

# Биогазовые микротурбинные электростанции. Энергоэффективные технологии утилизации отходов.



### БПЦ ИНЖИНИРИНГ

#### ЕPC-компания

Engineering  
Procurement  
Construction

Энергоцентры в диапазоне мощностей  
От 15-100 кВт до 10-20 и 50-100 МВт:

- Проектирование
- Строительство «под ключ»
- Эксплуатация

#### IPP-компания

Independent  
Power  
Producer

Территориально распределенная  
сеть независимых энергоцентров, объединенная  
в ТРГК (Территориальная Распределенная  
Генерирующая Компания)

**БОЛЕЕ 10 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ**

**БОЛЕЕ 250 РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ**

- Собственное производство в Ярославской области
- Собственная система логистики и склад
- Предоставление энергокомплексов в аренду
- Гибкие схемы финансирования проектов
- Система менеджмента качества ISO 9001:2000, ГОСТ Р 9001 – 2001

## Перспектива развития альтернативных источников энергии в России

Ежегодный рост цен на электроэнергию и природный газ

Развитие распределенной энергетики

Потребность в снижении энергоемкости производства

Доступность и большое количество сырья

Доступность современных технологий и оборудования

Государственная поддержка развития ВИЭ

Увеличение количества биогазовых электростанций



## Преимущества использования биогаза для генерации энергии



- **Условно-бесплатная выработка электроэнергии и тепла**
- **Снижение себестоимости выпускаемой продукции**
- **Улучшение экологической обстановки, предотвращение выбросов метана в атмосферу**
- **Решение проблемы утилизации отходов**
- **Возможность «бесплатного» получения высококачественных органических удобрений для почв в процессе переработки отходов**

## Потребители: кому выгодны биотопливные электростанции?

- **Сельскохозяйственные предприятия:** животноводческие фермы, птицефабрики, тепличные хозяйства, растениеводческие предприятия, смешанные с/х предприятия
- **Предприятия пищевой промышленности:** мясокомбинаты, спиртовые и биоэтанольные заводы, крахмалопаточные заводы, хлебобулочные комбинаты, производители соков и консервов, сахарные заводы, пивоваренные заводы, молочные заводы, виноделы, заводы по переработке картофеля, рыбоперерабатывающие заводы, заводы по производству дрожжей, масло- и жироперерабатывающие заводы и т.п.
- **Коммунальные предприятия и городские очистные сооружения:** водоканалы, канализационные очистные сооружения, муниципальные мусорные свалки
- **Предприятия по утилизации и переработке отходов**
- **Производители биодизельного топлива**



