



# Производство топливных гранул: Актуальность темы

*Антон Овсянко*  
*Биотопливный портал WOOD-PELLETS.COM*



# Биоэнергетика:

- Одна из самых **молодых** отраслей Российской экономики
- Самая **быстрорастущая** отрасль!
- Одна из самых **перспективных** отраслей



# Что дают гранулы потребителям?

- Высокая насыпная плотность (600-800 кг) > Экономия транспортных расходов
- Однородность > Возможность автоматизации
- Топливные гранулы медленно набирают влагу из атмосферы и не смерзаются зимой
- Высокая эффективность сжигания (0,3-2% золы, 16-19,5 МДж/кг)
- Экологическая чистота сжигания
- Экологическая чистота производства
- Утилизация отходов



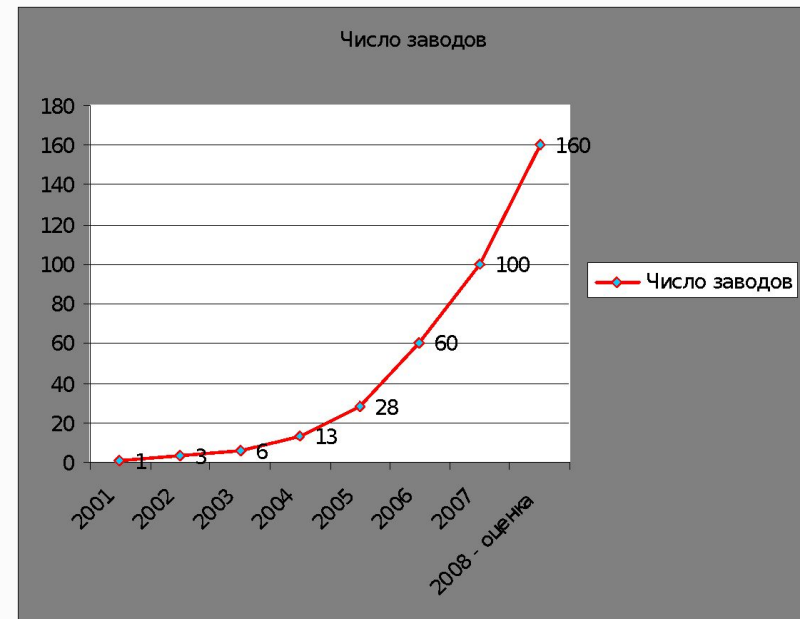
# Инвестиционная привлекательность

- Один из наиболее экономически эффективных способов утилизации отходов
- Рентабельность от 20%, сроки окупаемости от 1,5 до 4 лет.
- Спрос превышает предложение
- «Легкий» доступ на рынок энергоносителей
- Положительный имидж экологического бизнеса



# Биотопливные заводы

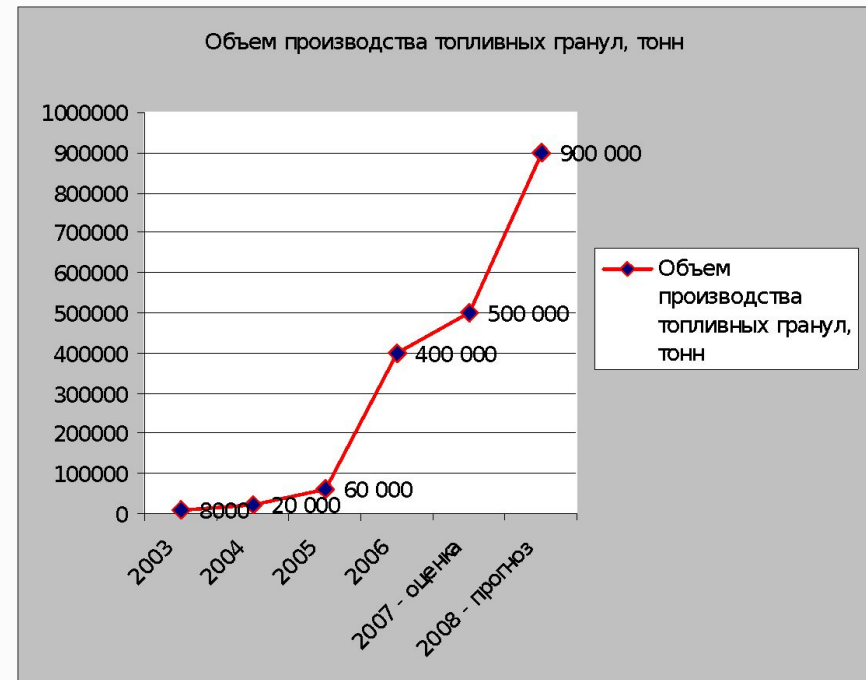
- 2001 – 1 завод («Биотопливо», Гатчина)
- 2002 – 2-3 производства
- 2003 – 6-7 действующих завода
- 2004 - 13-15 заводов
- 2005 – 28 заводов в России на конец года
- 2006 – в настоящее время – около 45-50 действующих производств по всей стране
- 2007 – 100-110 заводов
- 2008 – 160 производств!



Объем частных инвестиций с 2001 года – **более 250 млн. евро**



- В 2003 году Россия экспортировала всего 8000 тонн топливных гранул
- В 2005 году – производство составило 50–60000 тонн
- 2006 год = 400 000 тонн
- 2007 год = около 500 000 тонн
- Объем производства продолжает расти





# Предпосылки бурного роста

- Интенсивный рост спроса на биотопливо в Западной Европе
- Развитие торговли квотами на выбросы
- Повышение стоимости энергоносителей
- Ужесточение требований по утилизации отходов
- Повышение общей экологической ответственности бизнеса и потребителей



