

# **«Когенерация на основе древесных отходов: синергия энергетической автономии и экономической эффективности на предприятиях ЛПК»**

**Торопов Александр Владимирович**  
**Технический директор**  
**ООО «ПолиБиоТехник»**  
**+7-931-207-34-00**  
**[www.polybiotechnik.ru](http://www.polybiotechnik.ru)**

## Лесопромышленный комплекс России: проблемы и пути решения

- Ключевая проблема:
  - Рост объемов древесных отходов из-за прекращения экспортных поставок.
- Последствия:
  - Несоблюдение норм хранения отходов (пример: проверки в Котласе).
  - Возрастание рисков пожаров и экологических нарушений.
- Актуальная задача:
  - Поиск экологически безопасных технологий утилизации отходов.

## Лесопромышленный комплекс России: проблемы и пути решения

Предлагаемое решение:

- Внедрение когенерационных установок и создание паровых мини-ТЭЦ;
- Переработка отходов в электрическую и тепловую энергию.
- Снижение экологической нагрузки.
- Экономическая выгода (энергетическая автономия предприятий).



## Традиционный подход: водогрейные котельные

- Преимущества:

Проверенная технология, подача теплоносителя с температурным графиком 95/70°C для обеспечения сушильных камер.

- Недостатки:

Ограниченное использование энергетического потенциала древесных отходов.

Отсутствие гибкости в масштабировании и адаптации к нагрузкам предприятия.

### Новая концепция: паровые мини-ТЭЦ

- Универсальное решение для средних и крупных предприятий.

- Использование древесных отходов в качестве топлива не только для выработки тепла, но и производства электрической энергии.

### Преимущества:

- Повышение энергоэффективности.

- Возможность масштабирования.

- Генерация дополнительного дохода благодаря продаже избыточной электроэнергии.

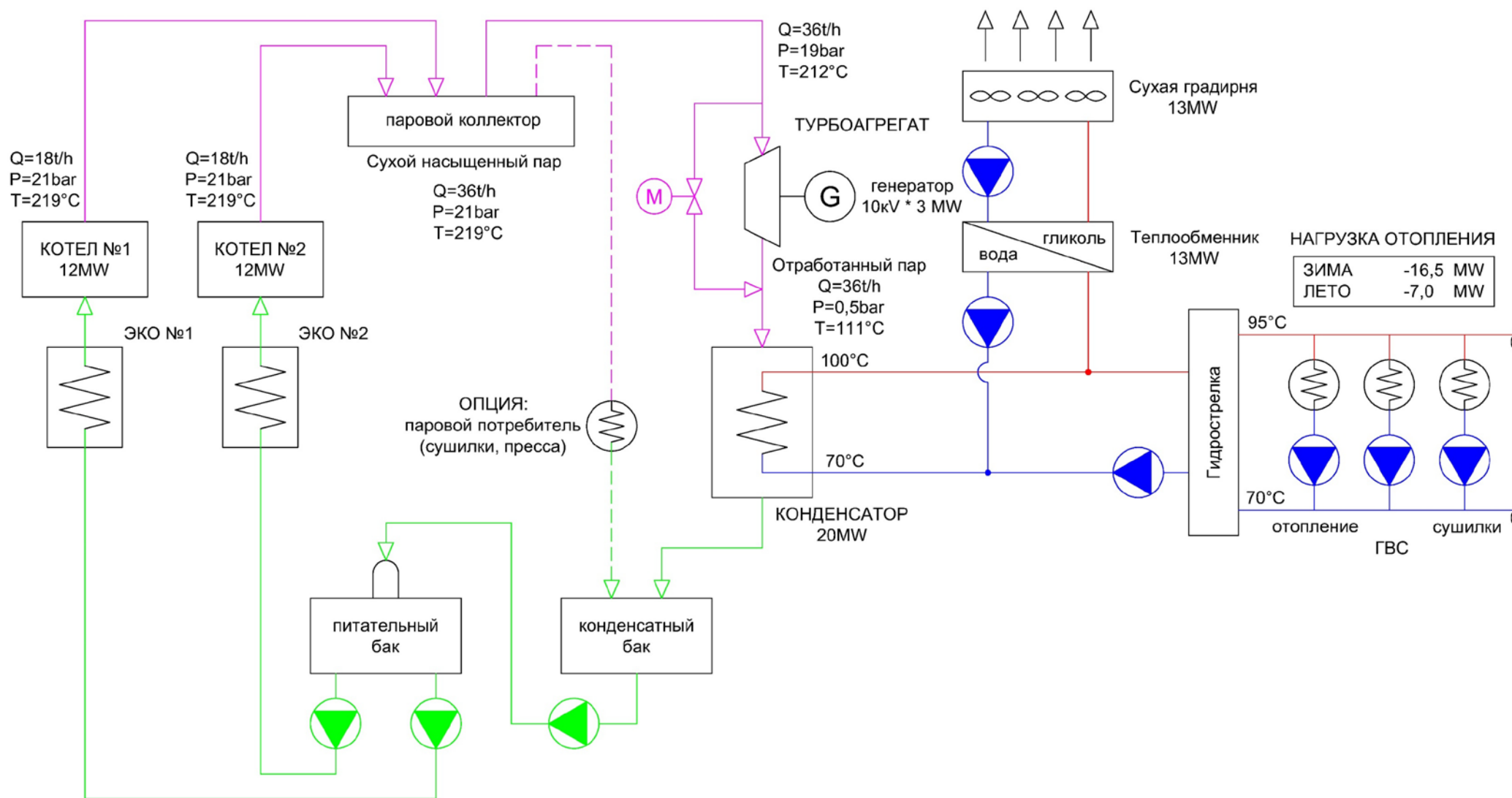
## Принципы работы мини-ТЭЦ на базе когенерации