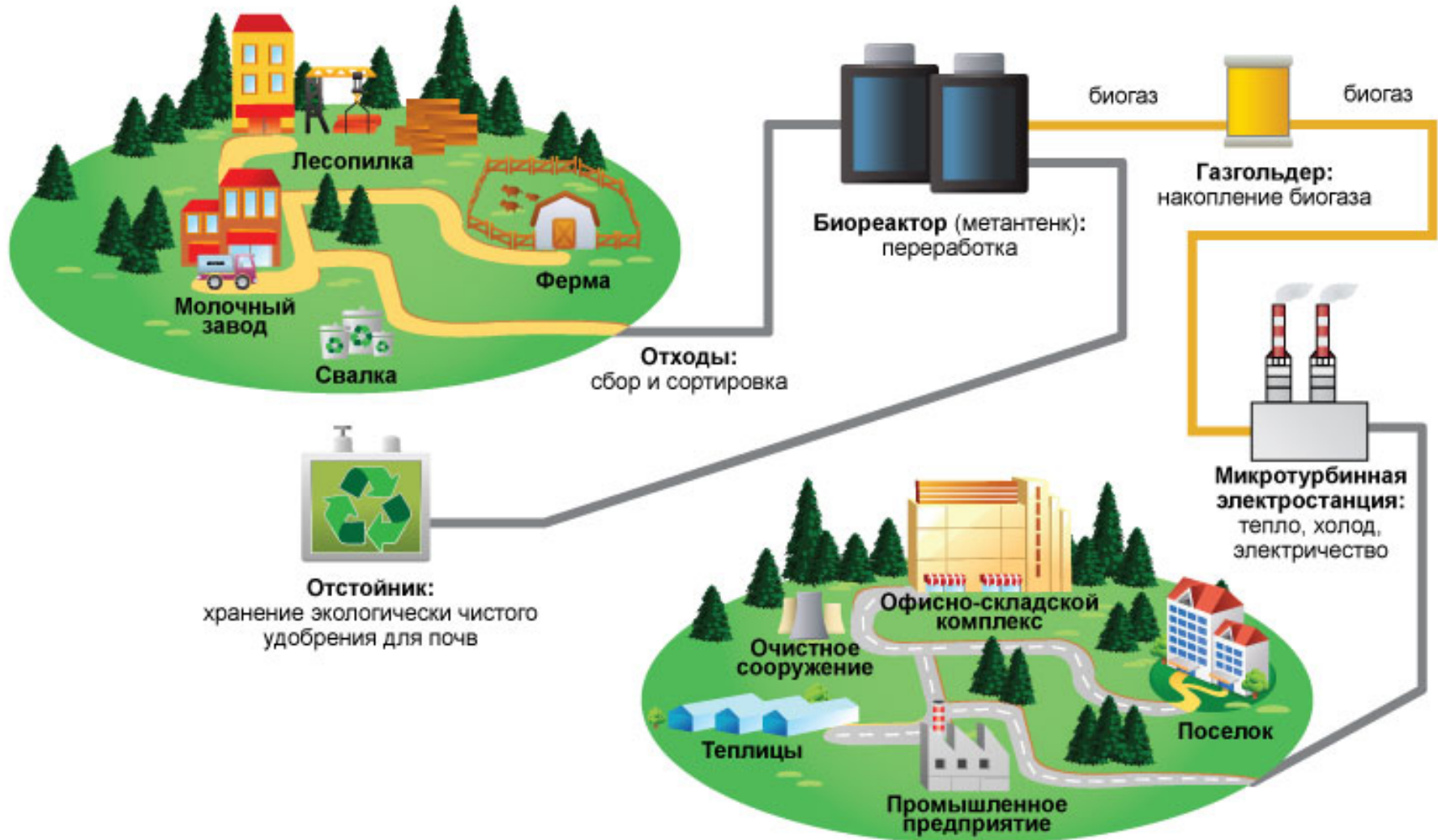
## Сырье для получения биогаза

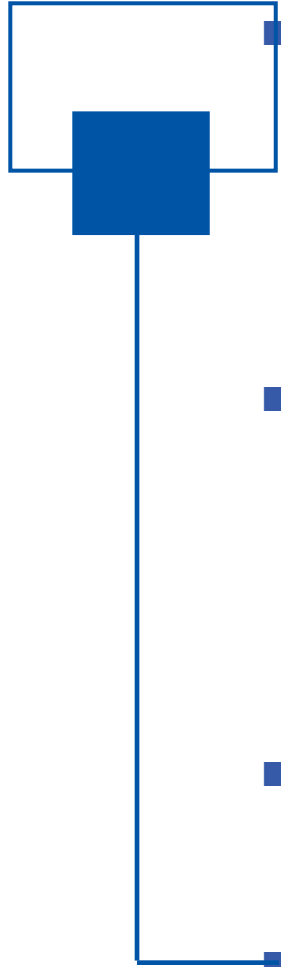


- **Отходы с/х предприятий растительного и животного происхождения**
- **Отходы предприятий пищевой промышленности по переработке овощей, фруктов, молока, мяса, рыбы, сахарной и спиртовой продукции и т.д.**
- **Бытовые отходы, мусор, утилизирующиеся на свалках**
- **Отходы предприятий деревообрабатывающей промышленности**
- **Отходы муниципальных очистных сооружений**
- **Специальные энергетические культуры:**
  - **силосная кукуруза, сульфий**
  - **многолетние травы, водоросли**

Тип сырья	Выход биогаза, м <sup>3</sup> на тонну сырья
Навоз коровий	38-52
Навоз свиной	52-88
Помет птичий	47-94
Отходы бойни	250-500
Жир	1300
Барда послеспиртовая	50-100
Зерно	400-500
Силос, ботва, трава, водоросли	200-400
Свекольный и фруктовый жом	40-70
Глицерин технический	400-600

## Концептуальная схема биогазового комплекса





### ■ Подготовка и предварительная обработка сырья

- Перемешивание субстрата
- Измельчение
- Сепарация примесей на входе в реактор
- Загрузка (подача и дозирование) сбраживающей суспензии

### ■ Получение биогаза путем сбраживания в реакторе

- Влажная ферментация, мезофильный процесс
- Система с полным перемешиванием
- Длительность пребывания сбраживаемой суспензии: 20 – 40 суток

### ■ Сепарация остатков сбраживания

- Использование твердых фракций остатков в качестве удобрения

### ■ Утилизация биогаза в микротурбине

- Производство тепловой и электрической энергии

## Бизнес-модель охватывает все процессы

**Строительство биогазовых комплексов «под ключ»**

**Сервисная поддержка**

**Долевое участие**

**Проектные работы**

**Строительные работы**

**Пусковые наладочные работы**

**Сервис**

**Консалтинг**

**Долевое участие**

- Экспертиза
- Согласование
- Контракты
- Проектирование

- Строительство «под ключ»
- Поставка и сборка оборудования
- Контроль за соблюдением графика
- Обеспечение качества

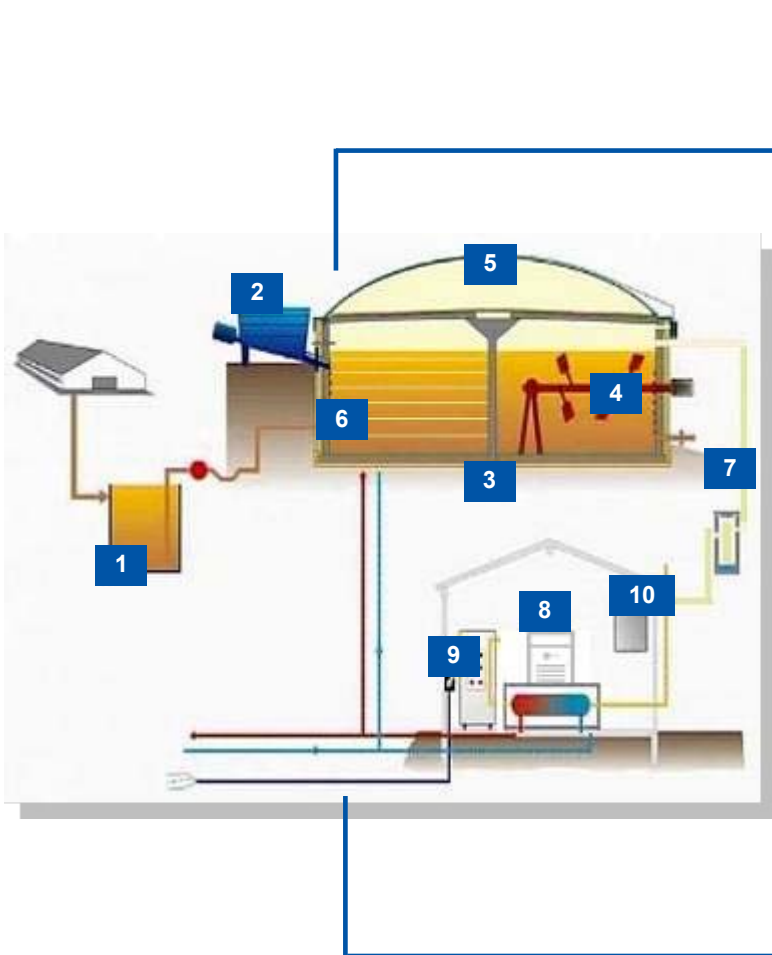
- Проведение пуско-наладочных работ
- Функциональное тестирование оборудования