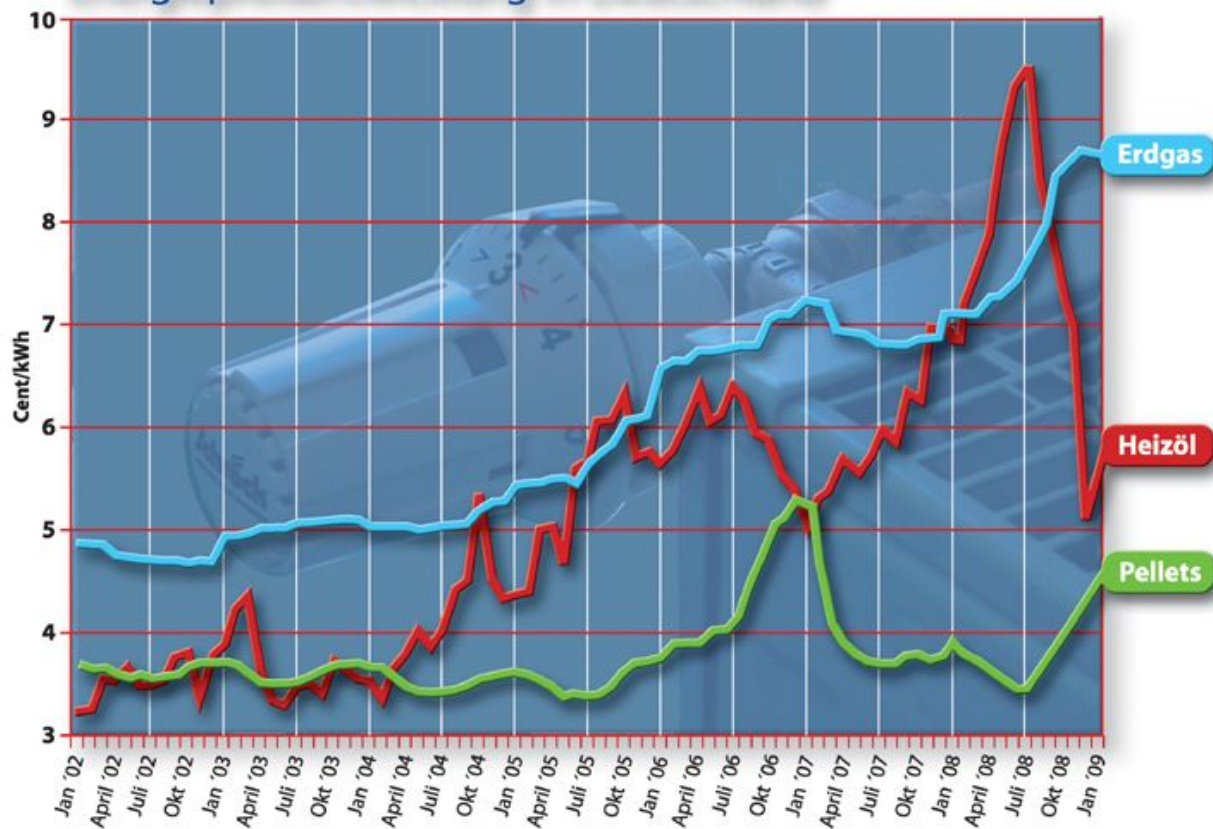
## Баланс поставок топливных гранул на рынок 3.Европы в 2007 г. - оценка

Страна потребления	Потребление, т. в год	Собственное производство, т. в год	Дефицит
Швеция	2 000 000	1 600 000	-400 000
Дания	1 200 000	600 000	-600 000
Германия	1 000 000	800 000	-200 000
Австрия	900 000	600 000	-300 000
Великобритания и Ирландия	450 000	200 000	-250 000
Италия	500 000	100 000	-400 000
Финляндия	100 000	500 000	400 000
Другие страны	2 950 000	2 000 000	-950 000
<b>Всего по Западной Европе (оценка)</b>	<b>8 500 000</b>	<b>6 400 000</b>	<b>-2 200 000</b>
<b>Источники восполнения:</b>		Экспорт в Западную Европу оценка за 2006 год	
Россия		500 000	
Украина и Беларусь		200 000	
Прибалтика		500 000	
Америка (Северная и Южная), Южная Африка и др. страны		1000 000	





## Energiepreisentwicklung in Deutschland



Quelle: Pelletspreise = Deutscher Energie-Pellet-Verband e.V./ Solar Promotion GmbH  
Heizöl- und Erdgaspreise = Brennstoffspiegel

Basis: Verbraucherpreise für die Abnahmen von 3.000 l Heizöl,  
33.540 kWh Gas bzw. 6 t Pellets (inkl. MwSt. und sonstigen Kosten).  
Bezugsgröße: unterer Heizwert

© Solar Promotion GmbH, Januar 2009 [www.interpellets.de](http://www.interpellets.de)

- Heizöl -  
нефтяное  
топливо
- Erdgas -  
природный газ
- Pellets -  
топливные  
гранулы  
(пеллеты)



## Entwicklung des Pelletspreises in Deutschland



© Solar Promotion GmbH, Februar 2009 | [www.interpellets.de](http://www.interpellets.de) | Quelle: Solar Promotion GmbH / DEPV



## Динамика экспортной цены на базисе СРТ / FOB порт Санкт-Петербург, евро/тонна

	2003	2004	2005	2006 max – ноя. 06	2007	2008 – весна-лето	2008 – осень	2009 – весна
FOB СПб	85-90	90-95	95-105	110-125	90-100	95-105	100-110	110-120
СРТ СПб	70-80	75-80	75-90	80-105	80-90	80-95	95-100	95-105



# Внутренний рынок топливных гранул



## Перевод энергетических мощностей на топливные гранулы:

- + Низкая стоимость топливной составляющей
- + Независимость от сетей
- + Автоматизация (по сравнению с углем)
- + Низкая зольность
- + Экологическая чистота
  - + Сокращение выбросов парниковых газов
  - + Относительная простота согласования с надзорными органами
- + Утилизация отходов



### Сравнение ценовых характеристик энергоносителей

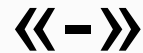
Энерго-носитель	Единица измерения	Цена за единицу (средняя) руб.	Теплотворная способность (средняя) ккал/ед	КПД оборудования (средний) %	Цена за единицу произведенного тепла (топливная составляющая) руб/Гкал
Электричество	КВт/час	2,00р.	1160	95%	1 14,88р.
Дизтопливо	л	20,00р.	10000	85%	2 352,94р.
Топочный мазут	кг	10,00р.	9600	80%	1 302,08р.
<b>ДТГ</b>	<b>кг</b>	<b>4,50р.</b>	<b>4100</b>	<b>90%</b>	<b>1 219,51р.</b>
<b>Агрогранулы</b>	<b>кг</b>	<b>3,50р.</b>	<b>3500</b>	<b>90%</b>	<b>1 111,11р.</b>
Уголь	кг	4,00р.	6000	70%	952,38р.
Природный газ	куб.м.	2,00р.	9000	80%	277,78р.





