

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Генеральный директор

ООО «[REDACTED]»

(должность)

(подпись, Ф.И.О.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## ОТЧЁТ

**о выборе электрогенерирующего оборудования  
для электростанции производственной площадки**

Заказчик: ООО «[REDACTED]»  
Исполнитель: ИП Мартынов В.В.  
Договор: № [REDACTED] от «03» августа 2018 г.

### ВНИМАНИЕ !

1. С целью сохранения коммерческой тайны часть настоящего отчёта скрыта. Некоторые страницы удалены полностью.
2. Содержащиеся в отчёте выводы и рекомендации оставлены для свободного ознакомления почти в полном объёме. Это связано с тем, что они касаются исключительно одного конкретного производственного объекта с его уникальным графиком электрической нагрузки.
3. Распространение данных выводов и рекомендаций на любое другое предприятие чревато серьёзными ошибками. Каждый объект требует строго индивидуального подхода с учётом специфики его электрических и тепловых нагрузок, а так же прочих технических особенностей.
4. Методика исследования, применявшаяся при подготовке представленного отчёта, кратко изложена здесь: <http://meteoenergetic.ru/metodika-rascheta-gazoporshnevoj-elektrostanicii>
5. Заказать предпроектную проработку вашей мини-ТЭЦ (энергоцентра) по указанной методике с получением аналогичного отчёта вы можете, обратившись ко мне:

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Исходный файл отчёта имеет большой размер - 83,3 МБ. Для пересылки по электронной почте этот файл был сжат до 10,5 МБ, что привело к некоторому ухудшению качества изображения. Несжатый файл в исходном качестве вы можете скачать по ссылке:  
<https://yadi.sk/i/my7HmQD7PaVPcw>

Валерий Мартынов  
Частный консультант по мини-ТЭЦ

Моб.: +7 (903) 747-77-71  
E-mail: [meteoenergetic@yandex.ru](mailto:meteoenergetic@yandex.ru)  
<http://meteoenergetic.ru>

Москва  
2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. Техническое задание	3
2. Акт об оказании услуг	10
3. Концепция проекта	11
4. Графики электрической нагрузки	12
5. Потребление тепловой энергии	13
6. Определение оптимальной мощности ГПЭС	14
7. Перечень предварительно отобранных моделей оборудования	15
8. Техничко-коммерческие предложения на ГПЭА	16
9. Сводная таблица стоимости ГПЭА	58
10. Параметры работы ГПЭС	60
11. График и стоимость сервиса ГПЭА	63
12. Расчёт полной стоимости регламентных работ	107
13. Сводная таблица стоимости регламентных работ	121
14. Затраты на персонал	125
15. Стоимость строительства ГПЭС под ключ	126
16. Расчёт экономики проекта	131
17. Сводные экономические показатели	146
18. Выводы и рекомендации	155

# 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на оказание услуг по выбору оборудования для электростанции  
(Приложение № 1 к Договору № [ ] от «03» августа 2018 г.)

№	Перечень основных данных и требований	Содержание основных данных и требований
<b>1. Общие данные</b>		
1.1	Оказываемые консультационные Услуги	Предоставление Заказчику информации по выбору оборудования для Электростанции
1.2	Заказчик оказываемых Услуг	ООО «[ ]»
1.3	Исполнитель оказываемых Услуг	Индивидуальный предприниматель Мартынов Валерий Валерьевич
1.4	Наименование Объекта	Производство в г. [ ]
1.5	Адрес Объекта	[ ], Ростовская область, г. [ ]
1.6	Категория Объекта	Действующий
1.7	Цель строительства электростанции	Снижение затрат на энергоснабжение Объекта
<b>2. Предварительные требования Заказчика к Электростанции</b>		
2.1	Вид Электростанции	Газопоршневая
2.2	Назначение Электростанции	Электроснабжение потребителей электроэнергии, находящихся только на территории Объекта.
2.3	Ограничение минимальной нагрузки на один электроагрегат	Не менее 40% от номинальной мощности
2.4	Ограничение максимальной нагрузки на один электроагрегат	Не более 90% от номинальной мощности
2.5	Количество электроагрегатов в «горячем» резерве	Нет
2.6	Количество электроагрегатов в «холодном» резерве	Нет
2.7	Режим работы	Параллельная работа с внешней сетью с импортом электроэнергии из сети
2.8	Перспективный рост мощности на Объекте	Не учитывать
2.9	Собственные нужды Электростанции	Не более 3% от установленной мощности Электростанции
2.10	Исполнение электроагрегатов	Открытое / в кожухе – для размещения в здании.
2.11	Необходимость утилизации тепла	Предусмотреть возможность использования утилизированного тепла на отопление, ГВС и технологию.
2.12	Напряжение генераторов Оборудования	10,5 кВ
2.13	Необходимость использовать повышающий трансформатор	Нет
2.14	Потери электроэнергии на повышающем трансформаторе	Нет