- Биологический сервис: периодический анализ исходного сырья, контроль и оптимизация рабочих процессов в реакторе
- Технический сервис: гарантийное и постгарантийное сервисное обслуживание, ремонт, поставка запчастей

- Обучение и сертификация персонала
- Стажировка на работающих объектах
- Консультационная поддержка специалистов Заказчика в процессе эксплуатации биогазового комплекса

- Гибкие условия финансирования проектов: льготные режимы финансирования, лизинг
- Долевое участие БПЦ в финансировании строительства биогазовых комплексов на условиях продажи полученной электрической и тепловой энергии Заказчику в период возврата инвестиций с последующей передачей оборудования на баланс Заказчика

## Состав биогазового комплекса



- 1** Емкость гомогенизации
- 2** Загрузчик твердого сырья
- 3** Реактор (другое название биореактор, метантенк, ферментатор)
- 4** Мешалки
- 5** Газгольдер (хранилище газа) в данном случае находится над ферментатором под внешним защитным куполом
- 6** Система отопления ферментатора
- 7** Газовая система
- 8** Энергетическая установка-микротурбина
- 9** Приборы контроля
- 10** Аварийные факельные горелки и система безопасности

## МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

Объём	Тип размещения
130 куб. м	полностью или частично в земле
170 куб. м	полностью или частично в земле
270 куб. м	в земле или над землей

## КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

- Блочные модули
- Теплоизоляционный материал
- Теплоподводящие трубы
- Двухслойная конструкция купола из ПВХ
- Окно визуального контроля в куполе
- Мешатель с рамой для установки
- Датчики электронной системы управления



## РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- параллельно до 6 реакторов
- независимо друг от друга

## Реактор: простота и безопасность конструкции



- Резервуар реактора состоит из фундамента, блочных плит, двухслойной конструкции купола
- Каждый блочный модуль весит 30 кг
- Блочные модули легко собираются
- Внутренняя поверхность резервуара покрыта материалом из поливинилхлорида
- Внешняя поверхность резервуара изолирована материалом из полистирола
- Стандартные трубопроводы для отопления резервуара реактора встроены в подкладку

## Реактор: простота и безопасность конструкции



- Полностью или частично зарытые в землю резервуары реактора обеспечивают безопасность эксплуатации
- Патентованная система гидравлических клапанов в газоподводящих патрубках позволяет снизить стоимость решения в сравнении с аналогами и обеспечивает надежность конструкции

- Возможность визуального контроля процессов внутри резервуара реактора
- Обеспечение бесперебойной подачи топлива в энергоустановку за счет возможности создания системы из нескольких реакторов





### КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- Стандартный 20-ти футовый контейнер (по ISO)
- Электронная система управления
- Программное обеспечение
- Компьютер
- Насос для перекачивания суспензии
- Система подачи горячей воды
- Система подачи газа
- Котел для сжигания биогаза
- Система подогрева воды для запуска реактора
- Место для установки генерирующего оборудования (MTU Capstone)

### Преимущества унификации

**Снижение затрат  
на проектирование, строительство  
и эксплуатацию оборудования**

**Надежная конструкция,  
высокое качество оборудования**

**Высокая  
эффективность проектов**

**Масштабируемость: возможность  
быстрого наращивания  
мощности биогазового комплекса**

**Серийное производство  
оборудования и комплектующих**

**Европейские стандарты  
качества**

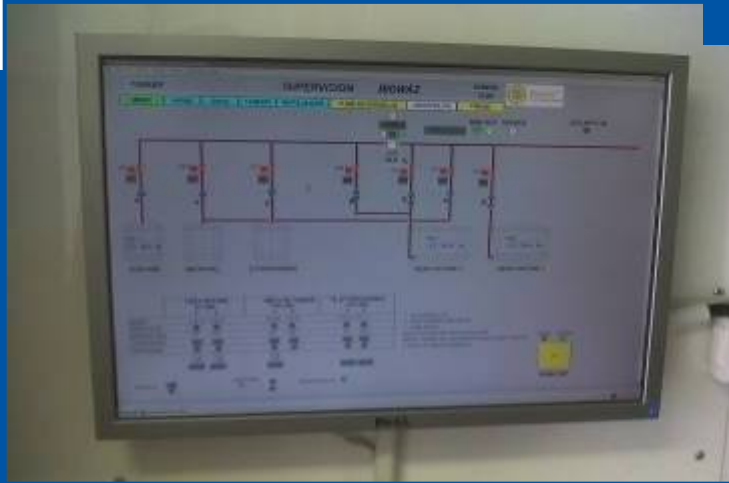
### Реактор в Норвегии



**Среднее время работы  
реактора в 2009 году**

**более 90%**

- Автоматический контроль всех параметров работы биогазового комплекса осуществляется электронной системой управления