## Дополнительные факторы рентабельности

- Отсутствие затрат на подключение к сетям
- Снижение затрат на утилизацию отходов
- Низкая взрыво-пожароопасность
- Возможность привлечения льготного экологического финансирования



Неразвитость внутреннего рынка биотоплива

**Комплексные решения**

Дороговизна транспортировки биотоплива на большие расстояния

**Использование местного топлива**

Необходимость реконструкции мощностей и внедрения современных технологий сжигания

**Региональные программы, частные инвестиции, экологическое финансирование**

Более высокая стоимость топлива (по сравнению с природным газом и углем)

- **Цены на газ и уголь будут расти**
- **Газ и уголь доступны и могут использоваться не везде**





## Потребление гранул внутри России: ситуация и перспективы

1. Частный рынок (бытовые котлы)
2. Малые и средние котельные  
**Наиболее перспективный сегмент**
3. Электростанции и ТЭЦ



# Частный рынок

1. Коттеджи, частные дома в наиболее благополучных регионах. Котлы 20-50 кВт

Преимущества	Проблемы
Высокая цена реализации (3000 – 4000 руб/т)	Дорогие котлы
Наличный расчет	Необходимость организации доставки и хранения топлива
Снижение рисков за счет большого числа покупателей	Низкий уровень информированности потребителей
	Высокие требования к качеству
	Сезонный спрос



# Малые и средние котельные

## 2. Муниципальные и частные котельные. Котельные коттеджных поселков (от 150 кВт – 5 МВт)

Преимущества	Проблемы
Реализация по нескольким долгосрочным договорам	Возможны задержки оплаты (прежде всего на муниципальных котельных)
Влияние и положительный имидж на местном уровне	Сложные бюрократические процедуры, связанные с переводом котельных
Имеется надежное отечественное оборудование	Низкий уровень информированности потребителей
Удобство и дешевизна эксплуатации – хороший аргумент	Сезонный спрос
Умеренные требования к качеству	



# Электростанции и ТЭЦ

## 3. Промышленные предприятия, жилье - регионы

Преимущества	Проблемы
Реализация по одному или нескольким долгосрочным договорам	Неразвитость и высокая стоимость технологий
Независимость потребителей от сетей – хороший аргумент	Сложные бюрократические процедуры (согласование, подключение к сетям и т.д.)
Низкая себестоимость электроэнергии – хороший аргумент (1,52 коп)	Низкий уровень информированности потребителей
Имеются перспективные разработки	
Умеренные требования к качеству	
Отсутствие сезонности	
Параллельная выработка тепла	



## **Потенциальные потребители оборудования и гранул**

- ▼ **Владельцы строящихся и существующих домов и коттеджей, не имеющих доступа к газу.**
- ▼ **Застройщики коттеджных участков, имеющие планы создания централизованной котельной, также в отсутствие доступа к газу.**
- ▼ **Владельцы существующих, строящихся и проектируемых зданий производственного, офисного и иного нежилого назначения площадью до 10 000 кв.м.**
- ▼ **Владельцы объектов, находящихся культурно-исторических и жилых зонах , исключаяющих «грязные» способы сжигания топлива.**
- ▼ **Владельцы котельных, использующие наиболее дорогостоящие энергоносители для отопления – такие как электричество, дизтопливо, топочный мазут.**
- ▼ **Производственные предприятия, использующие в производственном процессе пар низких и средних параметров, получаемый также при помощи дорогостоящих энергоносителей.**



# Объемы внутреннего потребления

## Отопительный сезон 2006-2007

Котельные – 4000-5000 тонн гранул

Частные потребители – 1000-2000 тонн гранул

## Отопительный сезон 2007-2008

Котельные – 15000-20000 тонн

Частные потребители – 2000-4000 тонн

**Показатели внутреннего рынка можно радикально изменить за счет строительства 1-2 котельных!**



# Строительство завода по выпуску топливных гранул



# Этапы проекта

	Срок окончания (мин.срок от с даты начала проекта)
1. Оценка сырьевой базы	
2. Разработка ТЭО и бизнес-плана	1 месяц
3. Выбор поставщиков и подрядчиков	1 месяц
4. Изготовление оборудования	3-8 месяцев
5. Строительство и монтаж оборудования	4-10 месяцев
6. Пуско-наладка, выход на проектную мощность	6-12 месяцев





# Сырьевая база: реальная оценка, возможности, риски



# Сырьевая база – решающая предпосылка успеха биотопливного завода

- Древесные отходы (опилки, стружка, щепа, кусковые отходы...)
- Неделовая древесина (баланс, тонкомер, тех. сырье)
- Отходы сельскохозяйственного производства (лузга, шелуха, солома, подстилка домашних животных и птиц и т.д.)
- Торф
- Бытовые отходы
- Другие виды биомассы



# Сырьевая база – решающая предпосылка успеха биотопливного завода

- Начинать необходимо с максимально точной оценки сырьевой базы
- Исходные данные:
  - Количество сырья в тоннах, насыпных или плотных куб.м.
  - Качество сырья (влажность, фракционный состав, породы, реальная энергетическая ценность и т.д.)
  - Стоимость с учетом затрат на доставку на завод