Инновация: Когенерационная установка превращает древесные отходы в биотопливо, обеспечивая экологичное производство энергии.

Процесс:

1. Биотопливо сжигается для получения насыщенного или перегретого пара.
2. Пар направляется в турбины, вырабатывающие электроэнергию.
3. Использование остаточной тепловой энергии через теплообменники для отопления и технологических нужд.

Результат: Повышение энергоэффективности предприятия и сокращение углеродного следа.





## Экономические и технические аспекты внедрения мини-ТЭЦ

Основные параметры предлагаемой мини-ТЭЦ:

- Два паровых котла по 12 МВт каждый.
- Турбоагрегат электрической мощности 3 МВт.
- Годовая выработка электроэнергии (брутто) – 25,2 млн кВт·ч, из которых 5,04 млн кВт·ч используется для собственных нужд самой установки.
- Объем потребляемой предприятием электроэнергии составляет 12,95 млн кВт·ч.
- Избыточная электрическая энергия, около 7,21 млн кВт·ч в год, продается в сеть.

## Экономические и технические аспекты внедрения мини-ТЭЦ

Результаты экономического анализа

Электроэнергия:

- Средняя стоимость электроэнергии для предприятия: 7 руб/кВт·ч.
- Себестоимость генерации электроэнергии на мини-ТЭЦ: 1,22 руб/кВт·ч.

Экономия: ~74,8 млн руб/год за счет собственной генерации.

Дополнительная выручка: ~25,2 млн руб/год от продажи избыточной энергии в сеть (по тарифу 3,5 руб/кВт·ч).

Тепловая энергия:

- Мини-ТЭЦ покрывает 100% потребности предприятия (~100 тыс. Гкал/год).
- Себестоимость тепловой энергии: 324,2 руб/Гкал (значительно ниже рыночной — 2 658 руб/Гкал).

Экономия: ~234 млн руб/год благодаря автономному теплоснабжению.

Окупаемость:

- Строительство паровой котельной: ~1,04 млрд руб.
- Срок окупаемости: ~4,45 года.
- Турбогенератор с обвязкой: ~500 млн руб.
- Срок окупаемости: ~5,48 года.