- Программное обеспечение системы управления биогазовым комплексом имеет простой, интуитивно понятный интерфейс
- Автоматизированная система управления дает возможность удаленного мониторинга и контроля работы биогазового комплекса

## Компактность и простота эксплуатации биогазового комплекса



- Электронная система управления обеспечивает непрерывность работы биогазового комплекса путем наполнения резервуаров и выкачивания продукта брожения (дагестата)



- Основное оборудование биогазового комплекса (насос для перекачивания навозной суспензии, система управления, инженерные коммуникации) не требует много места и помещается в стандартный контейнер (по системе ISO), который легко транспортируется автомобильным и железнодорожным транспортом



- Биогазовый комплекс требует контроля подготовленного специалиста всего 10 – 20 минут в день. Контроль заключается в мониторинге данных автоматической системы управления и визуальном осмотре оборудования

### Особенности

### Преимущества

**Реактор полностью  
или частично зарыт в землю**

- Уменьшение тепловых потерь (естественная теплоизоляция)
- Повышение эффективности выработки метана
- Повышенная безопасность
- Отсутствие громоздких сооружений в ландшафте

**Двухслойная конструкция купола  
из поливинилхлорида  
с воздушным слоем**

- Длительный срок службы
- Простота и безопасность конструкции
- Низкая стоимость оборудования
- Высокая степень теплоизоляции

**Унификация комплектов  
оборудования**

- Низкие капитальные затраты
- Высокая надежность
- Простота монтажа
- Быстрота проектирования и строительства

**Максимально близкое расположение  
биогазового комплекса к сырью**

- Снижение расходов на транспортировку исходного сырья



- **Высокая эффективность**
- **Низкие эксплуатационные расходы**
- **Бесперебойная работа в условиях российской зимы при температурах до – 60 °С**
- **Срок службы биогазового комплекса достигает 20 лет**

- **Норвежское качество**
- **Опыт эксплуатации в Скандинавских странах с климатическими условиями, максимально приближенными к российским**
- **Гарантия на немеханическое оборудование сроком на 5 лет: конструкция реактора, купола реактора, системы обогрева реактора**

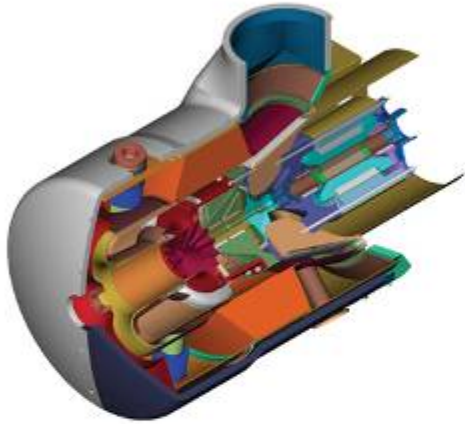
---

# Генерация энергии: микротурбины Capstone

---



### Модульные микротурбинные генераторы Capstone C15, C30, C65, C200, C1000



- 15, 30, 65, 200, 600, 800, 1000 кВт электрической энергии
- Топливо: природный газ, попутный нефтяной газ, биогаз, жидкие виды топлива (керосин, дизельное топливо), пропан-бутановые смеси, сжиженный газ
- Надежность, управляемость
- Эффективность: КПД при тригенерации до 90%
- Низкие затраты на эксплуатацию
- Экология (< 9 ppm NOx)
- Эластичность к нагрузкам (непрерывность работы от 0 до 100%)
- Модульность и масштабируемость: кластеры до 100 устройств
- Установлено в России > 700 микротурбин
- Сертификаты и разрешения: UL, CE, ISO 9001:2000, ГОСТ Р 9001 – 2001, Ростехнадзор

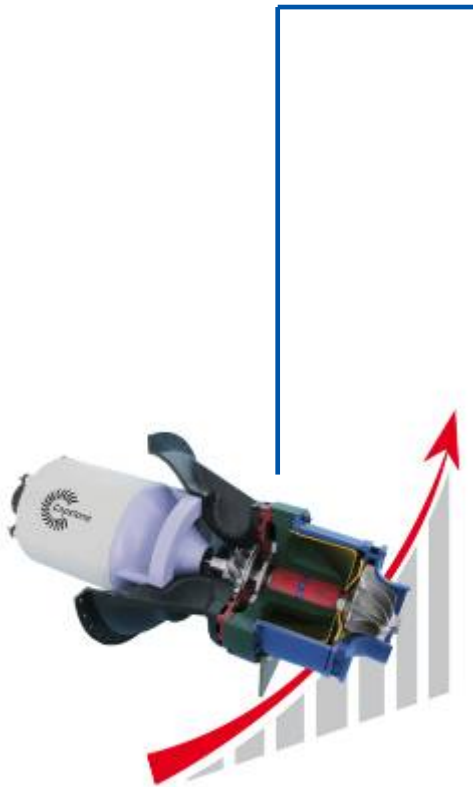


**Биогаз** – газ, получаемый метановым брожением биомассы, например: с/х отходов, отходов очистных сооружений. В его составе: 55%-75 % метана, 25 %-45 % CO<sub>2</sub>, незначительные примеси H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S. После очистки биогаза от CO<sub>2</sub> получается биометан. Биометан - аналог природного газа, отличающийся только происхождением.