## Количество сырья

- **Масса**
  - Учесть изменение массы при сушке
  - Уменьшение влажности с 60% до 12% => уменьшение массы на 50%!
- **Насыпной объем (насыпные куб.м)**
  - Учесть уменьшение массы при сушке
  - Учесть увеличение насыпной плотности с 200 кг/м<sup>3</sup> до 650 кг/м<sup>3</sup>
- **Расчетный объем (плотные куб.м)**
  - Учесть уменьшение влажности при сушке
  - Насыпная плотность ДТГ примерно равна естественной плотности древесины



## Количество сырья

- Для производства 1 тонны ДТГ необходимо примерно:
  - 2 тонны древесных отходов влажностью 60%
  - 2,5 расчетных плотных куб.м древесины (круглый лес, опилки, щепа, другие отходы)
  - 7-8 насыпных куб.м опилок или щепы (в зависимости от плотности)
- **Не забудьте учесть использование отходов в качестве топлива для сушки!!!**



## Последствия неверного расчета производительности завода

Избыточная	Недостаточная
Высокая себестоимость производства	Риск конкуренции на местном уровне
Недостижение номинальной производительности и регулярного качества продукции	Неполное решение экологических проблем
Большой срок окупаемости проекта	«Затаривание» сырьем



## Качество сырья

- Качество топливных гранул на 80-90% зависит от качества сырья

Влажность	Мощность сушильного комплекса, энергозатраты на сушку	Чем выше влажность сырья– тем выше себестоимость гранул
Фракционный состав	Необходимость инвестиций в участок подготовки сырья (окорка, измельчение, сепарация) Энергозатраты Качество готовой продукции (зольность,	Чем мельче фракция сырья – тем проще технология и ниже себестоимость гранул



## Качество сырья

- Качество топливных гранул на 80-90% зависит от качества сырья

Породный состав	Качество и стабильность процесса гранулирования Производительность и износ оборудования	Чем тверже древесина – тем ниже производительность, выше износ оборудования и себестоимость гранул
Энергетическая ценность (калорийность)	Энергетическая ценность топливных гранул	Чем «старше» сырье, чем больше гнили - тем ниже его калорийность





## Стоимость сырья

- Не забудьте учесть стоимость доставки сырья на завод
- Рынок древесных отходов в каждом регионе и даже районе – свой. Сведения о рыночной цене отходов Вам придется собирать самостоятельно
- Собственные отходы тоже имеют стоимость – *альтернативную*
- Если Вы несете затраты по утилизации отходов, значит они могут иметь *отрицательную* стоимость



## Стоимость сырья

<b>Виды древесных отходов</b> (в порядке убывания привлекательности, как сырье для производства ДТГ)	<b>Стоимость</b>
Опилки, стружка, шлиф-пыль	0 – 70 руб./м3 (нас.)
Щепа	250-900 руб./м3 (пл.)
Баланс	0-1500 руб./м3 (пл.)
Тонкомер, дрова, тех. сырье	100-500 руб./м3 (пл.)
Кусковые отходы, горбыль	0-250 руб./м3 (пл.)
Кора	0-20 руб./м3 (пл.)
...	



## Оценка сырьевой базы: рекомендации

- Вам кажется что сырья много? – возьмите калькулятор и посчитайте...
- Не рассчитывайте на старые «запасы» отходов на свалке. Они уже «сгорели»...
- Сомневаетесь в качестве сырья? – закажите лабораторный анализ



## Дополнительные рекомендации

- Постарайтесь учесть перспективы изменения объемов сырья в будущем
  - Сведения об объемах лесозаготовки и деревообработки в регионе
  - Состояние действующих предприятий
  - Новые предприятия
  - Другие сведения
- Административный ресурс - возможности
  - Ужесточение контроля за вывозом отходов
  - Лицензия на утилизацию отходов
  - Преференции и льготы на местном и региональном уровнях
  - ...



## Обеспечение сырьем в долгосрочной перспективе

- Собственные источники сырья
- Партнерство с владельцами сырья (долевое участие, долгосрочные договоры, взаимовыгодное сотрудничество)
- Административный ресурс
- ...

