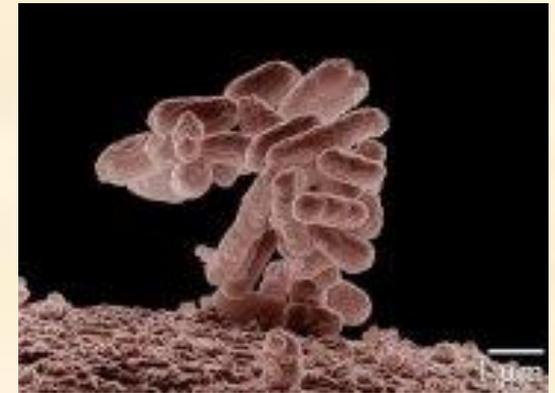
- Японцы будут производить авиационное биотопливо из водорослей
- Японская INI Corporation намерена производить авиационное биотопливо из водорослей. Затраты на выпуск горючего ожидаются в 10 раз меньше, чем на производство традиционного авиатоплива. Технология уже разработана. Запуск заводов по выпуску инновационного биотоплива планируется в 2018 году.



- **Нефть из морских водорослей**
- **Нагревая вместе с водой морские водоросли в автоклаве, ученые научились получать нефть за несколько десятков минут.** Ученые Мичиганского университета работают над тем, чтобы изучить и улучшить этот процесс, чтобы ускорить развитие возможного биотоплива, который может заменить ископаемое топливо в современных двигателях.
- Они также исследуют возможность других новых топливных источников, типа бактерий *E. coli*, которые питались бы ненужными продуктами, пишет sunhome.ru



- **Спирт из водорослей вместо нефти**
- Бурые водоросли — неплохой заменитель нефтяных и газовых месторождений
- СОЗДАНА БАКТЕРИЯ, СПОСОБНАЯ ЭФФЕКТИВНО ПЕРЕРАБАТЫВАТЬ БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ В БИОТОПЛИВО — ЭТАНОЛ. СООТВЕТСТВУЮЩУЮ РАБОТУ НЕКОТОРЫЕ УЧЕНЫЕ УЖЕ НАЗВАЛИ «ИНЖЕНЕРНЫМ ПОДВИГОМ», ОДНАКО ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НУЖНО ПРОИЗВОДИТЬ В МИЛЛИОН РАЗ БОЛЬШЕ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ, ЧЕМ СЕГОДНЯ.



Биотопливо Из Навоза

Ученые из Эксетерского университета вместе с нефтегазовой компанией Shell **нашли способ, как заставить обычную бактерию E. coli** (или энтерогеморрагическую бактерию, или просто кишечную палочку) **производить биотопливо**, которым можно заправлять легковые, грузовые автомобили и даже самолеты. До сегодняшнего момента биотопливо производили из цепочки углеводородных соединений неправильной формы и размера. Это позволяло большинству современных двигателей внутреннего сгорания его «переваривать».





- **Биогаз из навоза**
- О том, что можно производить **биогаз из навоза** знали ещё во времена Древнего Китая. Остаётся только порадоваться смекалке и сноровке жителей этой стародавней страны. Биогаз добывается из натуральных элементов и довольно часто ими служат продукты отходов пищеварения крупного скота. Поэтому такой способ получения энергии не есть затратным, при условии, что Вы являетесь владельцем обширного хозяйства.

Тип сырья	Выход газа (м ³ на килограмм сухого вещества)	Содержание метана (%)
<i>А. навоз животных</i>		
Навоз КРС	0,250 - 0,340	65
Свиной навоз	0,340 - 0,580	65 - 70
Птичий помет	0,310 - 0,620	60
Конский навоз	0,200 - 0,300	56 - 60
Овечий навоз	0,300 - 620	70
<i>Б. Отходы хозяйства</i>		
Сточные воды, фекалии	0,310 - 0,740	70
Овощные отходы	0,330 - 0,500	50-70
Картофельная ботва	0,280 - 0,490	60 - 75
Свекольная ботва	0,400 - 0,500	85
<i>С. Растительные сухие отходы</i>		
Пшеничная солома	0,200 - 0,300	50 - 60
Солома ржи	0,200 - 0,300	59
Ячменная солома	0,250 - 0,300	59
Овсяная солома	0,290 - 0,310	59
Кукурузная солома	0,380 - 0,460	59
Лен	0,360	59
Конопля	0,360	59
Свекольный жом	0,165	
Листья подсолнечника	0,300	59
Клевер	0,430 - 0,490	
<i>Д. Другое</i>		
Трава	0,280 - 0,630	70
Листва деревьев	0,210 - 0,290	58

- **Выход газа и содержание метана**
- Выход газа обычно подсчитывается в литрах или кубических метрах на килограмм сухого вещества, содержащегося в навозе. В таблице показаны значения выхода биогаза на килограмм сухого вещества для разных видов сырья после 10-20 дней ферментации при мезофильной температуре.

Для определения выхода биогаза из свежего сырья с помощью таблицы сначала нужно определить влажность свежего сырья. Для этого можно взять килограмм свежего навоза, высушить его и взвесить сухой остаток. Влажность навоза в процентах можно подсчитать по формуле: $(1 - \text{вес высушенного навоза}) \times 100\%$.



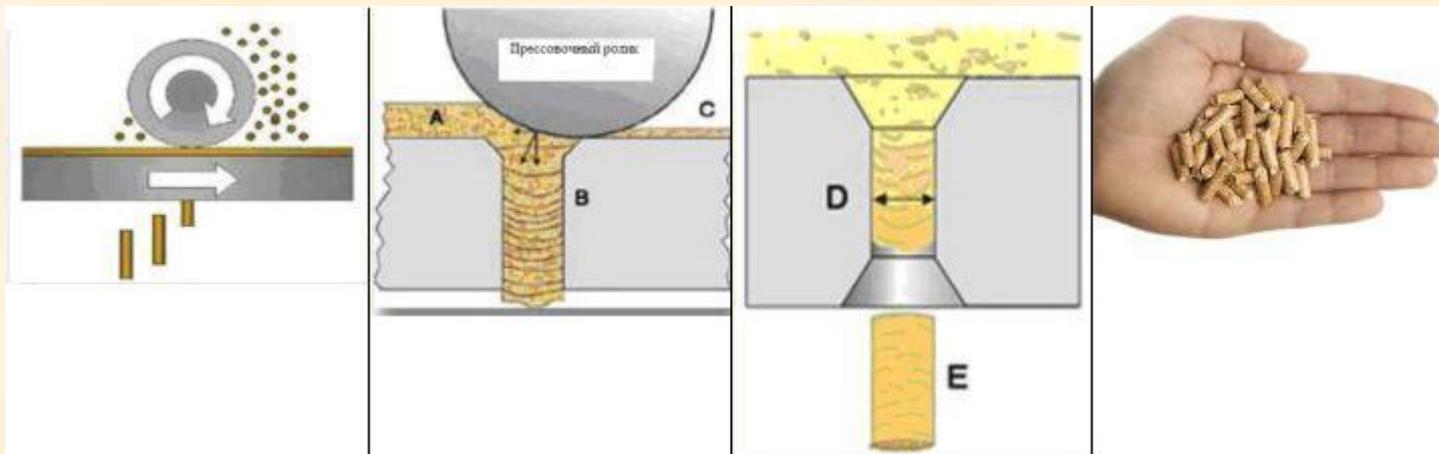
- **Метантенк** (от англ. methane — метан и англ. tank — резервуар) — устройство для анаэробного брожения — резервуар) — устройство для анаэробного брожения жидких органических отходов с получением метана.
- Очистка сточных вод



- Биотопливо из масличных культур.
- **Ятрофа. Биотопливо как неисчерпаемый источник**
- Производство биотоплива из ятрофы обеспечивает все качества и преимущества биогорючего. Древесный кустарник с крупными маслянистыми семенами является идеальным источником для получения биотоплива. Для его выращивания благоприятны условия сухого климата

Сырье	кг масла/га	литров масла/га
Кукуруза	145	172
Кешью	148	176
Овес	183	217
Люпин	195	232
Календула	256	305
Хлопок	273	325
Конопля	305	363
Соя	375	446
Кофе	386	459
Лен	402	478
Лесной орех	405	482
Семена тыквы	449	534
Кориандр	450	536
Семена горчицы	481	572
Семена рыжика	490	583
Кунжут	585	696
Сафлор красильный	655	779
Рис	696	828
Подсолнечник	800	952
Какао	863	1026
Арахис	890	1059
Мак	978	1163
Рапс	1000	1190
Олива	1019	1212
Пекан	1505	1791
Жожоба	1528	1818
Ятрофа	1590	1892
Авокадо	2217	2638
Кокос	2260	2689
Масличная пальма	5000	5950