## Технические преимущества мини-ТЭЦ:

1. Возможность подключения дополнительной паровой нагрузки:
  - Использование для паровых прессов, сушильных камер, термомасляных сушилок.
2. Высокая энергетическая плотность оборудования:
  - Гибкое балансирование электрической и тепловой нагрузки.
  - Учет сезонных изменений и производственных потребностей.
3. Полная утилизация древесных отходов:
  - Следование принципу «нулевых отходов» (Zero Waste).
  - Экологичное решение, активно внедряемое в лесной отрасли.

## Экологические и стратегические выгоды

Современные мини-ТЭЦ на древесных отходах не только повышают финансовую устойчивость предприятий, но и помогают сохранить природу:

- Полная утилизация биотоплива снижает объемы отходов, отправляемых на свалки,
- Уменьшается выброс парниковых газов,
- Создается замкнутая модель ресурсопользования, соответствующая экологическим стандартам.

Избыточное тепло от мини-ТЭЦ дает:

- Стратегический запас для масштабирования бизнеса,
- Возможность расширения ассортимента продукции (плиты, фанера и др.),
- Повышение объемов выпуска пиломатериалов.

## Пример реализованных проектов

На текущий момент уже реализовано несколько успешных проектов мини-ТЭЦ, в которых применяются аналогичные технологические и экономические подходы:

1. Архангельская область: 2×9,5 МВт + 1×3,35 МВт электроэнергии.
2. Хабаровский край: 3×18 МВт + 1×3 МВт электроэнергии.
3. Республика Коми: 1×18 МВт + 1×4 МВт электроэнергии.
4. Костромская область: 2×18 МВт + 1×4 МВт электроэнергии
5. Южная Корея: 1×22 МВт + 1×5 МВт электроэнергии



**БИОТОПЛИВНЫЙ КОНГРЕСС**

Переработка отходов древесины.  
Биотопливо, ХТММ, энергия, новые продукты

**19–20 марта 2025**

Санкт-Петербургская Торгово-промышленная палата  
ул. Чайковского, 46-48

wood-bio.ru



**ПолиБиоТехник**

## **Выдача мощности вырабатываемой Мини ТЭЦ во внешнюю сеть электроснабжения**



**Дзюба Анатолий Петрович**  
**Доктор экономических наук**  
**Заместитель генерального директора**  
**ООО «МСК Энерго» г. Москва**  
**+7-922-636-59-78**





**$P$  в сеть  $\leq 15$  кВт,  $U \leq 1000$  В**

Объект микрогенерации.  
 $P$  уст может быть любой.  
Договор купли-продажи с ГП.  
Цены - ПУНЦ  
Умный учет электроэнергии.



**$P$  уст  $\geq 25$  МВт**

Продажа  
электроэнергии только  
на оптовый рынок, по  
ценам ОРЭМ



**В энергетическом  
праве разделяется  
4 типа электро-  
станций по  $P$  уст**



**$P$  уст  $\leq 5$  МВт**

ТУ на выдачу мощности в сеть  
ТСО.  
Схема расчётов «take or pay»  
Свободные цены



**$5$  МВт  $\leq P$  уст  $< 25$  МВт**

ТУ на выдачу мощности в сеть ТСО.  
Необходимость разработки схемы  
выдачи мощности объекта по  
производству с согласованием СО ЕЭС  
Свободные цены





$P_{уст} \leq 5 \text{ МВт}$

Согласование технологического присоединения объекта по производству электроэнергии к сетям сетевой организации

В соответствии с:

Правилами технологического присоединения энергопринимающих устройств ... объектов по производству электрической энергии... к электрическим сетям (ПП РФ №861 от 27.12.2004г.)

- Порядок заключения договора на технологическое присоединение;
- Сроки разработки ТУ и выдачи договора;
- Порядок оспаривания условий договора на ТП;
- Порядок сдачи ЭУ в Ростехнадзор;
- Сроки согласования каждого этапа.