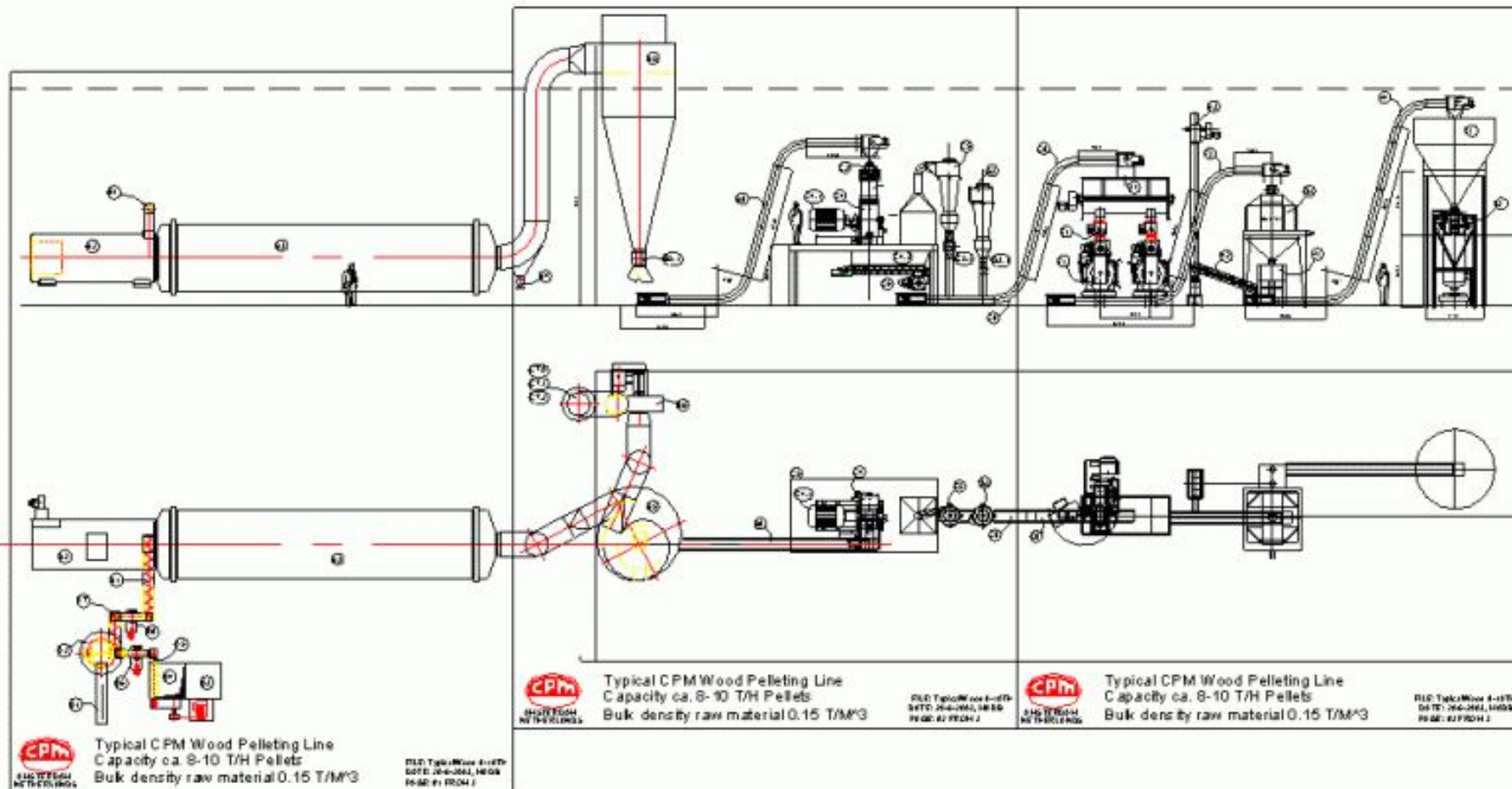


# Технология производства



Выбор технологии и конфигурация оборудования зависят от следующих факторов:

- Вид и качество сырья
- Требуемая производительность
- Площадь и конфигурация площадки и производственных помещений
- Логистика сырья и готовой продукции
- Бюджет инвестора
- Предпочтения по степени автоматизации производства
- И т.д.