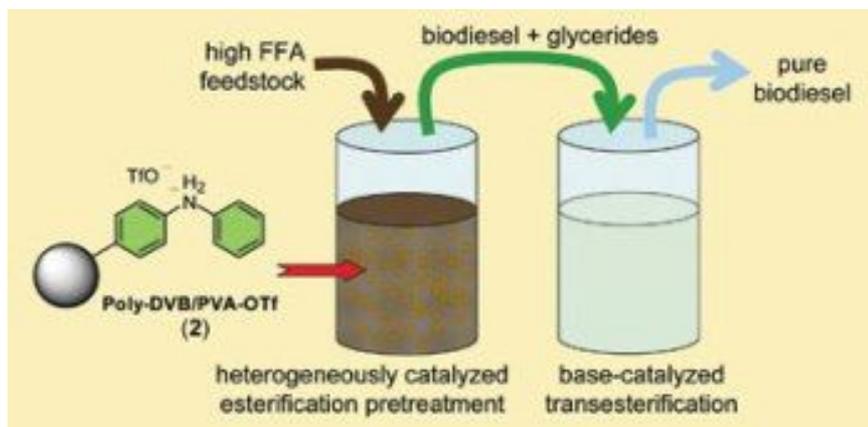
Данные The Global Petroleum Club



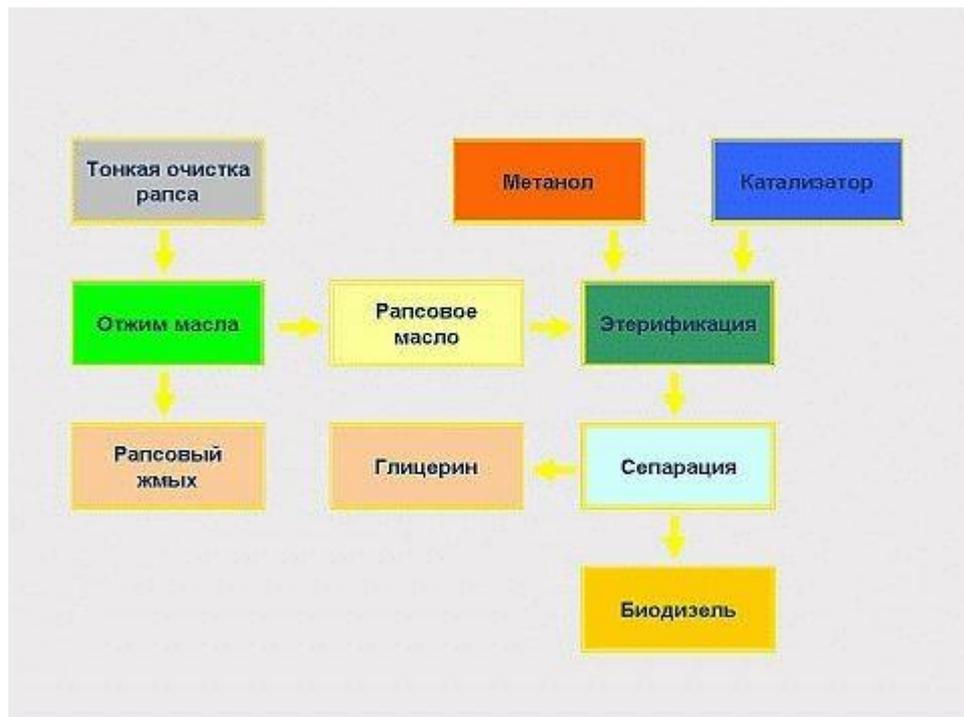
- **Твердое биотопливо**

- **Топливные гранулы (пеллэты)** ([англ. pellets](#)) — [биотопливо](#) — биотопливо, получаемое из [торфа](#), древесных отходов и отходов сельского хозяйства. Представляет собой цилиндрические гранулы стандартного размера.
- Производство топливных гранул началось в [1947 году](#)

Биодизель



- Пальмовый дизель столь же грязный, как и топливо из нефтеносных песков
- Существует хорошее биотопливо и плохое биотопливо, и самое плохое из них столь же грязное, как наиболее скверное ископаемое топливо. Однако хорошее биотопливо необходимо для борьбы с изменением климата.



- **Поколения растительного биотоплива**
- Растительное сырьё разделяют на поколения.
- Сырьём **первого поколения** являются сельскохозяйственные культуры являются сельскохозяйственные культуры с высоким содержанием жиров, крахмала, сахаров. Растительные жиры являются сельскохозяйственные культуры с высоким содержанием жиров, крахмала, сахаров. Растительные жиры перерабатываются в биодизель, а крахмалы являются сельскохозяйственные культуры с высоким содержанием жиров, крахмала, сахаров. Растительные жиры перерабатываются в биодизель, а крахмалы и сахара — в этанол. С учётом не прямых изменений в землепользовании такое сырьё часто наносит больший ущерб климату, чем тот, которого удаётся избежать за счёт отказа от сжигания ископаемого топлива. Кроме того, его изъятие с рынка прямо влияет на цену пищевых продуктов. Почти всё современное транспортное биотопливо производится из сырья первого поколения, использование сырья второго поколения находится на ранних стадиях коммерциализации либо в процессе исследований.
- Непищевые остатки культивируемых растений, траву и древесину называют **вторым поколением** сырья. Его получение гораздо менее затратно чем у культур первого поколения. Такое сырьё содержит целлюлозу сырья. Его получение гораздо менее затратно чем у культур первого поколения. Такое сырьё содержит целлюлозу и лигнин сырья. Его получение гораздо менее затратно чем у культур первого поколения. Такое сырьё содержит целлюлозу и лигнин. Его можно прямо сжигать (как это традиционно делали с дровами), газифицировать сырья. Его получение гораздо менее затратно чем у культур первого поколения. Такое сырьё содержит целлюлозу и лигнин. Его можно прямо сжигать (как это традиционно делали с дровами), газифицировать (получая газифицированное сырьё). Его получение гораздо менее затратно чем у культур первого поколения.



- **Биотопливо второго поколения**
- Завод пиролиза биомассы, Австрия
- Биотопливо второго поколения — различное топливо, полученное различными методами [пиролиза биомассы](#)
- Биотопливо второго поколения — различное топливо, полученное различными методами пиролиза биомассы, или прочие виды топлива, помимо [метанола](#)
- Биотопливо второго поколения — различное топливо, полученное различными методами пиролиза биомассы, или прочие виды топлива, помимо метанола, [этанола](#)
- Биотопливо второго поколения — различное топливо, полученное различными методами пиролиза биомассы, или прочие виды топлива, помимо метанола, этанола, [биодизеля](#) произведенное из источников сырья «второго поколения».
- Источниками сырья для биотоплива второго поколения являются лигно-целлюлозные соединения, остающиеся после того, как пригодные для использования в пищевой промышленности части биологического сырья удаляются. Использование биомассы для производства Биотоплива второго поколения направленно на сокращение количества использованной земли, пригодной для ведения сельского хозяйства. К растениям — источникам сырья второго поколения относятся:
- [Рыжик \(растение\)](#) — растущий в ротации с пшеницей и другими

- Быстрый пиролиз позволяет превратить биомассу в жидкость, которую легче и дешевле транспортировать, хранить и использовать. Из жидкости можно произвести автомобильное топливо, или топливо для электростанций.
- Из биотоплив второго поколения, продающихся на рынке, наиболее известны BioOil производства канадской компании Dynamotive и SunDiesel германской компании [CHOREN Industries GmbH](#)
- По оценкам Германского Энергетического Агентства (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (при ныне существующих технологиях) производство топлив пиролизом биомассы может покрыть 20 % потребностей [Германии](#) По оценкам Германского Энергетического Агентства (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (при ныне существующих технологиях) производство топлив пиролизом биомассы может покрыть 20 % потребностей Германии в автомобильном топливе. К [2030 году](#), с развитием технологий, пиролиз биомассы может обеспечить 35 % германского потребления автомобильного топлива. Себестоимость производства составит менее €0,80 за литр топлива.
- Создана «Пиролизная сеть» (Pyrolysis Network (PyNe)) — исследовательская организация, объединяющая исследователей из 15 стран [Европы](#) Создана «Пиролизная сеть» (Pyrolysis Network (PyNe)) — исследовательская организация, объединяющая исследователей из 15 стран Европы, [США](#) Создана «Пиролизная сеть» (Pyrolysis Network (PyNe)) — исследовательская организация, объединяющая исследователей из 15 стран Европы, США и [Канады](#).
- Весьма перспективно также использование жидких продуктов пиролиза древесины хвойных пород. Например, смесь 70 % живичного скипидара, 25 % метанола и 5 % ацетона, то есть фракций сухой перегонки смолистой древесины сосны, с успехом может применяться в качестве замены бензина марки А-80. Причём для перегонки применяются отходы дереводобычи: сучья, пень, кора.

- **Биотопливо третьего поколения**

- Биотопливо третьего поколения — топлива, полученные из водорослей.

- [Департамент Энергетики США](#) Департамент Энергетики США с [1978 года](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по [1996 года](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал [водоросли](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что [Калифорния](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что Калифорния, [Гавайи](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что Калифорния, Гавайи и [Нью-Мексико](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что Калифорния, Гавайи и Нью-Мексико пригодны для промышленного производства водорослей в открытых прудах. В течение 6 лет водоросли выращивались в прудах площадью 1000 м². Пруд в [Нью-Мексико](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что Калифорния, Гавайи и Нью-Мексико пригодны для промышленного производства водорослей в открытых прудах. В течение 6 лет водоросли выращивались в прудах площадью 1000 м². Пруд в Нью-Мексико показал высокую эффективность в захвате CO₂. Урожайность составила более 50 гр. водорослей с 1 м² в день. 200 тысяч гектаров прудов могут производить [топливо](#) Департамент Энергетики США с 1978 года по 1996 года исследовал водоросли с высоким содержанием масла по программе «Aquatic Species Program». Исследователи пришли к выводу, что Калифорния, Гавайи и Нью-Мексико пригодны для промышленного производства водорослей в открытых прудах. В течение 6 лет водоросли выращивались в прудах площадью 1000 м². Пруд в Нью-Мексико показал

Виды биотоплива

Биотопливо разделяют на твёрдое, жидкое и газообразное.

- Твёрдое — это традиционные дрова (часто в виде отходов деревообработки) и топливные гранулы (прессованные мелкие остатки деревообработки).
- Жидкое топливо — это спирты (метанол, этанол, бутанол), эфиры, биодизель и биомазут.
- Газообразное топливо — различные газовые смеси с угарным газом, метаном, водородом получаемые при термическом разложении сырья в присутствии кислорода (газификация), без кислорода (пиролиз) или при сбраживании под воздействием бактерий.

Твёрдое биотопливо

- Дрова Дрова — древнейшее топливо, используемое человечеством. В настоящее время в мире для производства дров или биомассы выращивают энергетические леса, состоящие из быстрорастущих пород (тополь Дрова — древнейшее топливо, используемое человечеством. В настоящее время в мире для производства дров или биомассы выращивают энергетические леса, состоящие из быстрорастущих пород (тополь, эвкалипт Дрова — древнейшее топливо, используемое человечеством. В настоящее время в мире для производства дров или биомассы выращивают энергетические леса, состоящие из быстрорастущих пород (тополь, эвкалипт и др.). В России на дрова и биомассу в основном идет балансовая древесина, не подходящая по качеству для производства пиломатериалов).
- Топливные гранулы и брикеты — прессованные изделия из древесных отходов (опилок, щепы, коры, тонкомерной и некондиционной древесины, порубочные остатки при лесозаготовках), соломы, отходов сельского хозяйства (лузги подсолнечника, ореховой скорлупы, навоза, куриного помета) и другой биомассы. Древесные топливные гранулы называются пеллеты, они имеют форму цилиндрических или сферических гранул диаметром 8—23 мм и длиной 10—30 мм. В настоящее время в России производство топливных гранул и брикетов экономически выгодно только при больших объёмах.
- Энергоносители биологического происхождения (главным образом навоз Энергоносители биологического происхождения (главным образом навоз и т. п.) брикетируются, сушатся и сжигаются в каминах жилых домов и топках тепловых электростанций Энергоносители биологического происхождения (главным образом навоз и т. п.) брикетируются, сушатся и сжигаются в каминах жилых домов и топках тепловых электростанций, вырабатывая дешёвое электричество).
- Отходы биологического происхождения — необработанные или с минимальной степенью подготовки к сжиганию: опилки, щепка, кора, лузга, шелуха, солома и т. д.