<b>3. Цель и порядок оказания Услуги по выбору оборудования для электростанции</b>		
3.1	Цель оказываемых Услуг	Предоставить Заказчику информацию, которая позволит ему выбрать Оборудование для Электростанции на основе объективных критериев.
3.2.	Критерии для выбора Оборудования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стоимость Оборудования и условия его поставки.</li> <li>2. Предварительная оценка капитальных затрат на строительство Электростанции «под ключ».</li> <li>3. Расчётная себестоимость вырабатываемой электроэнергии.</li> <li>4. Срок окупаемости без учёта утилизированного тепла.</li> <li>5. Срок окупаемости с учётом утилизированного тепла.</li> <li>6. Накопленная за 12 лет экономия на электроэнергии.</li> <li>7. Накопленная за 12 лет экономия на электроэнергии и тепле.</li> </ol>
3.3.	Порядок оказания Услуг	<p><b>Этап 1. Первичный анализ Исходных данных</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На основе анализа однолинейной электрической схемы Объекта определить принципиальную возможность параллельной работы Электростанции с внешней сетью.</li> <li>2. На основе анализа тепловой схемы и фактических данных о потреблении тепла и/или газа определить возможность и объёмы использования утилизированного тепла.</li> <li>3. На основе данных о почасовом фактическом потреблении электроэнергии рассчитать загрузку Оборудования при различной суммарной мощности Электростанции.</li> <li>4. На основе полученных расчётов по загрузке Оборудования определить для Электростанции оптимальные: <ul style="list-style-type: none"> <li>• единичную мощность Оборудования,</li> <li>• количество единиц Оборудования.</li> </ul> </li> </ol> <p><b>Этап 2. Сбор актуальных Данных об Оборудовании</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Совместно с Заказчиком определить конкретные модели Оборудования, для которых будут производиться экономические расчёты. Общее количество моделей – 6 (шесть).</li> <li>2. Совместно с Заказчиком направить производителям и /или поставщикам Оборудования запросы на получение объективных Данных об Оборудовании.</li> <li>3. Заполнить опросные листы на Оборудование.</li> <li>4. Проверить полученные Данные об Оборудовании на предмет полноты и достоверности предоставленной информации, наличия ошибок /или преднамеренных искажений.</li> <li>5. Направить поставщикам дополнительные вопросы и получить от них дополненные и/или исправленные Данные об Оборудовании.</li> </ol> <p><b>Этап 3. Экономические расчёты</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить предварительный состав затрат на строительство Электростанции «под ключ».</li> <li>2. Провести экспертную оценку капитальных затрат на строительство Электростанции «под ключ».</li> <li>3. Для каждой модели Оборудования рассчитать критерии, указанные в п.3.2 ТЗ.</li> </ol> <p><b>Этап 4. Анализ результатов расчётов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На основе анализа результаты расчётов критериев, указанных в п.3.2 ТЗ выявить оптимальные модели Оборудования для данного Объекта.</li> <li>2. Сравнить оптимальные модели Оборудования по</li> </ol>