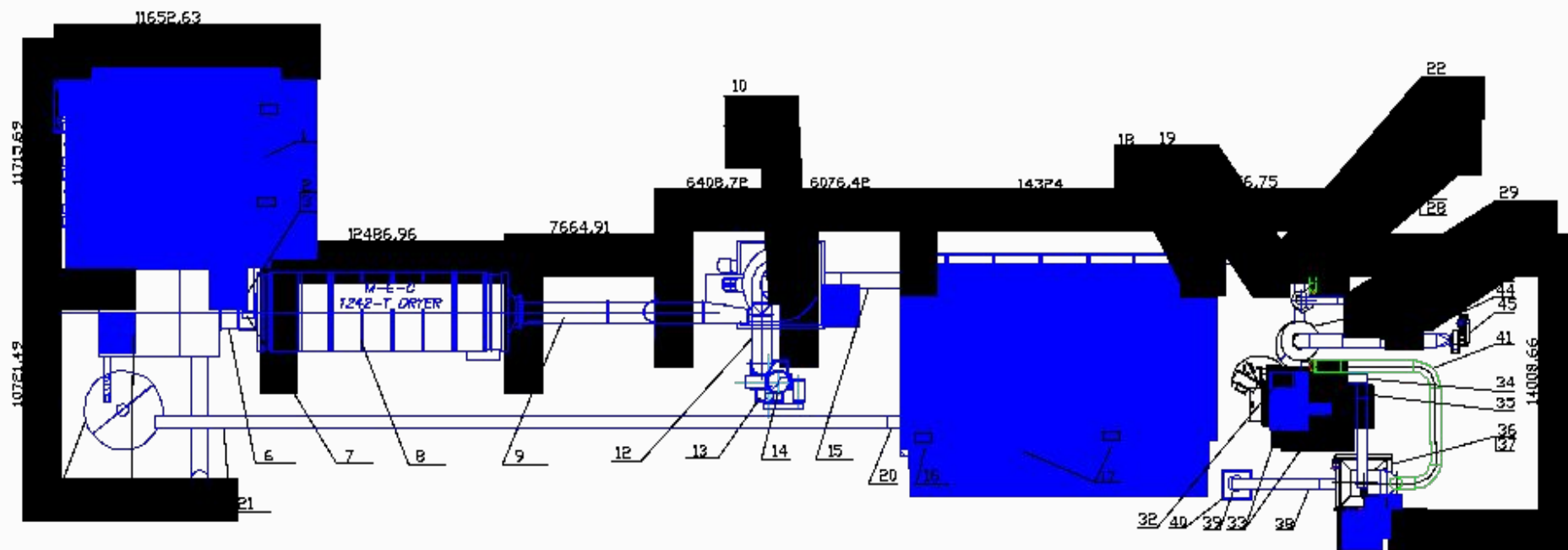






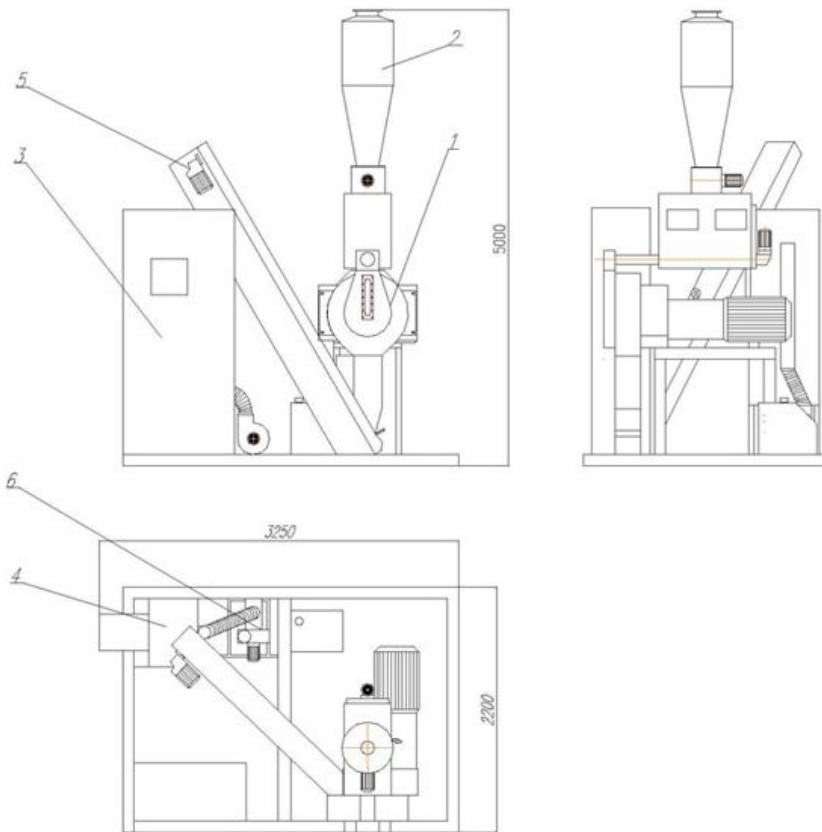
## Пример размещения оборудования линии гранулирования большой производительности (CPM Europe + M-E-C)

Схема производства топливных гранул.  
Производительность – 8 т/ч готовой продукции.  
Фракция сырья – до 5 мм.  
Топливо – опил влажностью 10%.





## Схема размещения оборудования малой производительности (на примере линии SPC – 450 кг/ч)



1. Пресс-гранулятор PP450.
2. Циклон с шлюзовым дозатором.
3. Шкаф управления.
4. Колонна-охладитель с виброситом.
5. Транспортёр.
6. Вентилятор системы аспирации.



## ТРЕБОВАНИЯ К ИНФРАСТРУКТУРЕ ПРОИЗВОДСТВА

### ОСНОВНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

**ПРИЁМ,  
ХРАНЕНИЕ  
ПОДГОТОВКА  
СЫРЬЯ**

**от 500 до 1500 кв.м.  
и выше  
достаточно навеса  
высота 6-8 м.**

**СУШКА И  
ПРОИЗВОДСТВО  
ГРАНУЛ**

**от 300 до 1000 кв.м.  
и выше  
крытое здание  
высота не менее 8-9 м**

**ХРАНЕНИЕ  
ГОТОВЫХ  
ГРАНУЛ**

**от 500 до 1500 кв.м.  
и выше  
достаточно навеса  
высота 6-8 м.**



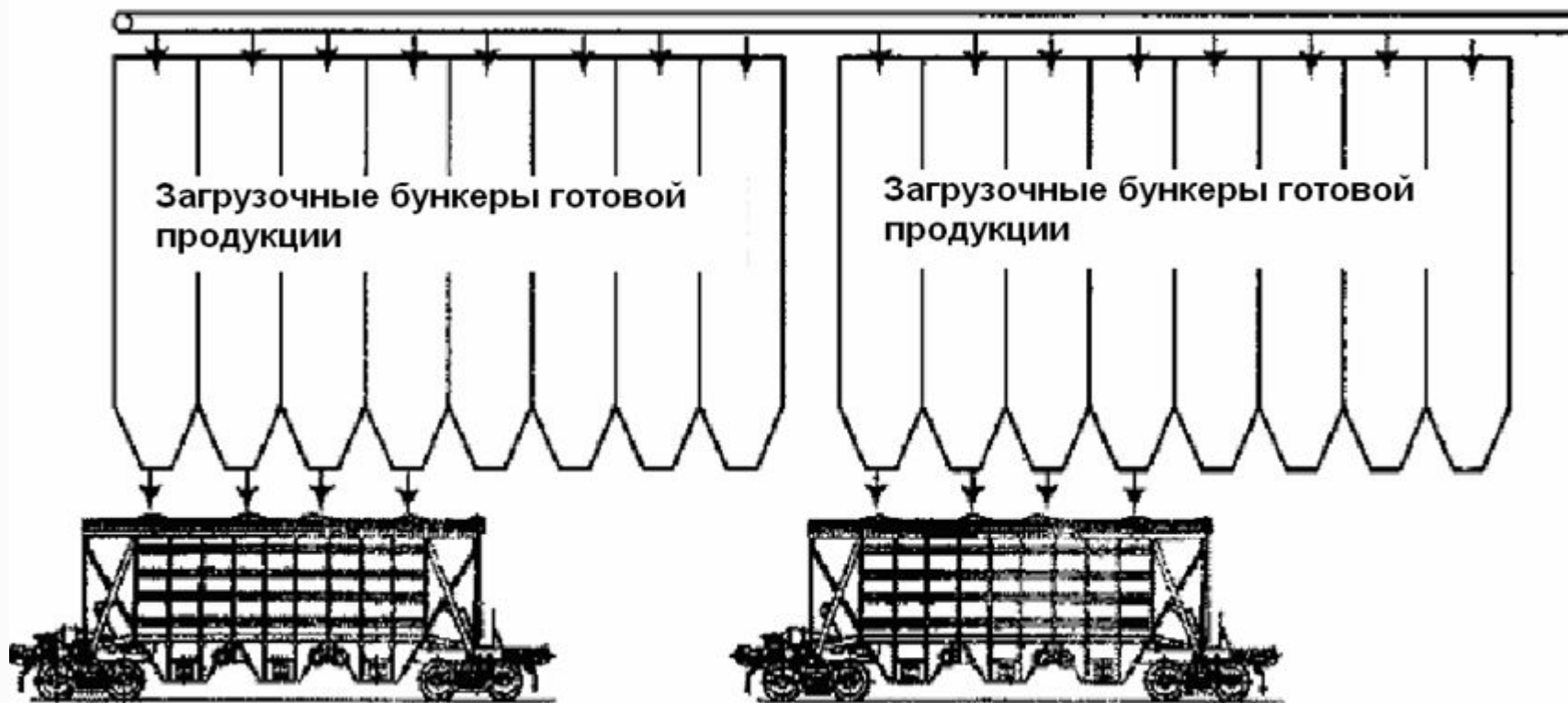
## ТРЕБОВАНИЯ К ИНФРАСТРУКТУРЕ ПРОИЗВОДСТВА