Жидкое биотопливо

- Биоэтанол
- Сахарный тростник — сырьё для производства этанола
- Мировое производство биоэтанола в [2015](#) Мировое производство биоэтанола в 2015 составило 98,3 млрд литров, из которых 30 пришлось на [Бразилию](#) Мировое производство биоэтанола в 2015 составило 98,3 млрд литров, из которых 30 пришлось на Бразилию и 56,1 — на [США](#) Мировое производство биоэтанола в 2015 составило 98,3 млрд литров, из которых 30 пришлось на Бразилию и 56,1 — на США. Этанол в [Бразилии](#) Мировое производство биоэтанола в 2015 составило 98,3 млрд литров, из которых 30 пришлось на Бразилию и 56,1 — на США. Этанол в Бразилии производится преимущественно из [сахарного тростника](#) Мировое производство биоэтанола в 2015 составило 98,3 млрд литров, из которых 30 пришлось на Бразилию и 56,1 — на США. Этанол в Бразилии производится преимущественно из сахарного тростника, а в США — из [кукурузы](#).
- В январе [2007 года](#) В январе 2007 года, в послании [Конгрессу](#) В январе 2007 года, в послании Конгрессу Дж. Буш предложил план «20 за 10». План предлагал сократить потребление [бензина](#) В январе 2007 года, в послании Конгрессу Дж. Буш предложил план «20 за 10». План предлагал сократить потребление бензина на 20 % за 10 лет, что позволило бы сократить потребление [нефти](#) В январе 2007 года, в послании Конгрессу Дж. Буш предложил план «20 за 10». План предлагал сократить потребление бензина на 20 % за 10 лет, что позволило бы сократить потребление нефти на 10 %. 15 % [бензина](#) В январе 2007 года, в послании Конгрессу Дж. Буш предложил план «20 за 10». План предлагал сократить

- **Этанол** является менее «энергоплотным» источником энергии чем бензин; пробег машин, работающих на E85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина; буква «E» от английского **Ethanol** является менее «энергоплотным» источником энергии чем бензин; пробег машин, работающих на E85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина; буква «E» от английского Ethanol), на единицу объёма топлива составляет примерно 75 % от пробега стандартных машин. Обычные машины не могут работать на E85, хотя двигатели внутреннего сгорания прекрасно работают на E10 (некоторые источники утверждают, что можно использовать даже E15). На «настоящем» этаноле могут работать только т. н. «**Flex-Fuel**» является менее «энергоплотным» источником энергии чем бензин; пробег машин, работающих на E85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина; буква «E» от английского Ethanol), на единицу объёма топлива составляет примерно 75 % от пробега стандартных машин. Обычные машины не могут работать на E85, хотя двигатели внутреннего сгорания прекрасно работают на E10 (некоторые источники утверждают, что можно использовать даже E15). На «настоящем» этаноле могут работать только т. н. «Flex-Fuel» машины («гибкотопливные» машины). Эти **автомобили** является менее «энергоплотным» источником энергии чем бензин; пробег машин, работающих на E85 (смесь 85 % этанола и 15 % бензина; буква «E» от английского Ethanol), на единицу объёма топлива составляет примерно 75 % от пробега стандартных машин. Обычные машины не могут работать на E85, хотя двигатели внутреннего сгорания прекрасно работают на E10 (некоторые источники утверждают, что можно использовать даже E15). На «настоящем» этаноле могут работать только т. н. «Flex-Fuel» машины («гибкотопливные» машины). Эти автомобили также могут работать

Биометанол

- Промышленное культивирование Промышленное культивирование и биотехнологическая Промышленное культивирование и биотехнологическая конверсия Промышленное культивирование и биотехнологическая конверсия морского фитопланктона в настоящее время не достигли стадии коммерциализации, но рассматриваются как одно из перспективных направлений в области получения биотоплива.
- В начале 80-х В начале 80-х рядом европейских стран совместно разрабатывался проект, ориентированный на создание промышленных систем с использованием прибрежных В начале 80-х рядом европейских стран совместно разрабатывался проект, ориентированный на создание промышленных систем с использованием прибрежных пустынных районов. Осуществлению этого проекта помешало общемировое снижение цен на нефть.
- Первичное производство биомассы возможно путём культивирования фитопланктона в искусственных водоемах, создаваемых на морском побережье.
- Вторичные процессы представляют собой метановое брожение Вторичные процессы представляют собой метановое брожение биомассы и последующее гидроксилирование Вторичные процессы представляют собой метановое брожение биомассы и

- Потенциальными преимуществами использования микроскопических водорослей являются следующие:
- высокая продуктивность фитопланктона (до 100 т/га в год);
- в производстве не используются ни плодородные почвы, ни пресная вода;
- процесс не конкурирует с сельскохозяйственным производством;
- энергоотдача процесса достигает 14 на стадии получения метана и 7 на стадии получения метанола;
- С точки зрения получения энергии данная биосистема с точки зрения получения энергии данная биосистема может иметь существенные экономические преимущества по сравнению с другими способами преобразования солнечной энергии.

Биобутанол

- [Бутанол](#)Бутанол- C₄H₁₀O — бутиловый спирт. Бесцветная жидкость с характерным запахом. Широко используется как химическое сырьё в промышленности, в качестве транспортного топлива в коммерческих масштабах не применяется. В [США](#)Бутанол- C₄H₁₀O — бутиловый спирт. Бесцветная жидкость с характерным запахом. Широко используется как химическое сырьё в промышленности, в качестве транспортного топлива в коммерческих масштабах не применяется. В США ежегодно производится 1,39 млрд литров [бутанола](#) приблизительно на \$1,4 млрд.
- Бутанол начал производиться в начале [XX века](#) с использованием бактерии *Clostridia acetobutylicum*. В [50-х](#). В 50-х годах из-за падения цен на [нефть](#) начал производиться из нефтепродуктов.
- [Бутанол](#)Бутанол не обладает коррозионными свойствами, может передаваться по существующей инфраструктуре. Может, но не обязательно должен, смешиваться с традиционными топливами. Энергия [бутанола](#)Бутанол не обладает коррозионными свойствами, может передаваться по существующей инфраструктуре. Может, но не обязательно должен, смешиваться с традиционными топливами. Энергия бутанола близка к энергии [бензина](#)Бутанол не обладает коррозионными свойствами, может передаваться по существующей инфраструктуре. Может, но не обязательно должен, смешиваться с традиционными топливами. Энергия бутанола близка к энергии бензина. Бутанол может использоваться в [топливных элементах](#)Бутанол не обладает коррозионными свойствами, может передаваться по существующей инфраструктуре. Может, но не обязательно должен, смешиваться с традиционными топливами. Энергия бутанола близка к энергии бензина. Бутанол может использоваться в топливных элементах, и как сырьё для производства [водорода](#).

Диметиловый эфир

- [Диметиловый эфир](#) (ДМЭ) — C_2H_6O .
- Может производиться как из [угля](#) Может производиться как из угля, [природного газа](#) Может производиться как из угля, природного газа, так и из [биомассы](#). Большое количество диметилового эфира производится из отходов целлюлозно-бумажного производства. Сжижается при небольшом давлении.
- Диметиловый эфир — экологически чистое [топливо](#) Диметиловый эфир — экологически чистое топливо без содержания [серы](#) Диметиловый эфир — экологически чистое топливо без содержания серы, содержание [оксидов азота](#) Диметиловый эфир — экологически чистое топливо без содержания серы, содержание оксидов азота в [выхлопных газах](#) Диметиловый эфир — экологически чистое топливо без содержания серы, содержание оксидов азота в выхлопных газах на 90 % меньше, чем у [бензина](#). Применение диметилового эфира не требует специальных фильтров, но необходима переделка систем питания (установка газобаллонного оборудования, корректировка смесеобразования) и зажигания двигателя. Без переделки возможно применение на автомобилях с LPG-двигателями при 30 % содержания в топливе.
- В июле [2006 года](#) В июле 2006 года Национальная Комиссия Развития и Реформ (NDRC) ([Китай](#) В июле 2006 года Национальная Комиссия Развития и Реформ (NDRC) (Китай) приняла стандарт использования диметилового эфира в качестве [топлива](#) В июле 2006 года Национальная Комиссия Развития и Реформ (NDRC) (Китай) приняла стандарт использования диметилового эфира в качестве топлива. Китайское правительство будет поддерживать развитие диметилового эфира, как возможную альтернативу [дизельному топливу](#) В июле 2006 года Национальная Комиссия Развития и Реформ

Биодизель

- **Биодизель** — ТОПЛИВО — топливо на основе жиров — топливо на основе жиров животного, растительного и микробного происхождения, а также продуктов их этерификации (кислота+спирт=сложный эфир).
- Для получения биодизельного топлива используются растительные или животные жиры. Сырьём могут быть рапсовое, соевое, пальмовое, кокосовое масло, или любого другого масла-сырца, а также отходы пищевой промышленности. Разрабатываются технологии производства биодизеля из водорослей.

Углеводороды

- Ряд микроорганизмов, например *Botryococcus braunii*, способны накапливать углеводородов, способны накапливать углеводородов до 40 % общего сухого веса. В основном они представлены изопреноидными углеводородами.

Газообразное топливо

- **Биогаз**

Биогаз — продукт сбраживания органических отходов (биомассы — продукт сбраживания органических отходов (биомассы), представляющий смесь метана — продукт сбраживания органических отходов (биомассы), представляющий смесь метана и углекислого газа — продукт сбраживания органических отходов (биомассы), представляющий смесь метана и углекислого газа. Разложение биомассы происходит под воздействием бактерий — продукт сбраживания органических отходов (биомассы), представляющий смесь метана и углекислого газа. Разложение биомассы происходит под воздействием бактерий класса метаногенов.

- **Биоводород**

Биоводород — водород, полученный из биомассы термохимическим, биохимическим или другим способом, например водорослями.