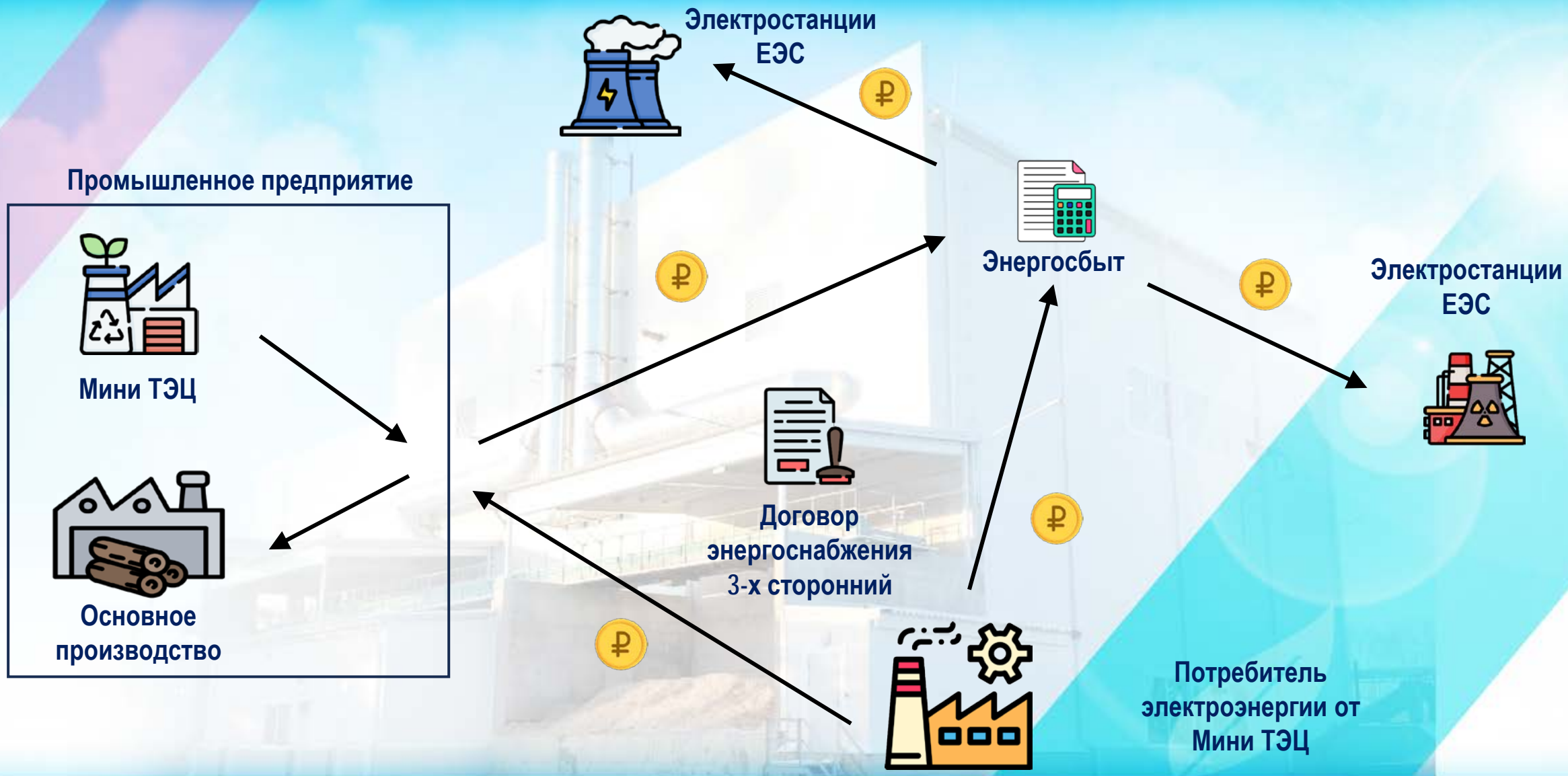
$5 \text{ МВт} \leq P_{уст} < 25 \text{ МВт}$

В соответствии с:

Правилами разработки и согласования схем выдачи мощности объектов по производству электрической энергии и схем внешнего электроснабжения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии (Приказ Минэнерго №1195 от 28.12.2020г.)

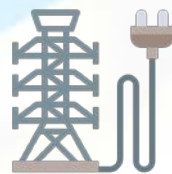
- Разработка схемы выдачи мощности;
- Согласование Схемы с СО ЕЭС, МРСК и пр.;
- Ввод Мини ТЭЦ в контур оперативно-диспетчерского управления региональными филиалами СО ЕЭС;
- Ежедневное согласование почасовых ПДГ с филиалами СО ЕЭС;
- Исполнение Диспетчерских команд.