**Синтез-газ (сингаз)** – смесь монооксида углерода и водорода, получаемая в результате неокислительного пиролиза твердого сырья, такого как: уголь, опилки, древесина

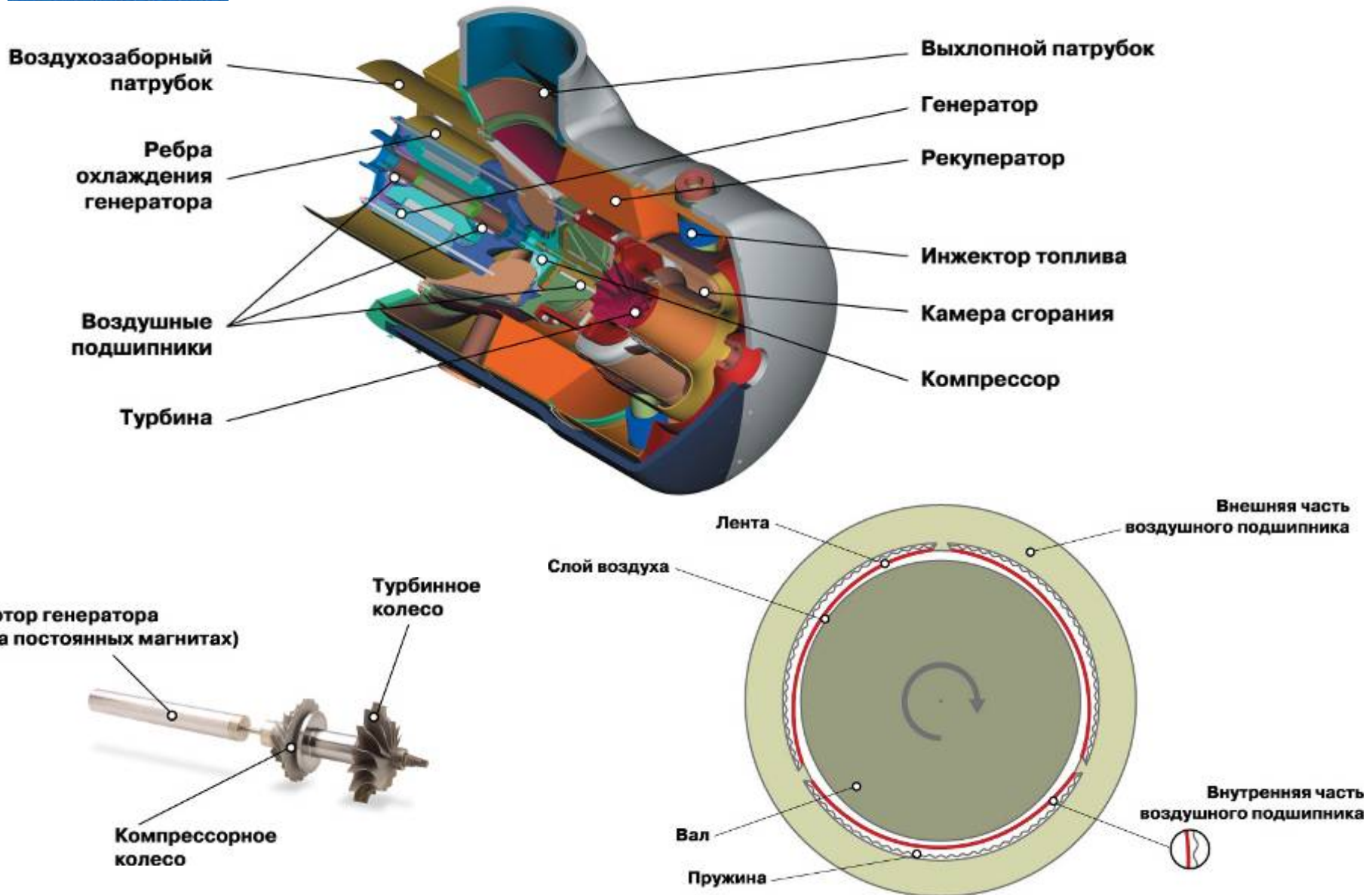
**Биодизельное топливо** – жидкое биотопливо на основе растительных или животных жиров (масел). Энергетическая ценность биодизеля приблизительно равна энергетической ценности обычного дизельного горючего, однако, это более чистый и безопасный при хранении и использовании вид горючего.

## Почему микротурбины Capstone?



- 1 Экономия затрат на электрическую и тепловую энергию**  
Низкая себестоимость выработки 1 кВт·часа электроэнергии
- 2 Высокая эффективность использования энергии за счет когенерации**
- 3 Модульность и масштабируемость**  
Возможность быстрого увеличения мощности электростанции при необходимости
- 4 Экономия на капитальных затратах**  
Отсутствие затрат на строительство сложных газоочистных систем, специального фундамента и высоких дымовых труб
- 5 Высокая надежность энергоснабжения и резервирование**  
За счет конструктивных особенностей микротурбинной системы Capstone
- 6 Эластичность к нагрузкам, непрерывность работы при неравномерных нагрузках в диапазоне от 0 до 100%**
- 7 Отличные экологические показатели**
- 8 Низкие затраты на эксплуатацию и обслуживание**  
Ресурс до капитального ремонта - 60000 часов, длительные межсервисные интервалы - 8000 часов, отсутствие масла и охлаждающей жидкости