		<p>техническим, эксплуатационным и экономическим показателям.</p> <p>3. Подготовить выводы касательно оптимальных моделей Оборудования для данного Объекта.</p> <p>4. Представить рекомендации касательно выбора оптимальной моделей Оборудования для данного Объекта с учётом критериев, указанных в п.3.2 ТЗ, а так же прочих технических, эксплуатационных и экономических показателей.</p>
<b>4. Первичные сведения, необходимые для оказания Услуг</b>		
4.1	Состав Исходных данных, предоставляемых Заказчиком Исполнителю	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ситуационный план Объекта</li> <li>2. Однолинейная электрическая схема Объекта</li> <li>3. Тепловая схема Объекта</li> <li>4. Сведения о почасовом потреблении электроэнергии на Объекте за период не менее одного года.</li> <li>5. Сведения о ежемесячном потреблении тепловой энергии на Объекта (в Гкал) за период не менее одного года.</li> <li>6. Текущий тариф на электроэнергию.</li> <li>7. Текущий тариф на тепло (при отсутствии на Объекте собственной котельной).</li> <li>8. Текущий тариф на газ (включая бытовую и транспортную надбавки).</li> <li>9. Состав газа (при использовании попутного газа)</li> </ol>
4.2	Используемые в экономических расчётах дефляторы	Дефляторы не используются, все расчёты проводятся в текущих ценах.
4.3	Количество персонала и затраты на персонал	Согласовать с Заказчиком перед началом выполнения экономических расчётов
4.4	Данные об Оборудовании, запрашиваемые у поставщиков	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подробные технические характеристики электроагрегатов с обязательным указанием следующих параметров: <ul style="list-style-type: none"> <li>• номинальная электрическая мощность при <math>\cos\phi=1</math> и <math>\cos\phi=0,8</math>;</li> <li>• тепловая мощность;</li> <li>• расход топлива при 100, 75 и 50% нагрузке;</li> <li>• расход моторного масла «на угар»;</li> <li>• объём системы охлаждения, включая трубопроводы и выносные радиаторы.</li> </ul> </li> <li>2. Рекомендуемая марка моторного масла, периодичность его замены и стоимость за бочку 208 л.</li> <li>3. Рекомендуемая марка свечей, периодичность их замены и стоимость.</li> <li>4. Комплектация поставляемых электроагрегатов.</li> <li>5. Стоимость Оборудования и условия поставки с обязательным указанием стоимости отдельных узлов (электроагрегат, теплоутилизатор, выносной радиатор, контейнер, дожимной компрессор и т.п.). Для Оборудования импортного производства стоимость указывается в EUR или USD, для российского – в рублях</li> <li>6. Стоимость доставки Оборудования на место эксплуатации (может быть включена в стоимость электроагрегатов на условиях DAP и DDP).</li> <li>7. Стоимость фирменного монтажа Оборудования на месте эксплуатации (если обязательно требуется фирменный монтаж).</li> <li>8. Стоимость шеф-монтажа, пуско-наладки и обучения персонала Заказчика.</li> <li>9. Срок поставки Оборудования.</li> <li>10. Гарантийные обязательства, включая «время реакции» -</li> </ol>