Промышленное предприятие



Ц1



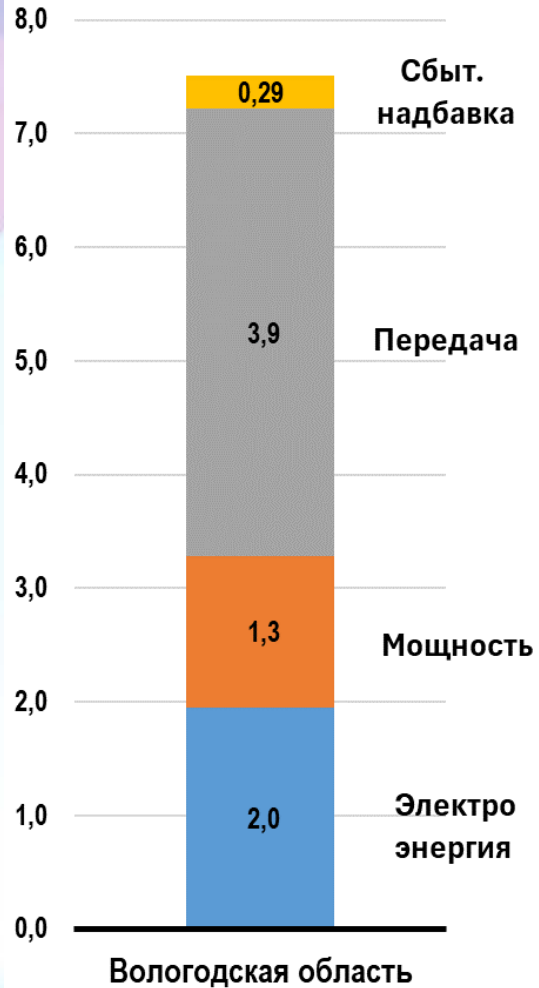
Потребитель  
электроэнергии от  
Мини ТЭЦ