# Микротурбинный двигатель Capstone



## Модельный ряд



### **CAPSTONE C15/C30**

Электрическая мощность  
15/30 кВт



### **CAPSTONE C65**

Электрическая мощность  
65 кВт



### **CAPSTONE C200**

Электрическая мощность  
200 кВт

---

## Микротурбинные системы серии C1000



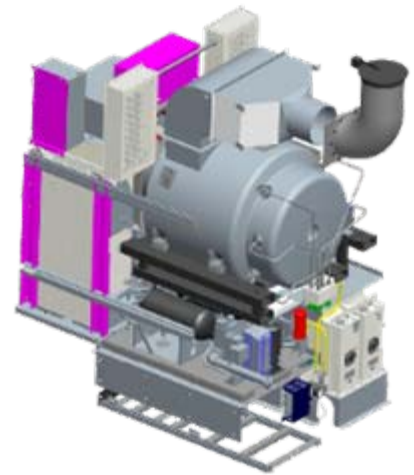
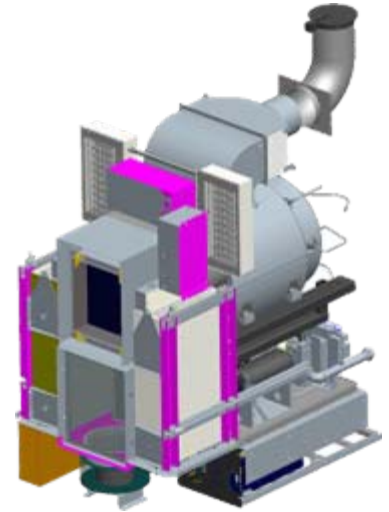
## Модификации:

**C600** — электрическая мощность 600 кВт

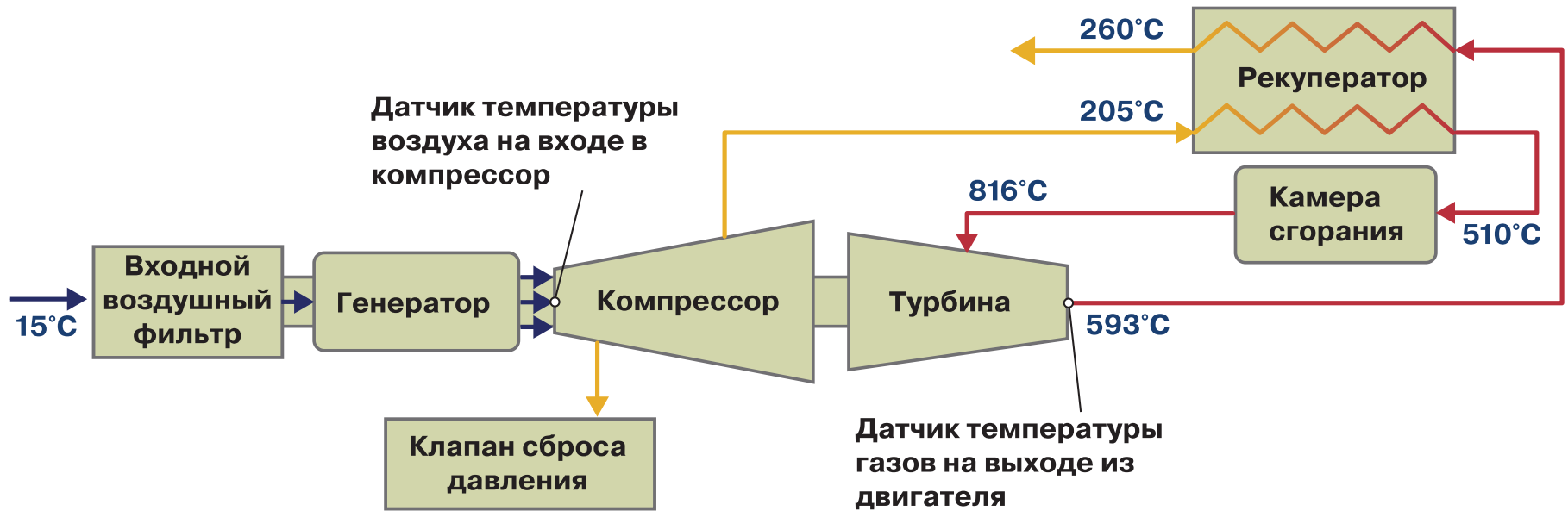
**C800** — электрическая мощность 800 кВт