- **Метан**

Метан синтезируется после очистки от всевозможных примесей так называемого синтетического природного газа из углеродосодержащего твёрдого топлива, такого как уголь или древесина. Этот экзотермический процесс происходит при температуре от 300 до 450 °С и давлении 1–5 бар в присутствии катализатора. В мире уже имеется

- **Последствия для экосистем**

- Согласно исследованию, опубликованному в журнале *Science*, введение платы за выбросы CO₂ из ископаемого топлива при игнорировании выбросов биотоплива приведёт к росту спроса на биомассу, который к 2065 году превратит буквально все остающиеся естественные леса, луга и большую часть других экосистем в плантации биотоплива.[29], введение платы за выбросы CO₂ из ископаемого топлива при игнорировании выбросов биотоплива приведёт к росту спроса на биомассу, который к 2065 году превратит буквально все остающиеся естественные леса, луга и большую часть других экосистем в плантации биотоплива.[29] Леса уже сейчас уничтожаются для получения биотоплива. [30], введение платы за выбросы CO₂ из ископаемого топлива при игнорировании выбросов биотоплива приведёт к росту спроса на биомассу, который к 2065 году превратит буквально все остающиеся естественные леса, луга и большую часть других экосистем в плантации биотоплива.[29] Леса уже сейчас уничтожаются для получения биотоплива. [30] Возрастающий спрос на пеллеты ведет к расширению международной торговли (в первую очередь с поставками в Европу), угрожающей лесам по всему миру.[31], введение платы за выбросы CO₂ из ископаемого топлива при игнорировании выбросов биотоплива приведёт к росту спроса на биомассу, который к 2065 году превратит буквально все остающиеся естественные леса, луга и большую часть других экосистем в плантации биотоплива.[29] Леса уже сейчас уничтожаются для получения биотоплива. [30] Возрастающий спрос на пеллеты ведет к расширению международной торговли (в первую очередь с поставками в Европу), угрожающей лесам по всему миру.[31] Например, английский производитель электроэнергии [Drax](#), введение платы за выбросы CO₂ из ископаемого топлива при игнорировании выбросов биотоплива приведёт к росту спроса на биомассу, который к 2065 году превратит буквально все остающиеся естественные леса, луга и большую часть других экосистем в плантации биотоплива.[29] Леса уже сейчас уничтожаются для получения биотоплива. [30] Возрастающий спрос на пеллеты ведет к расширению международной торговли (в первую очередь с поставками в Европу), угрожающей лесам по всему миру.[31] Например, английский производитель электроэнергии Drax планирует получать из биотоплива половину своей мощности 4 ГВт. [32] Это означает необходимость импорта 20 млн. т. древесины в год, вдвое больше, чем заготавливается в самой Великобритании.

- **Влияние на продовольственную безопасность**
- Поскольку, несмотря на годы усилий и существенные инвестиции, производство топлива из водорослей не удаётся вывести за пределы лабораторий, биотопливо требует изъятия сельхозугодий. Согласно данным [IEA](#) за 2007 год, годовое производство 1 EJ энергии транспортного биотоплива в год требует 14 млн. гектаров сельскохозяйственных земель, то есть 1 % транспортного топлива требует 1 % сельскохозяйственных земель.
- **Распространение**
- По оценкам [Worldwatch Institute](#) По оценкам Worldwatch Institute (англ.) [русск.](#) По оценкам Worldwatch Institute (англ.) [русск.](#) в [2007 году](#) По оценкам Worldwatch Institute (англ.) [русск.](#) в 2007 году во всём мире было произведено 54 миллиарда литров биотоплив, что составляет 1,5 % от мирового потребления жидких топлив. Производство этанола составило 46 миллиардов литров. [США](#) По оценкам Worldwatch Institute (англ.) [русск.](#) в 2007 году во всём мире было произведено 54 миллиарда литров биотоплив, что составляет 1,5 % от мирового потребления жидких топлив. Производство этанола составило 46 миллиардов литров. США и [Бразилия](#) производят 95 % мирового объёма этанола.
- В 2010 году мировое производство жидких биотоплив выросло до 105 миллиардов литров, что составляет 2,7 % от мирового потребления топлива на дорожном транспорте. В 2010 году было произведено 86 миллиардов литров этанола и 19 миллиардов литров биодизеля. Доля США и Бразилии в мировом производстве этанола снизилась до 90 %.

Топ-5 производителей биотоплива

Страна

Доля в мировом производстве, %

США



45,4%

Бразилия



22,5%

Германия



4,8%

Аргентина



3,8%

Франция

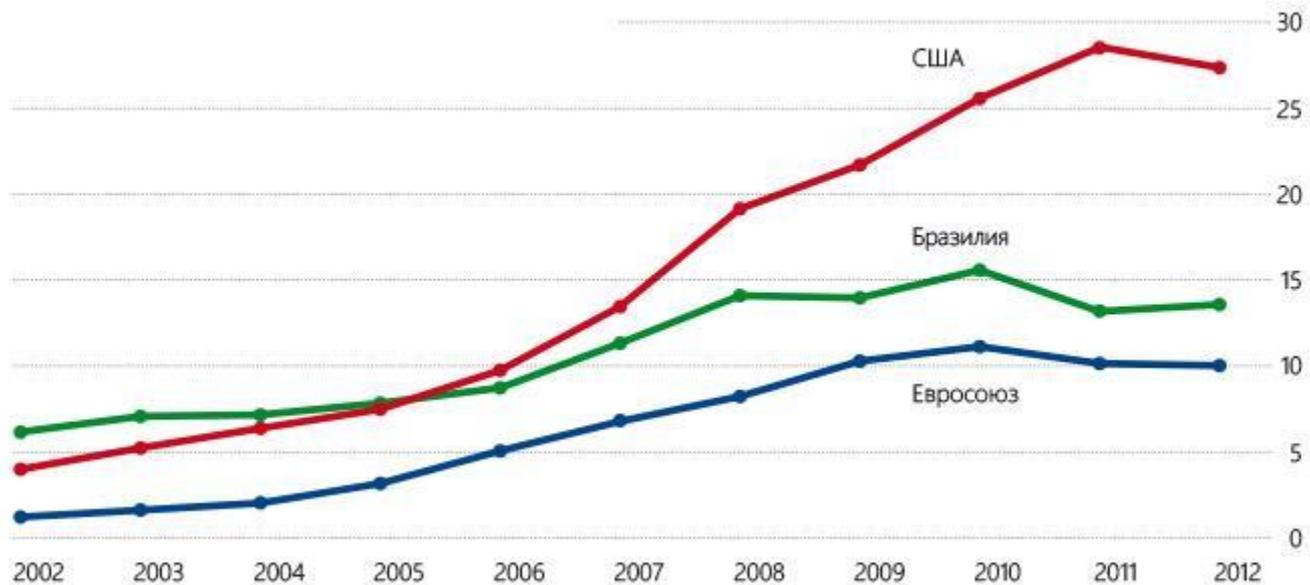


3,0%

Источник: Международное энергетическое агентство (IEA)

Динамика производства биотоплива лидерами рынка

Млн тонн нефтяного эквивалента



Источник: Международное энергетическое агентство (IEA)

Объем мирового биотопливного рынка



Источник: Clean Edge

Биотопливо в России

- По данным Росстата, в 2010 году российский экспорт топлива растительного происхождения (в том числе солома, жмых, щепа и древесина) составил более 2,7 млн тонн. Россия входит в тройку стран экспортеров топливных пеллет на европейском рынке. Всего около 20 % произведённых биотоплив потребляется в России. Потенциальное производство в России биогаза — до 72 млрд м³ в год. Потенциально возможное производство из биогаза электроэнергии составляет 151 200 ГВт, тепла — 169 344 ГВт.
- В 2012—2013 годах планируется ввести в эксплуатацию более 50 биогазовых электростанций в 27 регионах России. Установленная мощность каждой станций составит от 350 кВт до 10 МВт. Суммарная мощность станций превысит 120 МВт. Общая стоимость проектов составит от 58,5 до 75,8 млрд рублей (в зависимости от параметров оценки). Реализацией данного проекта занимаются ГК "Корпорация «ГазЭнергоСтрой» и Корпорация «БиоГазЭнергоСтрой».

Критика

- Критики развития биотопливной индустрии заявляют, что растущий спрос на биотопливо вынуждает сельхозпроизводителей сокращать посевные площади под продовольственными культурами и перераспределять их в пользу топливных Критики развития биотопливной индустрии заявляют, что растущий спрос на биотопливо вынуждает сельхозпроизводителей сокращать посевные площади под продовольственными культурами и перераспределять их в пользу топливных. Например, при производстве этанола из кормовой кукурузы Критики развития биотопливной индустрии заявляют, что растущий спрос на биотопливо вынуждает сельхозпроизводителей сокращать посевные площади под продовольственными культурами и перераспределять их в пользу топливных. Например, при производстве этанола из кормовой кукурузы барда Критики развития

- **«Углеродная нейтральность» биоэнергетики**
- Широко распространено представление об «углеродной нейтральности» биоэнергетики, согласно которому получение энергии из растений не приводит к добавлению CO₂ в атмосферу. Эта точка зрения критикуется учёными, но присутствует в официальных документах Евросоюза. В частности, она лежит в основе директивы о повышении доли биоэнергетики до 20 % и биотоплива на транспорте до 10 % к 2020 году. Вместе с тем имеется растущий объем научных свидетельств, ставящих под сомнение этот тезис. Выращивание растений для производства биотоплива означает, что земельные угодья должны быть изъяты и освобождены от другой растительности, которая могла бы естественным образом извлекать углерод из атмосферы. Кроме того, многие стадии технологического процесса производства биотоплива также приводят к выбросам CO₂. Работа оборудования, перевозки, химическая переработка сырья, нарушение почвенного покрова неизбежно сопровождаются выбросами CO₂ в атмосферу. Итоговый баланс в ряде случаев может быть хуже, чем при сжигании ископаемого топлива. Итоговый баланс в ряде случаев может быть хуже, чем при сжигании ископаемого топлива. Другой вариант биоэнергетики предусматривает получение энергии из различных отходов сельского хозяйства, деревообработки и т. п. Он означает изъятие этих отходов из природной среды, где при естественном развитии событий содержащийся в них углерод, как правило, мог бы в процессе гниения перейти в почву. Вместо этого он при сжигании выбрасывается в атмосферу.

- **«Углеродный долг»**
- Использование биомассы в электроэнергетике сопряжено с другой проблемой для «углеродной нейтральности», нетипичной для транспортного биотоплива. Как правило, речь в этом случае идёт о сжигании древесины. CO₂ от сжигания древесины попадает в атмосферу непосредственно в процессе сжигания, а извлечение его из атмосферы происходит при росте новых деревьев в течение десятков и сотен лет. Этот временной лаг обычно называют «углеродным долгом», для европейских лесов он достигает двухсот лет. В силу этого «углеродная нейтральность» древесины как биотоплива не может быть обеспечена в кратко- и среднесрочной перспективе, между тем результаты климатического моделирования указывают на необходимость быстрого сокращения выбросов. Использование быстрорастущих деревьев с применением удобрений и других методов индустриальной агротехники ведёт к замене лесов на плантации, содержащие гораздо меньше углерода, чем натуральные экосистемы. Создание таких плантаций ведёт к потере биоразнообразия, истощению почв и другим экологическим проблемам, сходным с последствиями распространения зерновых монокультур.