<b>ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ</b>	<b>150-200 кВт на 1 тонну гранул из опила</b> <b>200-250 кВт на 1 тонну гранул из</b> <b>кусковой древесины</b>
<b>ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ</b>	<b>вода используется только как впрыск</b> <b>в пресс-гранулятор – до 50 кг на 1 тн</b> <b>в остальном для хозяйств. целей</b>
<b>ПОТРЕБЛЕНИЕ ПАРА</b>	подача в пресс-гранулятор 20-80 кг на 1 тонну гранул (ОПЦИЯ)
<b>ПРИРОДНЫЙ ГАЗ</b> (в случае, если используется природный газ)	70-100 куб.м в час на 1 тонну гранул
<b>ОТОПЛЕНИЕ</b>	<b>только для производственного корпуса</b> <b>возможно только локальное отопление</b> <b>уч-ка гранулирования и щита управл.</b>

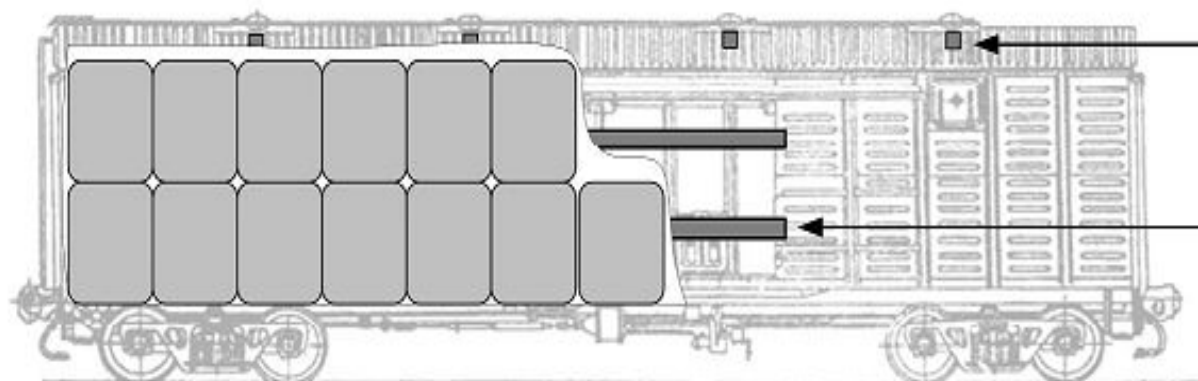


# Упаковка

- Потребительская
  - Бумажные и ПЭ пакеты 12-25 кг
  - Биг-бэги
  - Доставка навалом
- Транспортная



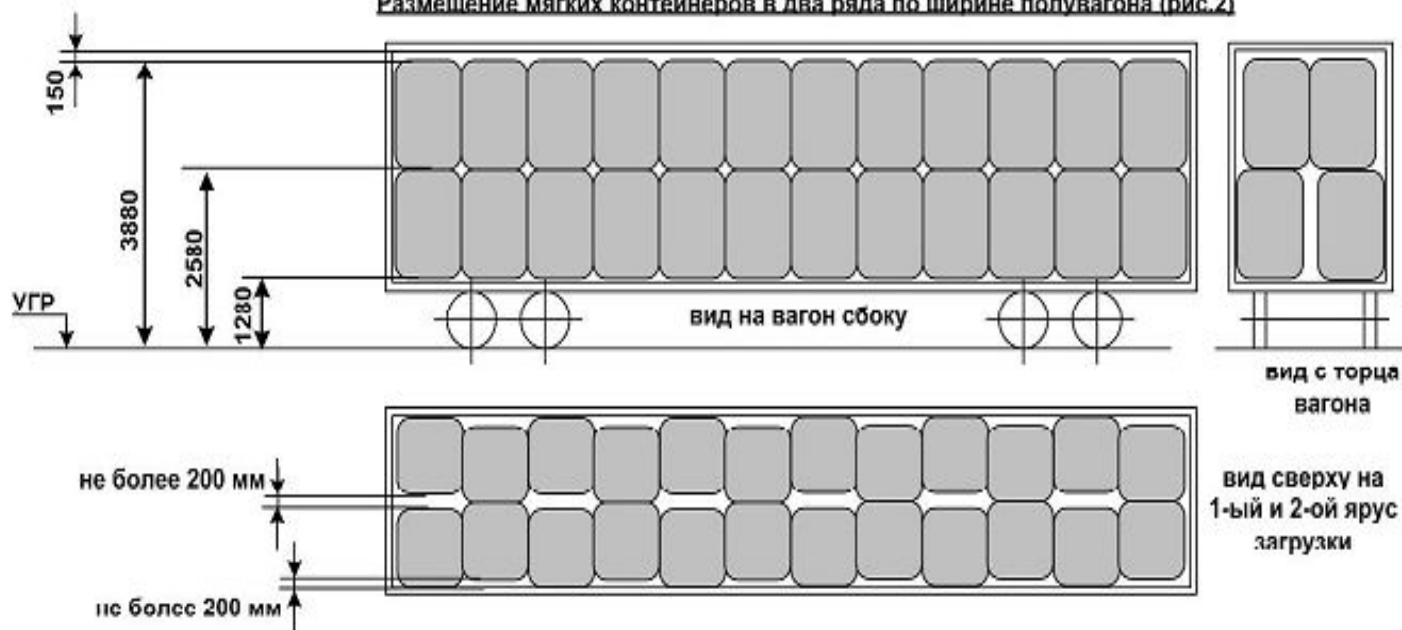




Брусок 40 x 40 x 600 мм в количестве по числу люков в вагоне. Крепится проволокой  $d=4$  мм в 2 нити путем скрутки.