Ц2

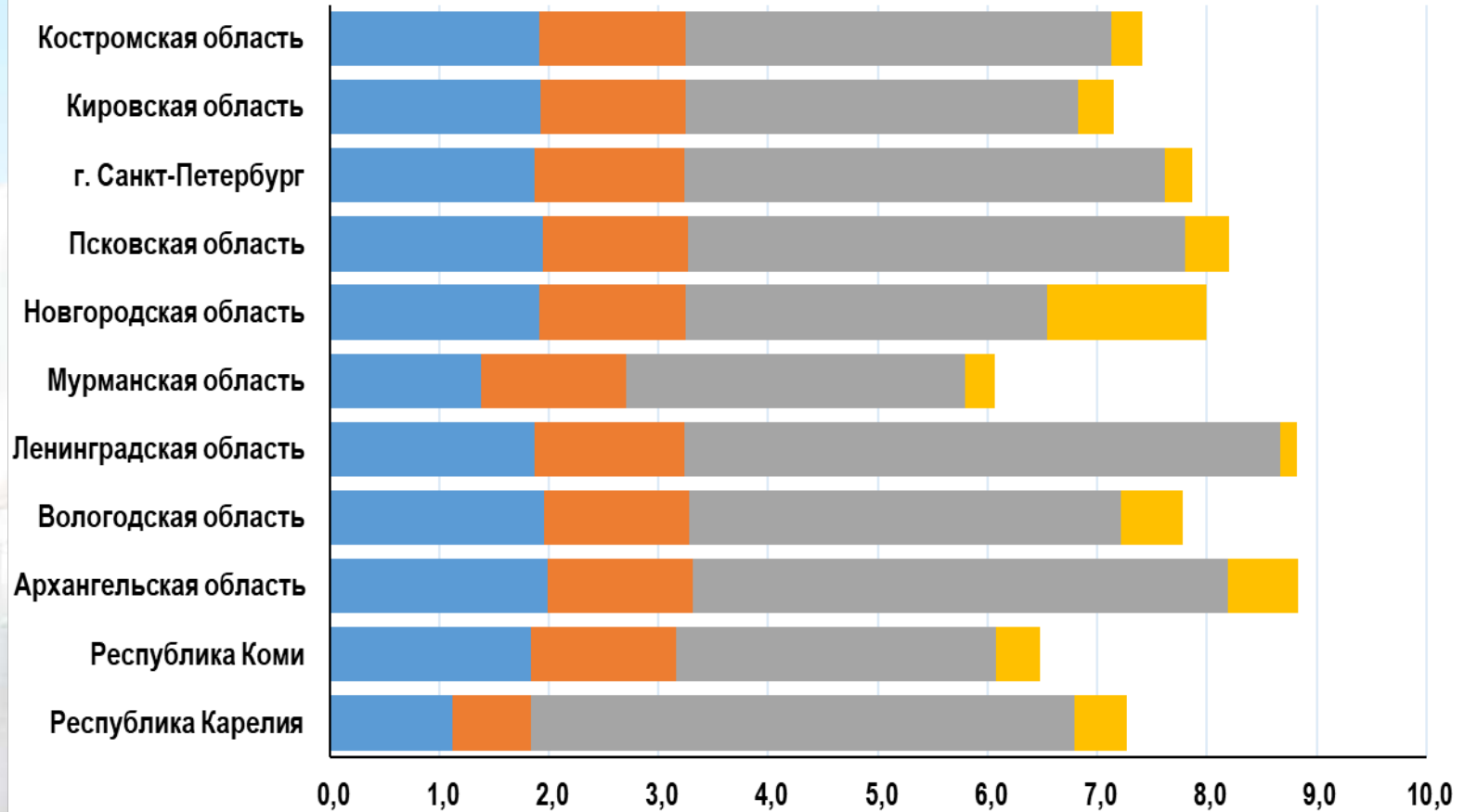


Потребитель  
электроэнергии от  
Мини ТЭЦ

Цена на электроэнергию,  
 Вологодская область,  
 уровень ВН

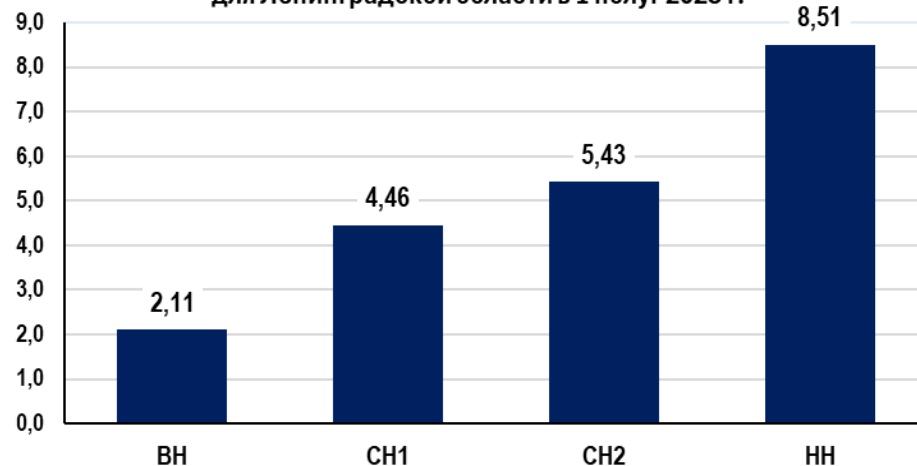


Цены на электроэнергию в СЗФО, уровень напряжения СН2

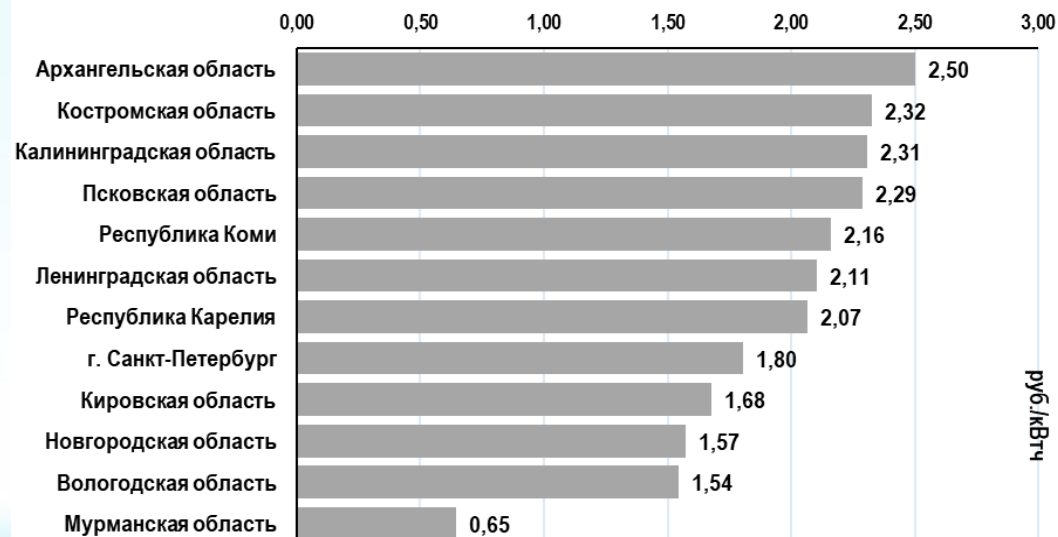


Уровень напряжения	Уровень напряжения	Уровень U