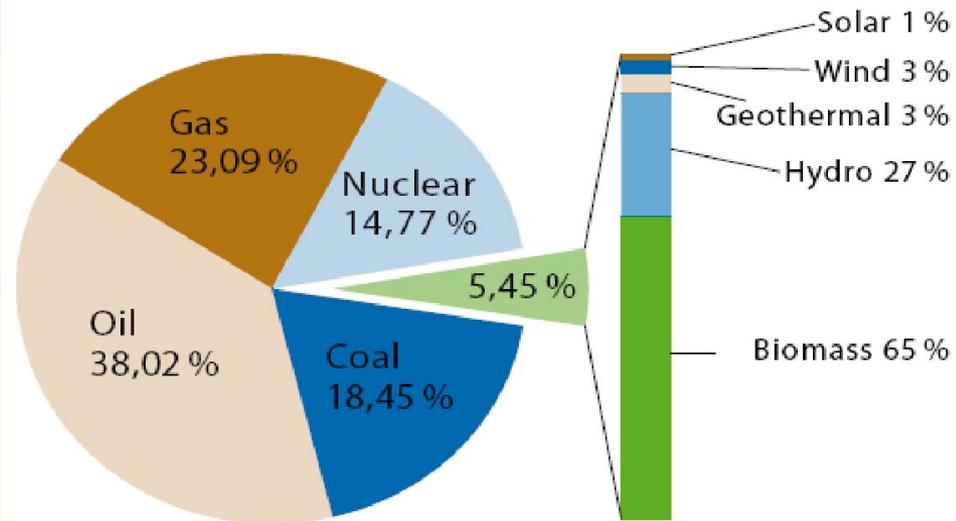
- **Последствия для экосистем**
- Согласно исследованию, опубликованному в журнале *Science*, введение платы за выбросы CO₂ из ископаемого топлива при игнорировании выбросов биотоплива приведёт к росту спроса на биомассу, который к 2065 году превратит буквально все остающиеся естественные леса, луга и большую часть других экосистем в плантации биотоплива. Леса уже сейчас уничтожаются для получения биотоплива. Возрастающий спрос на пеллеты ведет к расширению международной торговли (в первую очередь с поставками в Европу), угрожающей лесам по всему миру. Например, английский производитель электроэнергии [Drax](#) планирует получать из биотоплива половину своей мощности 4 ГВт. Это означает необходимость импорта 20 млн. т. древесины в год, вдвое больше, чем заготавливается в самой Великобритании.

- **Энергетическая рентабельность биотоплива**
- Способность биотоплива служить первичным источником энергии зависит от его энергетической рентабельности, то есть отношения полученной полезной энергии к затраченной. Энергетический баланс зернового этанола рассматривается в Farrell и др. (2006). Авторы приходят к выводу, что энергия, извлекаемая из этого вида топлива, существенно выше энергозатрат на его производство. С другой стороны, Pimentel и Patrek доказывают, что энергозатраты больше извлекаемой энергии на 29 %. Расхождение в основном связано с оценкой роли побочных продуктов, которые, по оптимистической оценке, можно использовать как корм для скота и снизить потребность в производстве сои.

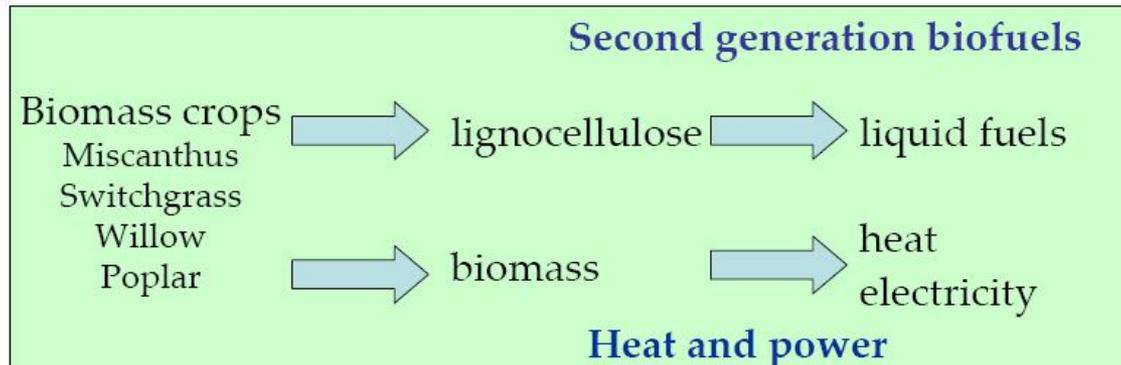
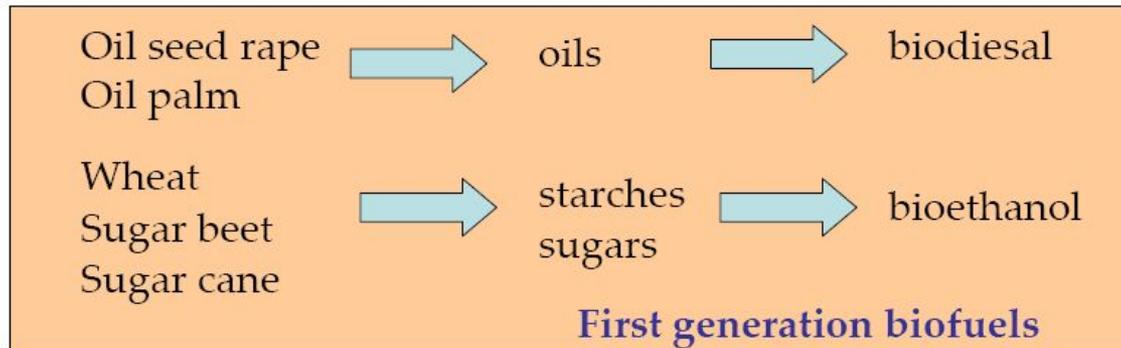
Влияние на продовольственную безопасность

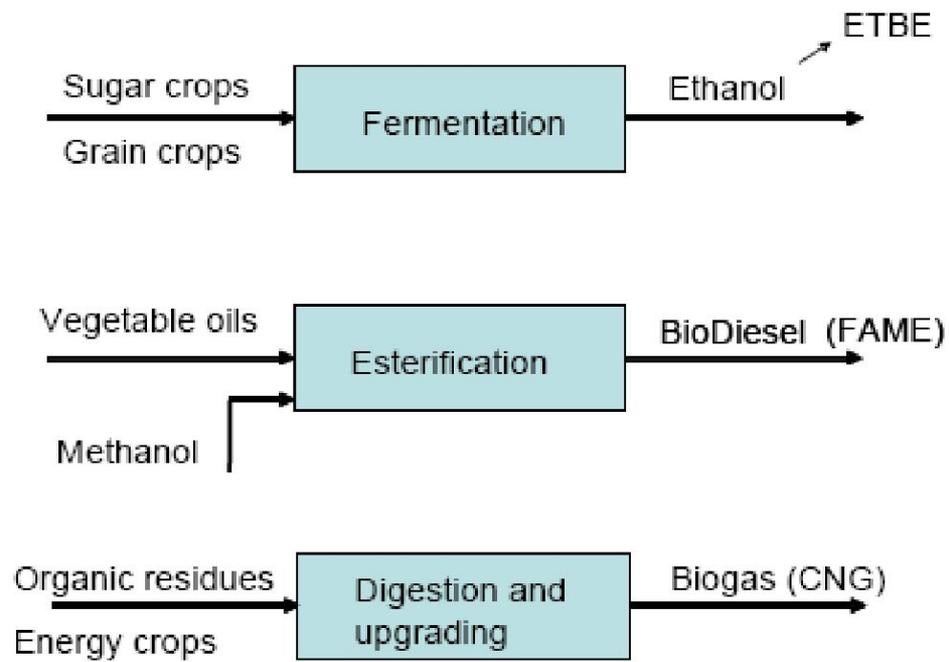
- Поскольку, несмотря на годы усилий и существенные инвестиции, производство топлива из водорослей не удаётся вывести за пределы лабораторий, биотопливо требует изъятия сельхозугодий. Согласно данным [IEA](#) за 2007 год, годовое производство 1 EJ энергии транспортного биотоплива в год требует 14 млн. гектаров сельскохозяйственных земель, то есть 1 % транспортного топлива требует 1 % сельскохозяйственных земель.

Breakdown of Energy Consumption in the EU-25 in 2002 (source Eurostat)

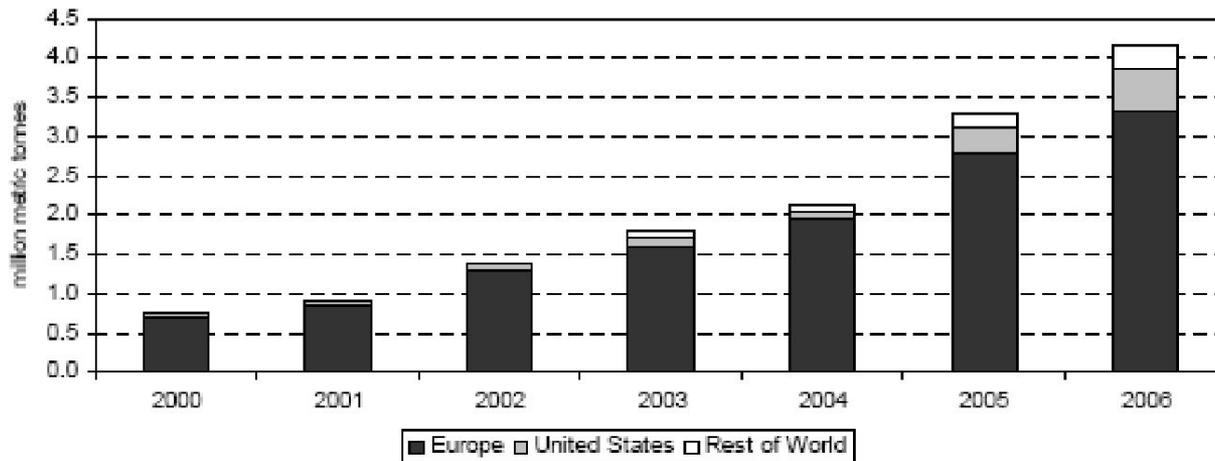


Bioenergy crops



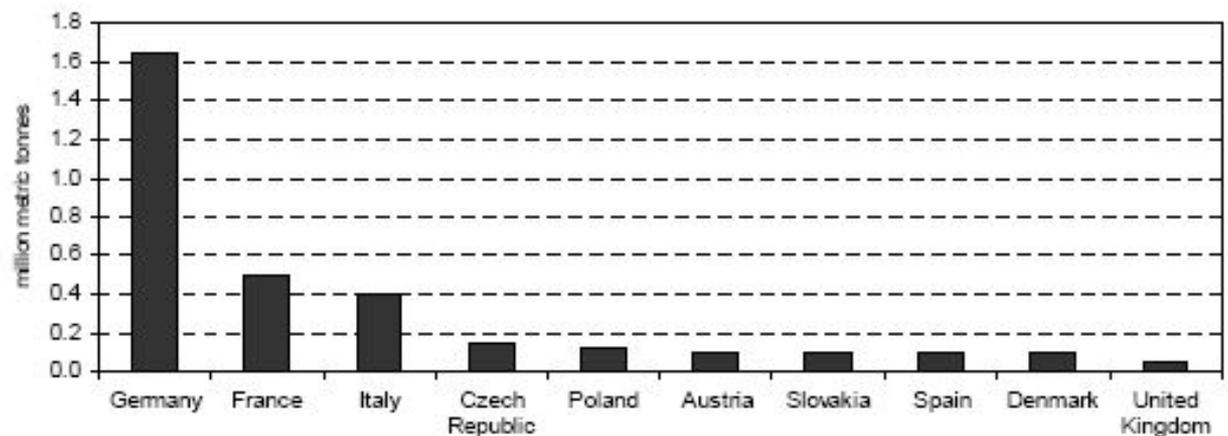


SHARES OF WORLD BIODIESEL PRODUCTION (2000-2006)