Доска 50 x 150 x 2740 мм в два яруса с каждой стороны вагона. Крепится гвоздями 6 x 120 мм к внутреннему обрамлению проема вагона.

**Размещение мягких контейнеров в два ряда по ширине полувагона (рис.2)**





## Экспедиторские услуги в порту

- Груз в Биг-бэгах весом от 601-2100 кг 8-9\* У.Е./тонна брутто
- Груз в Биг-бэгах весом от 601-2100 кг(с последующим разрезанием Биг-Бэгов над трюмом) **10\*** У.Е./тонна брутто
- В ставку включено:
- Получение отзыва Окт.ЖД на прием вагонов в порту
- Выгрузка вагонов
- Таможенный досмотр складом СВХ порта
- Издание, проведение в Балтийской Таможне поручений на отгрузку
- Прохождение ПГИ карантина растений (досмотр и издание сертификата)
- Издание коносаментов
- Получение грузового сертификата безопасности при перевозке навалочных грузов
- Нормативное хранение для формирования грузовой партии (20 суток, далее 0,23\* у.е /тонна –сутки. / 1 у.е =\$ США по курсу ЦБ, но не менее 30 рублей за 1 у.е
- \*средние цены в С-Пб





# Себестоимость производства. Теория и практика



# Постоянные затраты

Затраты предприятия, не зависящие от объема производства

- Заработная плата (кроме сдельной)
- Амортизация основных фондов
- Общехозяйственные расходы (отопление, водопровод и проч.)
- Административные расходы (маркетинг, реклама, командировки)
- Арендные платежи за здания и землю
- Налог на имущество



# Переменные затраты

Переменные затраты - денежные и вмененные издержки, которые изменяются в ответ на изменение объема выпускаемой продукции

- Стоимость сырья с учетом доставки на площадку
- Энергозатраты (электричество, топливо для сушки)
- Заработная плата (сдельная)
- Расходные материалы и затраты на обслуживание оборудования
- Налоги, связанные с объемом реализации (НДС, налог с прибыли и т.д.)
- Упаковка и транспортные расходы



# Альтернативная стоимость ресурсов:

Любой ограниченный ресурс может иметь альтернативные варианты использования. С экономической точки зрения следует выбирать тот вариант, который принесет наибольшую прибыль.

Если вы планируете использовать собственные отходы, это не значит, что их можно считать бесплатными



- В настоящее время Вы продаете все опилки по цене 50 рублей за пл. куб.м на условиях самовывоза => альтернативная стоимость опилок составляет  $50 \times 2,5 = 125$  рублей на 1 тонну гранул
- В настоящее время Вы вывозите отходы на свалку. При этом затраты на утилизацию (транспорт, плата за утилизацию, экологические штрафы) составляют 50 рублей на 1 пл.куб.м отходов => альтернативная стоимость отходов, которые Вы можете использовать при производстве гранул теоретически составляет **-125** рублей на 1 тонну гранул
- Аналогичные рассуждения могут быть применимы и к другим ограниченным ресурсам – таким как: электроэнергия, газ, производственные площади и т.д.



# Пример расчета себестоимости производства топливных гранул из отходов лесопиления\*

\* Адаптировано по данным реального проекта  
(См. в раздаточных материалах)



# Качество биотоплива



- В России нет стандартов на биотопливо кроме старого советского ГОСТа на дрова
- В качестве ориентиров используются западноевропейские стандарты



	Германия	Австрия	Германия	Швеция
	DIN 51 731	O-Norm M	DIN plus	SS1871
		7135		20
<b>Диаметр, мм</b>	<b>4-10</b>	<b>4-10</b>	<b>4-10</b>	<b>4-10</b>
<b>Длина, мм</b>	<b>&lt;50</b>	<b>&lt;5*d</b>	<b>&lt;5*d</b>	<b>&lt;5*d</b>
<b>Плотность, кг/куб.дм.</b>	<b>&gt;1,0-1,4</b>	<b>&gt;1,12</b>	<b>&gt;1,12</b>	<b>нет</b>
<b>Влажность, %</b>	<b>&lt;12</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&lt;10</b>
<b>Насыпная масса, кг/куб.м.</b>	<b>650</b>	<b>650</b>	<b>650</b>	<b>650</b>
<b>Брикетная пыль, %</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;2,3</b>	<b>&lt;2,3</b>	<b>нет</b>
<b>Зольность, %</b>	<b>&lt;1,5</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;1,5</b>
<b>Теплота сгорания, МДж/кг</b>	<b>17,5-19,5</b>	<b>&gt;18</b>	<b>&gt;18</b>	<b>&gt;18</b>
<b>Содержание серы, %</b>	<b>&lt;0,08</b>	<b>&lt;0,04</b>	<b>&lt;0,04</b>	<b>&lt;0,08</b>
<b>Содержание азота, %</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>нет</b>
<b>Содержание хлора, %</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>&lt;0,03</b>
<b>Мышьяк, мг/кг</b>	<b>&lt;0,8</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;0,8</b>	<b>нет</b>
<b>Свинец, мг/кг</b>	<b>&lt;10</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;10</b>	<b>нет</b>
<b>Кадмий, мг/кг</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>нет</b>
<b>Хром, мг/кг</b>	<b>&lt;8</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;8</b>	<b>нет</b>
<b>Медь, мг/кг</b>	<b>&lt;5</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;5</b>	<b>нет</b>
<b>Ртуть, мг/кг</b>	<b>&lt;1,5</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;1,5</b>	<b>нет</b>
<b>Цинк, мг/кг</b>	<b>&lt;100</b>	<b>нет</b>	<b>&lt;100</b>	<b>нет</b>



- Продажи гранул осуществляются по их фактическому качеству, а не по стандартам.
- Стандарты – не более чем база для начала переговоров.