ВН	Высокое напряжение	110 кВ и выше (за исключением ВН1)
ВН-1	Высокое напряжение первое	Объекты ЕНЭС переданные в аренду ТСО
СН-1	Среднее напряжение первое	27,5 – 60 кВ
СН-2	Среднее напряжение второе	20 – 1 кВ
НН	Низкое напряжение	Ниже 1 кВ

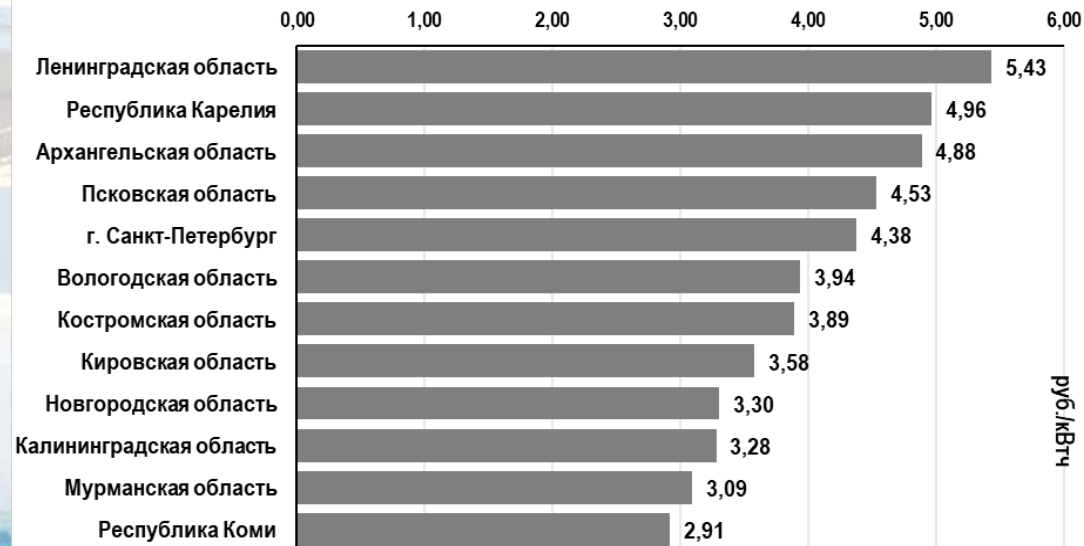
Тарифы на составляющую услуг по передаче электроэнергии  
для Ленинградской области в 1 полугод 2025 г.