Source: European Biodiesel Board

EUROPEAN COUNTRIES' BIODIESEL PRODUCTION (2005 TOP TEN PRODUCING COUNTRIES)

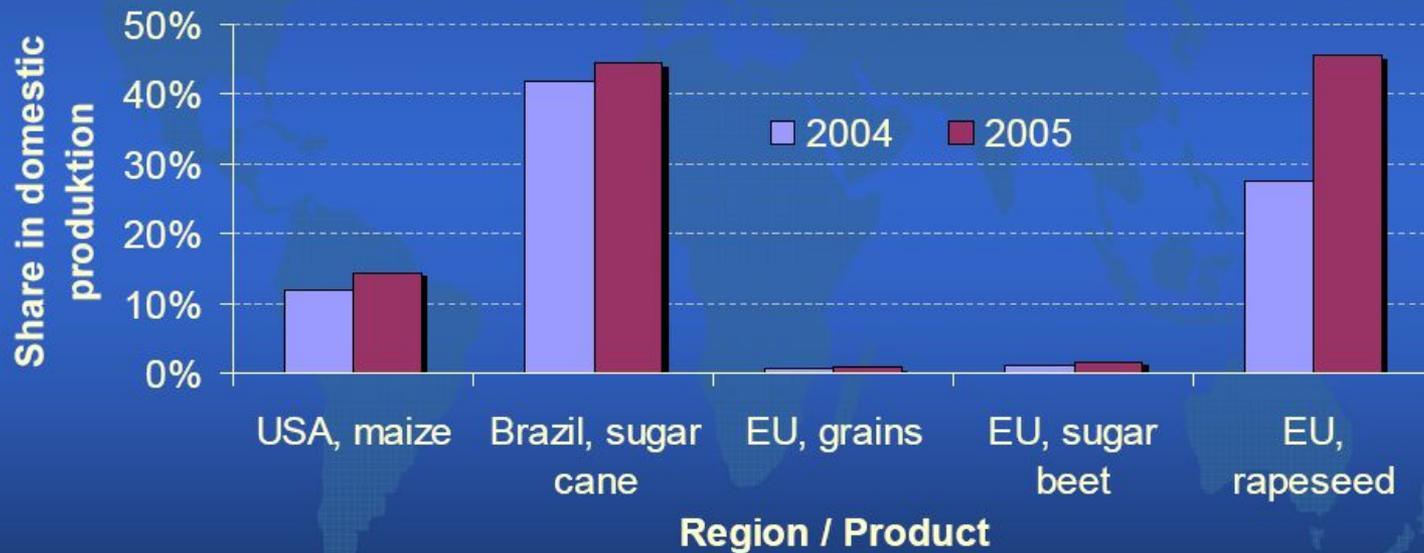


Source: European Biodiesel Board



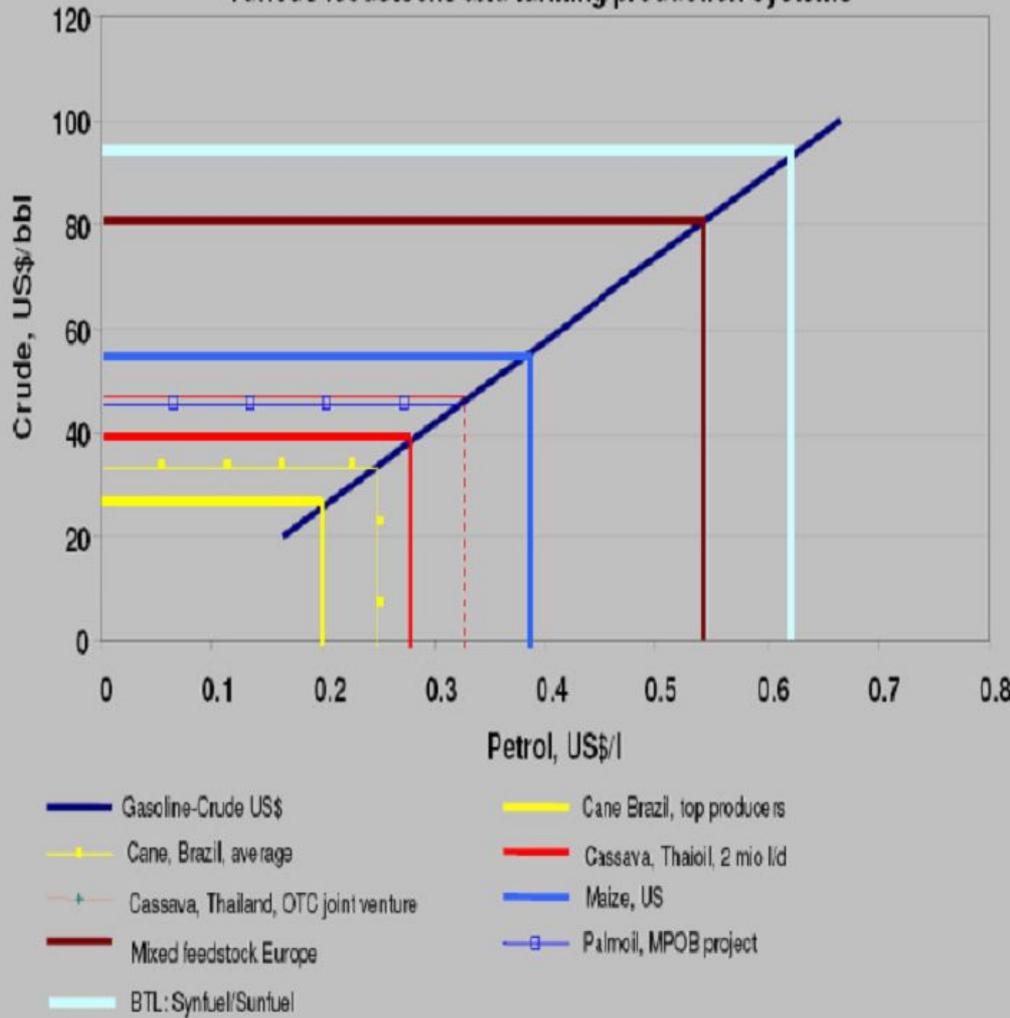
Market shares biofuels: Small in fuels, but large in feedstocks

Shares in transport fuel consumption (2004):
USA 1,6% Brazil 21,6% EU 0,8%



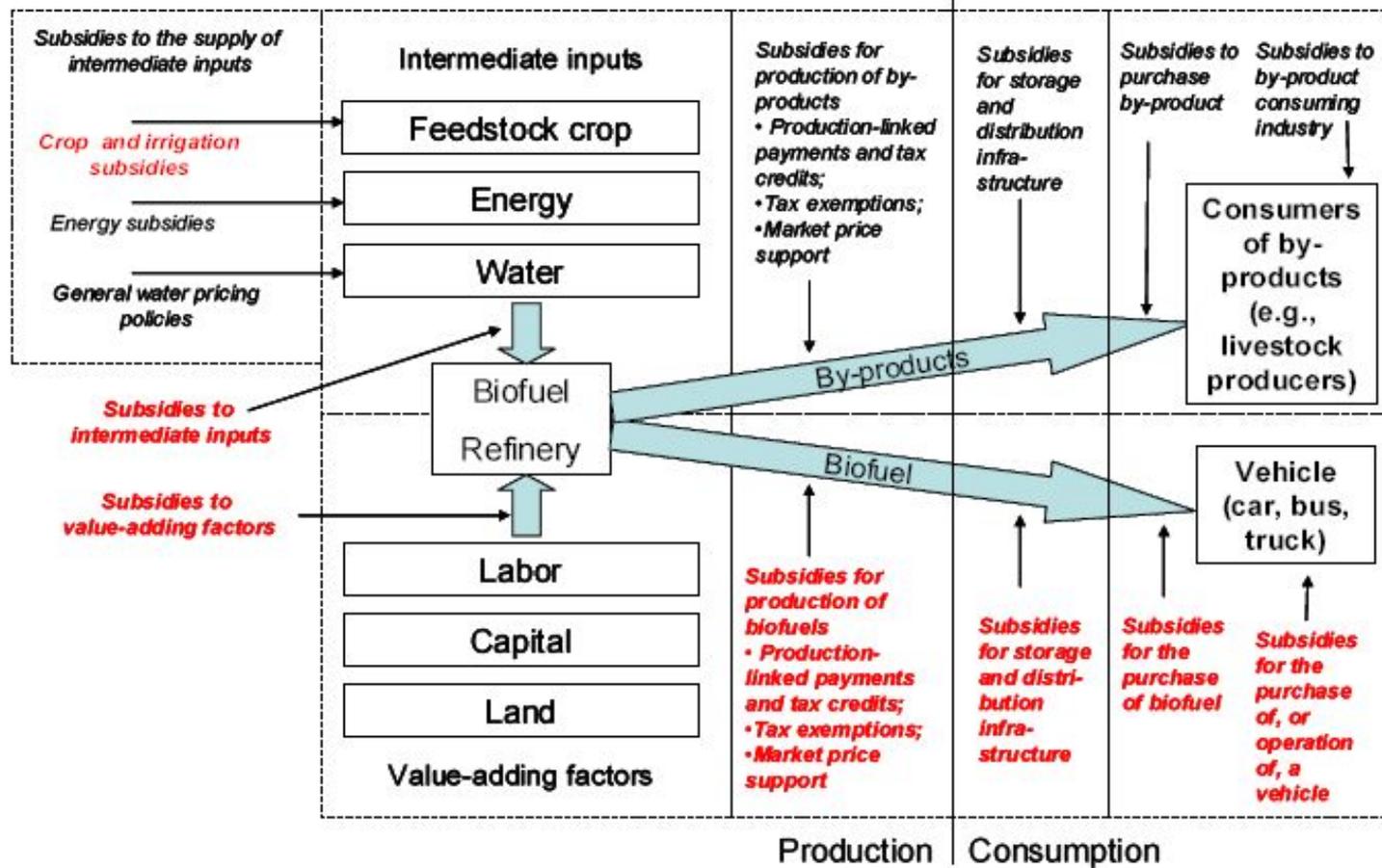
Parity prices: Petrol-Crude oil – Ethanol