**C1000** — электрическая мощность 1000 кВт

## Микротурбинные системы Capstone серии C1000

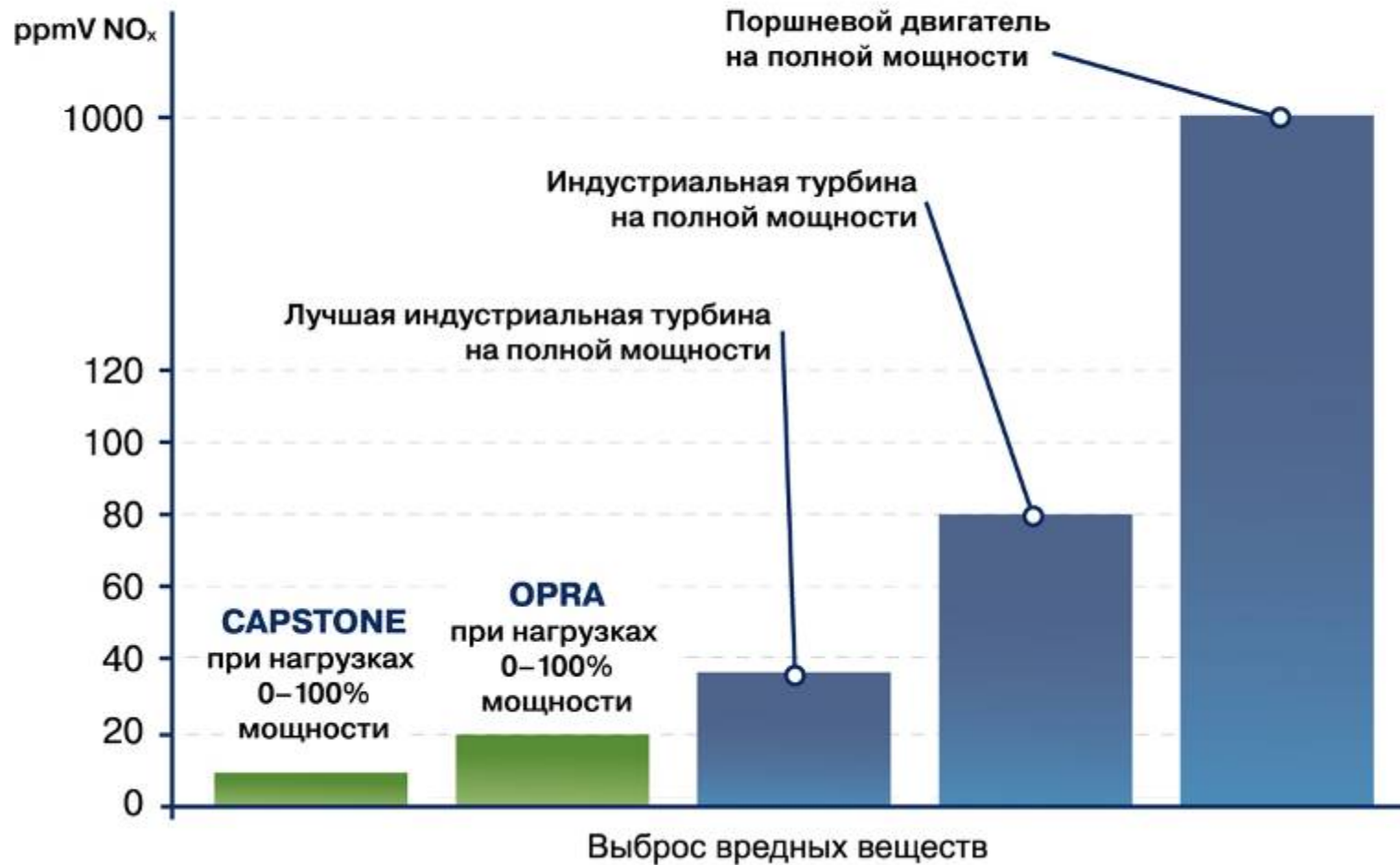


## Энергетический цикл микротурбин Capstone



	МТУ Capstone	ГТУ	ГПУ
Электрический КПД	+	-	+
КПД в режиме когенерации	+	-	-
Надежность энергоснабжения и резервирование	+	-	-
Эластичность к нагрузкам, способность работать в диапазоне нагрузок от 0 до 100%	+	-	-
Ресурс до капитального ремонта	+	-	-
Длительность межсервисных интервалов	+	-	-
Себестоимость 1 кВт·ч энергии	+	-	-
Расход топлива	+	-	-
Расходы на эксплуатацию и обслуживание	+	-	-
Широкий опыт эксплуатации в России	+	+	+
Экологические показатели	+	-	-

## Экология: эмиссия Capstone vs ГПУ vs ГТУ



---

# Экономические показатели



## Экономические параметры

### Расход сырья на выработку «полезной» энергии

- 1 кВт·ч – 0,4-10 кг отходов
- 100-240 кВт·ч - 1 тонна отходов

### Расходы на заменяемые по сервисному регламенту детали и материалы

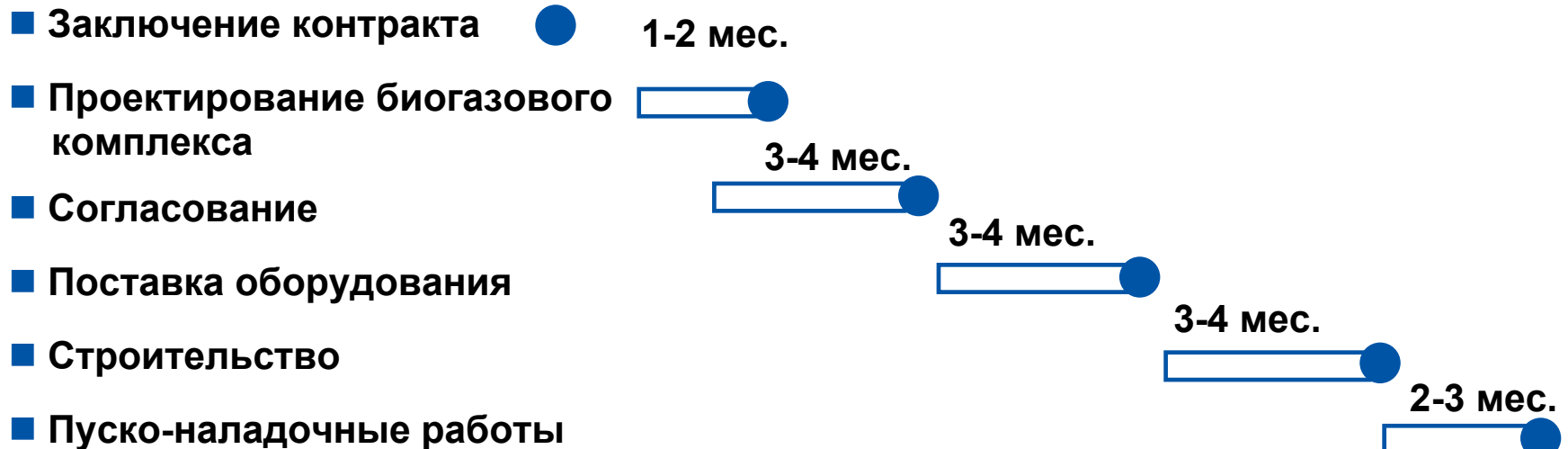
- Биогазовая установка  
– 0,003-0,005 USD/кВт·ч (9-15 копеек)
- Энергетическая установка – МТУ Capstone  
– 0,005 – 0,006 USD/кВт·ч (15-20 копеек)