Тарифы на передачу в регионах СЗФО по уровню ВН



Тарифы на передачу в регионах СЗФО по уровню СН2



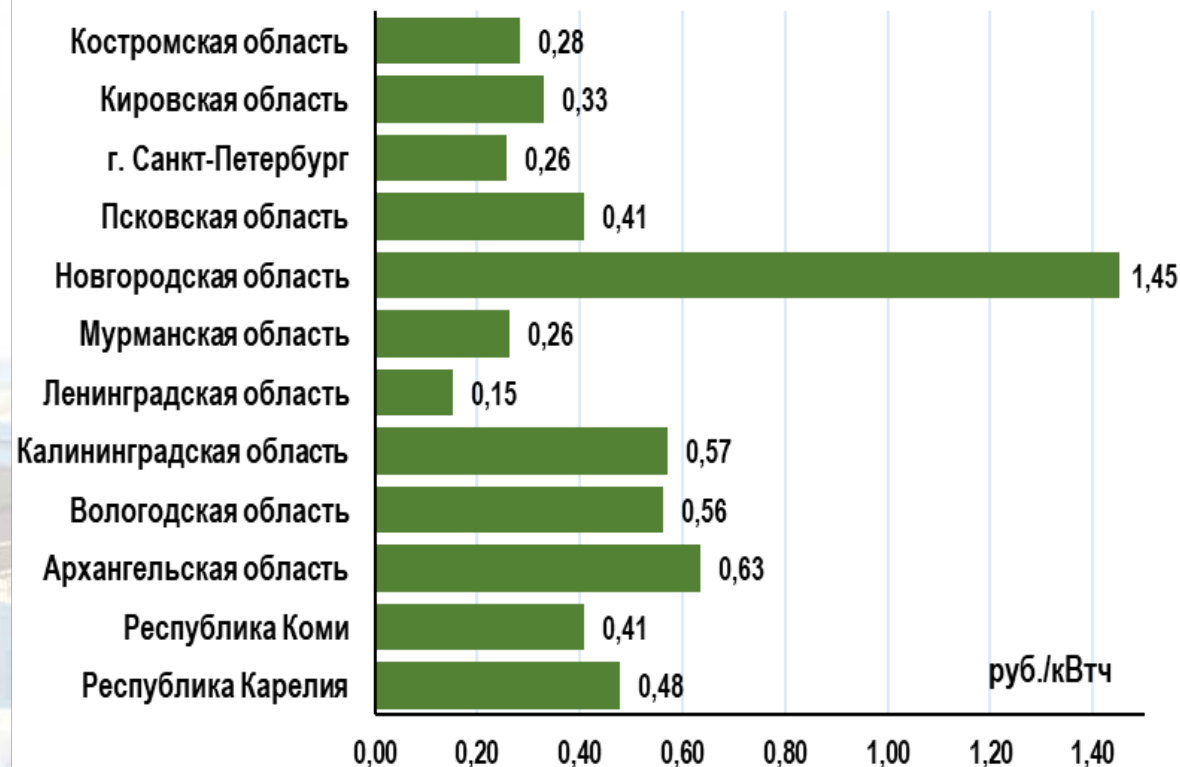




- Количество лет на рынке – более 15 лет
- Количество регионов присутствия - 54
- Количество точек учёта электроэнергии – 14 807 ед.
- Численность сотрудников – 60 чел.
- Объем полезного отпуска – 1,5 млрд. кВтч в год
- Выручка – 8,8 млрд. руб.



**Сбытовые надбавки на 2 полугодие 2025 года, макс Р > 670 кВА**



**БИОТОПЛИВНЫЙ КОНГРЕСС**

Переработка отходов древесины.

Биотопливо, ХТММ, энергия, новые продукты

**19–20 марта 2025**

Санкт-Петербургская Торгово-промышленная палата  
ул. Чайковского, 46-48

wood-bio.ru



**ПолиБиоТехник**

# Спасибо за внимание!



**ПолиБиоТехник**

**Торопов Александр Владимирович**

[www.polybiotechnik.ru](http://www.polybiotechnik.ru)

**Технический директор**

**ООО «ПолиБиоТехник»**

**+7-931-207-34-00**



**Дзюба Анатолий Петрович**

**Доктор экономических наук**

**Заместитель генерального директора**

**ООО «МСК Энерго» г. Москва**

**+7-922-636-59-78**