Various feedstocks and farming/production systems



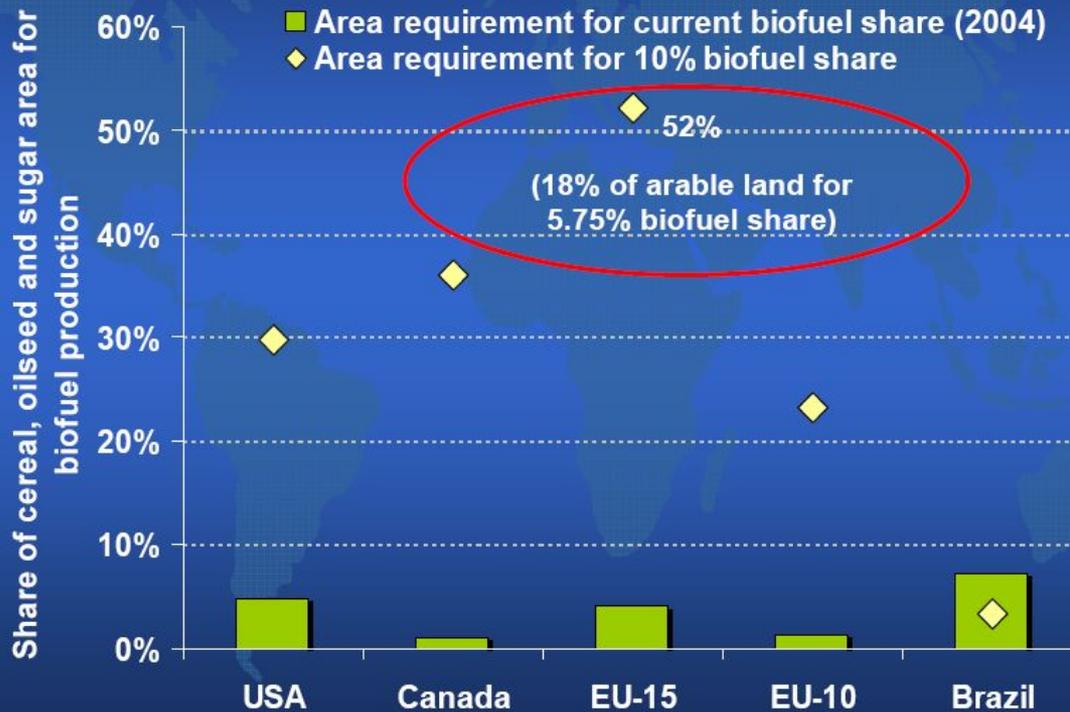
Для биотоплива 1-го поколения

Figure 1 Subsidies provided at different points in the biofuel supply chain





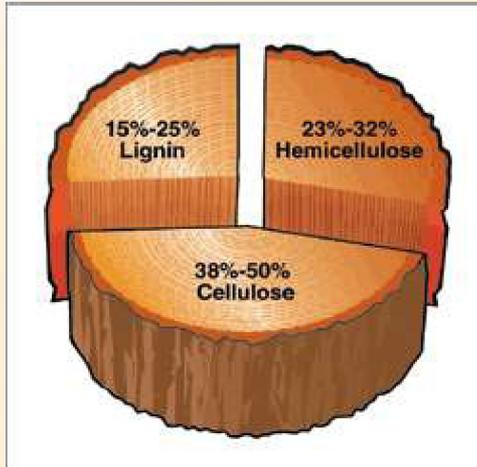
Large area requirements for higher biofuel shares



- Основные направления инжиниринга
- на примере твердотопливных изделий
- – Производство твердого биотоплива и
- композитов
- Топливные пеллеты и брикеты
- (из древесных отходов и торфа)
- Щепа
- Другие виды твердого топлива и композиты на основе
- любых видов биомассы, отходов НПЗ, АПК, ЦБП
- – Технологии генерации для использования
- биотоплива
- Отопительные автоматизированные котельные
- Газогенераторные установки, электростанции и ТЭЦ
- на биотопливе и композитах

- Выбор компонентов на основе местного
- возобновляемого сырья и отходов для
- создания композитов, используемых для
- генерации тепло- и электроэнергии
- - опилки,
- - торф,
- - иловые осадки сточных вод ЖКХ,
- - бумага и упаковка,
- - целлюлозные и шерстяные волокна,
- - отходы АПК ,
- - отходы НПЗ,
- - минеральные и органоминеральные отходы

Сырье для производства «носителя» углеводородного топлива из нефтяных шламов - это отходы лигноцеллюлозных материалов



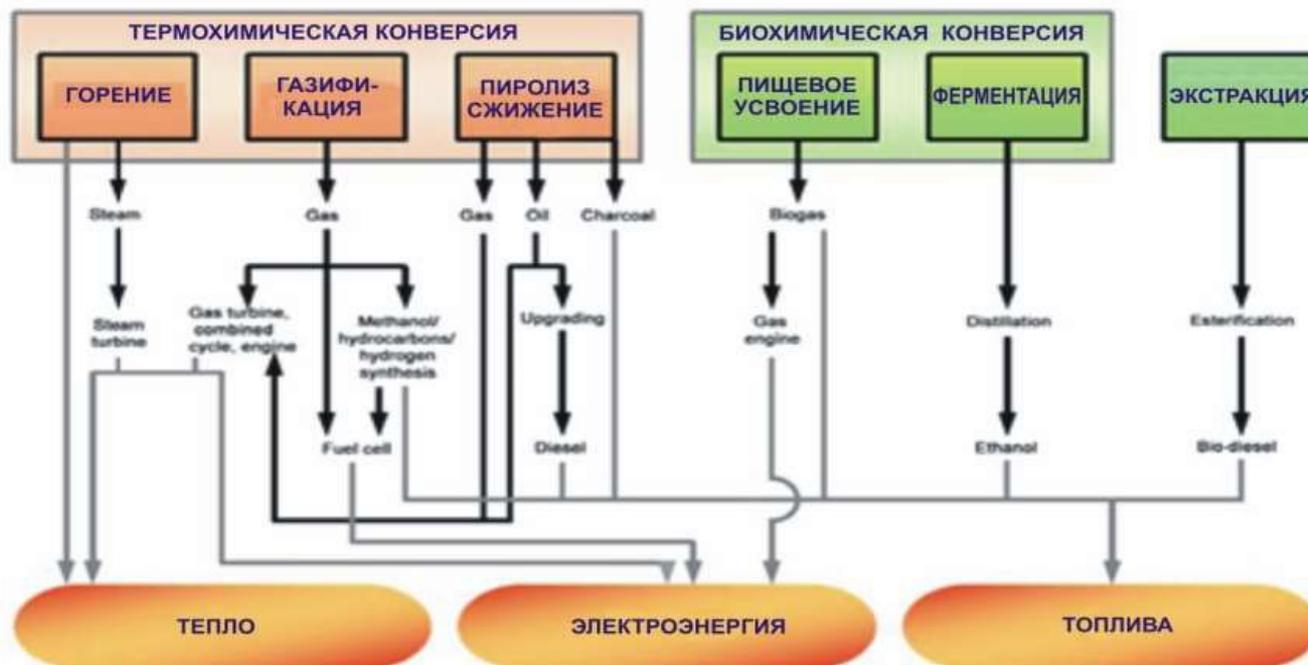
Брикеты и пеллеты из отходов торфо- и деревопереработки



- Классификация технологий конверсии
- Прямое сжигание и горение
- Газификация, в том числе,
- инновационные разработки
- Пиролиз Быстрый пиролиз
- Медленный пиролиз

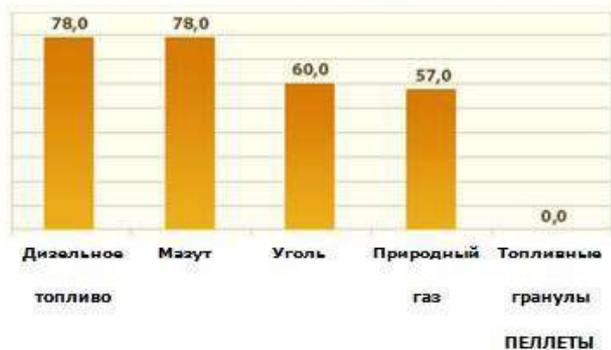
Технологии и методы превращения биомассы: конверсия термохимическая, биохимическая и химическая

[Vera Myasoedova, 16 EU Biomass Conference, Spain, 2008]



Влияние вида топлива на содержание серы, выбросы CO₂ и остаток золы

Содержание углекислого газа в выбросах при сжигании различных видов топлива, %



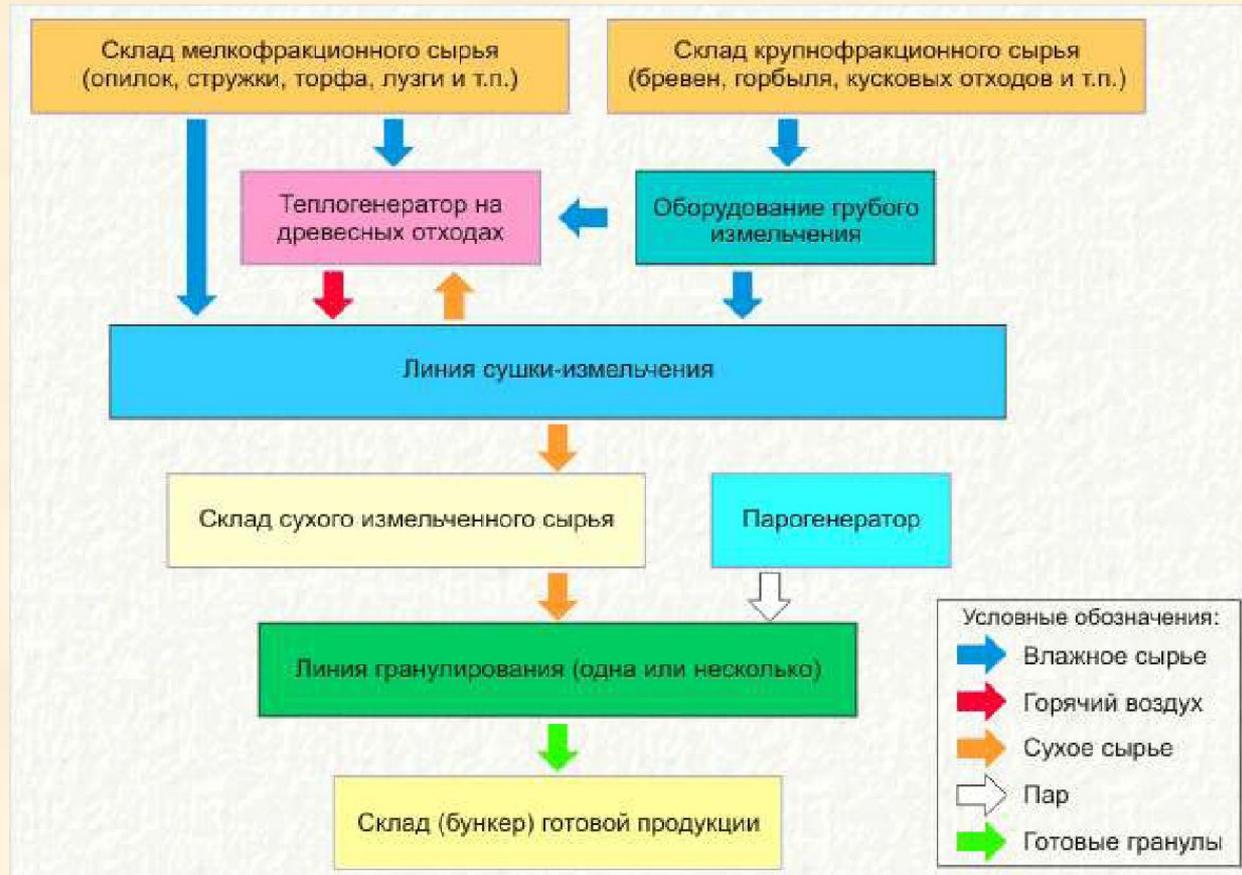
Содержание серы в выбросах при сжигании различных видов топлива, %