### Сроки окупаемости

- 3 – 7 лет



## Сроки реализации проекта



Сроки реализации: **12-17 месяцев**

---

# Примеры реализованных проектов





## НОРВЕГИЯ, ФЕРМА

*Вид деятельности предприятия: свиноводство*

### Технологическое решение

- 3 метантенка, работающих в параллельном режиме:  
2 метантенка - 170 м<sup>3</sup>, 1 метантенк - 130 м<sup>3</sup>
- Приемный резервуар - 130 м<sup>3</sup>
- Сырье: свиной навоз и пищевые отходы из близлежащих ресторанов
- Объем сырья: 3000 м<sup>3</sup> в год
- Когенерационная энергоустановка: эл. мощность - 20 кВт
- Режим работы энергоустановки: автономный
- Энергетический потенциал: 1 200 000 кВт·ч/год
- Расход энергии на собственные нужды биокomплекса: 15-20%

### Задачи

- Утилизация отходов
- Получение биогаза для производства электроэнергии и тепла
- Энергообеспечение собственных нужд биокomплекса и инфраструктуры фермы
- Снижение энергоемкости бизнеса

### Результат

планируемая рентабельность инвестиций – 16-26%

Сдача в эксплуатацию весна 2010 года

### Планы

- увеличение объема перерабатываемого сырья до 6000 м<sup>3</sup> в связи с увеличением поголовья скота
- расширение электрической мощности электростанции до 190 кВт за счет внедрения 3-х микротурбин Capstone C65

### ШВЕЦИЯ, ФЕРМА

*Вид деятельности предприятия:  
производство говядины и молока*

#### Задачи

- Утилизация отходов
- Получение биогаза для производства электроэнергии и тепла
- Энергообеспечение собственных нужд биокомплекса и инфраструктуры фермы

#### Технологическое решение

- 2 метантенка объемом 130 м<sup>3</sup> каждый
- Сырье: коровий навоз и отходы пекарни
- Объем сырья: 1 500 м<sup>3</sup> в год
- Диспетчерский пункт
- Когенерационная энергоустановка электрической мощностью 20 кВт, тепловой мощностью 43 кВт
- Режим работы энергоустановки: параллельно с сетью
- Энергетический потенциал: 630 000 кВт·ч/год
- Расход энергии на собственные нужды биогазового комплекса – 15-20%



**Результат:** планируемая рентабельность инвестиций – 30- 45%

**Сдача в эксплуатацию:** май 2010 года

**Планы:** расширение электрической мощности электростанции до 65 кВт за счет внедрения микротурбины Capstone C65



**Свалка округа Соук,  
Мэдисон, штат Висконсин**

**24 микротурбины Capstone,  
работающие на свалочном газе,  
производят электроэнергию,  
снабжая электричеством более  
300 жилых домов**

## **Водоочистная станция Cossato Spolina, Биелла, Италия**

**Микротурбинный генератор  
Capstone C200 на биогазе  
производит тепло  
и электроэнергию для  
собственных нужд  
водоочистной станции**



## Европейский опыт

Более **90** биогазовых  
микротурбинных  
электростанций в Европе



Более **300** микротурбинных  
установок на биогазе



**В**

Австрии • Бельгии • Финляндии  
Франции • Германии • Италии  
Испании • Швейцарии • Турции





## Клиенты

### Нефтегазовая отрасль



### Торгово-развлекательные центры и офисно-складские комплексы



### Энергетика и ЖКХ



### Промышленность и производство



### Телекоммуникации



### Спортивно-оздоровительные комплексы и сооружения



# Более 700 микротурбин в России и СНГ



**1. Южный федеральный округ**

Количество микротурбин: 24

Совокупная электрическая мощность: 17620 кВт

**2. Центральный федеральный округ**

Количество микротурбин: 108

Совокупная электрическая мощность: 16290 кВт

**3. Северо-Западный федеральный округ**

Количество микротурбин: 211

Совокупная электрическая мощность: 23960 кВт

**4. Приволжский федеральный округ**

Количество микротурбин: 70

Совокупная электрическая мощность: 32680 кВт

**5. Уральский федеральный округ**

Количество микротурбин: 82

Совокупная электрическая мощность: 44395 кВт

**6. Сибирский федеральный округ**

Количество микротурбин: 22

Совокупная электрическая мощность: 7200 кВт

**7. Дальневосточный федеральный округ**

Количество микротурбин: 120

Совокупная электрическая мощность: 15035 кВт

**8. Северо-Кавказский федеральный округ**

Количество микротурбин: 25

Совокупная электрическая мощность: 750 кВт

**9. Грузия**

Количество микротурбин: 4

Совокупная электрическая мощность: 240 кВт

**10. Украина**

Количество микротурбин: 8

Совокупная электрическая мощность: 520 кВт

**11. Республика Беларусь**

Количество микротурбин: 9

Совокупная электрическая мощность: 4125 кВт

**12. Казахстан**

Количество микротурбин: 1

Совокупная электрическая мощность: 30 кВт

**Спасибо за внимание!**

**БПЦ Инжиниринг**

**109028, Россия, Москва,  
ул. Земляной Вал, д. 50А/8, стр. 2**

**Тел.: +7 (495) 780-31-65**

**Факс: +7 (495) 780-31-67**

**E-mail: [energy@bpc.ru](mailto:energy@bpc.ru)  
<http://www.bpcenergy.ru>**