Содержание золы при сжигании различных видов топлива, %



Традиционная схема производства твердотопливных изделий



- Продуктовая линейка связующих ГРАНТЕК.
- Преимущества:
- - не допускают высоких внутренних напряжений,
- способных к разрушению композита;
- - не содержат летучих соединений, имеющих
- токсическое действие на организм человека;
- - содержат достаточную долю компонентов,
- обеспечивающих термическую стойкость брикетов при
- как при горении, так и при газификации;
- - обеспечивают полную теплоустойчивость брикетов и
- пеллет при повышенных летних и низких зимних
- температурах и транспортировке;
- - оказывают гидрофобизирующее воздействие

- Требования,
- предъявляемые к конденсированному топливу
- для работы газогенераторов в режимах
- газификации и пиролиза
- Влажность сырья или то пливных изделий на входе в газификатор – не более 15%
- Размер гранул (брикетов) не менее 50x50x50 мм и не более 100x100x100 мм
- Связующее не должно иметь свойств «спекания» в интервале температур 20-1500 град.С и не образовывать токсичных и вредных выбросов при нагревании (розжиг) и окислительно-восстановительных реакциях в зоне газификации и пиролиза
- Повышенная плотность
- Пористость

- **Основные направления развития**
- **технологии и строительства для**
- **газификации твердых топлив**
- газификация низкосортных, в первую очередь, сернистых, твердых топлив с целью получения отопительных и энергетических газов;
- газификация с целью получения газового сырья (генераторного газа, газов-восстановителей, водорода);
- газификация с целью производства заменителей природного газа

- — **Какие варианты биотоплива были в истории человечества?**
- — Основное топливо во многих странах - это древесина. Например, в Танзании порядка 70% энергии до сих пор происходит именно от нее. Конечно, развитые страны от этого ушли очень далеко. Древесина - это на самом деле ресурс исчерпаемый, то есть, если мы будем вырубать деревья слишком быстро, то у нас, естественно, энергия закончится. Такой кризис был в Англии в XVI-XVII веках. У них были огромные леса. Существовала даже поговорка, в которой говорилось, что в Англии белка способна пересечь всю страну, не спрыгнув на землю. Но для того, чтобы выплавлять сталь, нужно было тратить древесный уголь. В то время на 1 килограмм стали необходимо было 50 килограмм угля. А чтобы получить древесный уголь, нужно было собрать много древесины и обжечь ее. Таким образом, англичане вырубали практически все экономически рентабельные леса. Примерно в начале XVII века из-за этого в Англии резко упала выплавка железа. Они стали импортировать железо из Швеции и России. Это происходило до тех пор, пока они не открыли следующий источник энергии - каменный уголь. Тогда индустриальная машина английской промышленной революции заработала снова.
- Сейчас может сложиться похожая ситуация. У Англии были огромные запасы угля, и в свое время они посчитали, что его хватит на три тысячи лет, разделив количество запасов на ежегодную добычу. Но в 1860 году Джевонс написал книгу «Вопрос об угле в Англии», где рассказал о том, что потребление угля увеличивается на 3% в год, и к концу XX века уголь в Англии закончится. Он был абсолютно прав. Сейчас в Англии только 6 крупных шахт, а при Джевонсе было 3 тысячи.

- — **Что появилось после древесины?**
- — После древесины появилось масло. Рудольф Дизель в конце 19 века использовал на своем двигателе растительное масло, и он работал. Сейчас проблема состоит в том, что для обеспечения нашего общества автомобильным топливом, у нас недостаточно места, где мы могли бы выращивать культуры, из которых производится растительное масло. Кроме того, если мы начнем сажать пальмы, сою или рапс для того, чтобы производить топливо, нам будет не хватать земли для производства продуктов питания. Сейчас существует очень серьезная проблема: продукты против топлива. Таким образом, первое поколение биотоплива, произведенное из тех продуктов, которые могут использоваться для производства продуктов питания - это тупиковый путь развития. Ставится задача производить биотопливо таким способом, чтобы оно ни в коем случае не вступало в конкуренцию с производством продуктов питания. Это уже биотопливо второго поколения. Из соломы, различных отходов сельского хозяйства, древесины можно получать те же виды биотоплива, что и из пищевых культур.

- **Насколько первое и второе поколения биотоплива эффективны и жизнеспособны?**
- — Есть два основных вида биотоплива первого и второго поколения: этанол и биодизель получаемый из растительных масел. В США много кукурузы, а в Бразилии - сахарного тростника, поэтому там очень удобно получать спирт. Его можно добавлять в определенной концентрации в бензин. Сейчас производится множество автомобилей, которые способны ездить на таком бензине, на «зеленом» бензине с добавкой этанола. В США, Бразилии и Европе производство биотоплива первого поколения используется фактически для дополнительного стимулирования сельского хозяйства и снижения зависимости от нефти.
- Первое и второе поколение биотоплива— это попытка задействовать существующие мощности. Потому что строить с нуля индустрию в капиталистическом мире очень сложно и дорого. Гораздо лучше задействовать существующие технологии получения спирта и растительных масел. Первое и второе поколение используют эти технологии. А вот третье поколение биотоплива - это совершенно новая вещь. В основе процесса получения биотоплива лежат фотосинтетические микроводоросли. Они используют энергию света для того, чтобы поглотить углекислоту из воздуха для производства органических соединений. Микроводоросли очень маленькие - 1, 2, 3, 10 микрометров в диаметре, и способны производить очень большое количество жиров внутри клетки — липидов. Эти липиды обладают длинной углеродной цепочкой. Их можно выделить и переработать в биотопливо. Плюсы в том, что этим микроводорослям не нужно выращивать корневую систему, листья и так далее, то есть это просто клетки с липидами внутри. Они очень быстро растут, их можно достаточно технологично собирать. И сейчас это, конечно, очень интересное направление.

- — **Как выглядит процесс получения биотоплива третьего поколения?**
- — Для начала нужно вырастить микроводоросли. Затем эту биомассу нужно собрать.
- Ее можно просто взять как есть, засунуть в установку и поднять температуру давление. Произойдет гидрокрекинг и выделится фракция бионефти. Ее мы можем почистить на обычных нефтеперегонных установках. Существует и другой вариант. Мы можем выделить какую-то фракцию из биомассы микроводорослей и переделать ее в биотопливо химически. И таких технологий очень много.
- Если сравнивать с обычными сельскохозяйственными культурами, из микроводорослей можно получить на порядок больше биотоплива. Это происходит из-за того, что, во-первых, им не нужно синтезировать корни, ветки, листья, они представляют собой маленькие клетки. Во-вторых, они очень быстро растут. Сельскохозяйственная культура растет в течение длинного сезона. А для того, чтобы вырастить микроводоросли, нужна пара недель.

- — **Что представляет собой лаборатория по производству биотоплива из микроорганизмов?**
- Рекомендуем по этой теме:
-
- **FAQ: Чистые культуры**
- — Основа такой лаборатории это большая установка под названием «фотобиореактор». Они могут быть как открытыми, так и закрытыми. Открытые фотобиореакторы - это пруды, заполненные водой темно-зеленого цвета, закрытые - это целлофановые мешки или пластиковые трубы, внутри которых растут микроводоросли. Когда они вырастают, их собирают, разрушают, выделяют нужную фракцию, и потом уже эту фракцию химически перерабатывают.
- Есть еще и **четвертое поколение** биотоплива. Это технология, при которой используются фотосинтезирующие цианобактерии, которые напрямую производят конечный продукт из CO₂. Такой способ очень сильно повышает производительность системы. Представьте себе клетку, которая осуществляет фотосинтез. Она поглотила молекулу углекислого газа из воздуха, превратила ее в органическое соединение, а затем туда, в эту клетку, добавили, например, два гена. Ферменты, которые кодируются этими генами, переработали эти органические соединения в этанол, спирт вышел из клетки наружу. После этого мы можем сделать систему, в которой поверхность воды в фотобиореакторе будет нагреваться солнечным светом, и с нее будет испаряться спирт. Затем можно конденсировать спирт и собирать его. Это очень интересная разработка, она позволяет избежать всех промежуточных этапов сбора и переработки биомассы, сейчас в США она находится на ранней промышленной стадии.

- — Сейчас в разработке находится пятое поколение. Это электробиосинтез - использование электричества для синтеза биотоплива. Существуют микробы, которые способны потреблять электроэнергию с электрода, погруженного в раствор. Потенциально они обладают очень высоким КПД. Например, КПД солнечной батареи, которую можно купить в супермаркете составляет порядка 10-15%. Некоторые микроорганизмы способны направлять до 80% электронов полученных с электрода на синтез органических соединений. Если мы сосчитаем 80% от 10-15%, то получится, что порядка 8-12% энергии солнечного света используется для синтеза органических соединений. Казалось бы, не очень много. Но если сравнивать с обычным фотосинтезом, на котором существует вся биосфера, то он обладает эффективностью около 1% конверсии.

Биотопливо

первого поколения

- **Жидкие топлива**
 - Бионефть
 - Биэтанол
 - из масличных и зерновых
 - из сахарного тростника и сахарной свеклы;
 - Биобутанол
 - Биодизель
 - из масел растений
 - из животных жиров
- **Твёрдые топлива**
 - Древесная щепа
 - Топливные гранулы и брикеты
 - из древесины
 - из навоза
 - из переработанных отходов биологического происхождения

второго поколения

Жидкие топлива

Биоэтанол

из целлюлозы

Биодизель

из масел растений

из биомассы

из водорослей

Биобензин

Реактивное

биотопливо

Газообразные топлива

Биосинтезгаз

Биометан

Водород