		<p>время, необходимое для прибытия технических специалистов на Объект при наступлении гарантийного случая.</p> <p>11. Обязательное вспомогательное оборудование, если оно предлагается поставщиком (например, дожимные компрессор для ГТУ), а так же его стоимость и условия поставки.</p> <p>12. График регламентных работ Оборудования (техническое обслуживание и ремонты), включая капитальный ремонт.</p> <p>13. Полный перечень всех запасных частей и расходных материалов, используемых при проведении всех каждого вида регламентных работ на Оборудовании (включая все виды техобслуживания, текущие ремонты, средний и капитальный ремонты) с указанием их стоимости (включая доставку в РФ, таможенную очистку и НДС 20%).</p> <p>14. Стоимость проведения всех каждого вида регламентных работ на Оборудовании (включая все виды техобслуживания, текущие ремонты, средний и капитальный ремонты) силами технических специалистов поставщика (производителя) с учётом затрат на проезд до места эксплуатации и проживание.</p> <p>15. Продолжительность реального простоя каждого электроагрегата при проведении на нём каждого вида регламентных работ на Оборудовании (включая все виды техобслуживания, текущие, средний и капитальный ремонты).</p>
4.5	Данные о поставщике (производителе) Оборудования	<p>С целью получения информации об опыте работы поставщика (производителя) Оборудования, у него запрашиваются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какая компания производит окончательную сборку электроагрегата.</li> <li>2. При использовании контейнера (укрытия) – какая компания производит контейнер и осуществляет пакетирование (установку электроагрегата в контейнер).</li> <li>3. Референц-лист по России с обязательным указанием точного названия объекта, года поставки оборудования, модели и количества электроагрегатов, их единичной мощности, установленной мощности всей электростанции.</li> <li>4. Справка о наличии собственного сервисного подразделения и о количестве сотрудников в нём.</li> <li>5. Перечень объектов, находящихся на постоянном техническом обслуживании у сервисного подразделения.</li> <li>6. Наличие в России собственного склада запасных частей с указанием его объёма (в рублях, EUR или USD).</li> <li>7. Для поставщиков Оборудования – обязательно предоставить сертификаты или прочие документы, подтверждающие, что данное юрлицо является официальным дистрибутором и/или сервис-партнёром производителя Оборудования.</li> </ol>
<b>5. Основные требования к экономическим расчётам</b>		
5.1.	Учёт факторов, влияющих на объём выработки и электроэнергии	<p>В расчётах учесть следующие факторы, влияющие на объём выработки электроэнергии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ежегодную наработку электроагрегатов уменьшить на количество часов, необходимых для проведения регламентных работ.</li> <li>2. Ежегодную наработку электроагрегатов уменьшить на период простоя электроагрегатов при периодическом выводе каждого из них в резерв (при наличии резервного электроагрегата, N+1).</li> <li>3. Собственные нужды электростанции.</li> <li>4. Потери электроэнергии на трансформаторе (при наличии повышающего трансформатора).</li> </ol>

5.2	Структура себестоимости вырабатываемой электроэнергии	<p>В структуре себестоимости учесть исключительно реальные эксплуатационные расходы по следующим статьям:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расходные материалы (моторное масло на замену и на угар, свечи, фильтры, антифриз и т.п.).</li> <li>2. Запасные части (детали, узлы, агрегаты) для проведения всех плановых ремонтов, включая капитальный.</li> <li>3. Работы по проведению плановых ремонтов силами сертифицированной сервисной организации, включая проезд и проживание технических специалистов.</li> <li>4. Персонал (зарплаты, премии, налоги, страховка и т.п.).</li> <li>5. Топливо.</li> </ol> <p>Принять, что плановое техобслуживание (замена масла, фильтров и т.п.) будет проводить местный персонал. Расходы на эти работы принять равными нулю.</p> <p>Принять резерв на внеплановые (аварийные) ремонты и прочие дополнительные расходы в размере 5% от стоимости ежегодных регламентных работ.</p> <p>В себестоимости вырабатываемой электроэнергии не учитывать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• амортизацию;</li> <li>• финансовую нагрузку (арендные, кредитные или лизинговые платежи);</li> <li>• налоги (на имущество, на прибыль и т.п.).</li> </ul>
5.3	Учёт НДС	Все расчёты провести без учёта НДС.
5.4	Использование дефляторов	Дефляторы не используются, все расчёты проводятся в текущих ценах.
5.5	Период для проведения расчётов	12 (двенадцать) лет
<b>6. Документация, передаваемая Исполнителем Заказчику в процессе оказания Услуг</b>		
6.1.	По результатам Этапа 1 (Первичный анализ Исходных данных)	<p>Промежуточная Документация, направляемая Заказчику по электронной почте:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывод о принципиальной возможности параллельной работы Электростанции с внешней сетью.</li> <li>2. Вывод о возможности и объёмах использования утилизированного тепла.</li> <li>3. Сводная таблица по загрузке Оборудования при различной суммарной мощности Электростанции.</li> <li>4. Вывод об оптимальных для данного Объекта: <ul style="list-style-type: none"> <li>• единичной мощности Оборудования,</li> <li>• количеству единиц Оборудования.</li> </ul> </li> </ol>
6.2	По результатам Этапа 2 (Сбор актуальных Данных об Оборудовании)	<p>Промежуточная Документация, направляемая Заказчику по электронной почте:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предложение Заказчику по отбору конкретных моделей Оборудования, для которых будут производиться экономические расчёты. Общее количество моделей – 6 (шесть).</li> <li>2. По каждой отобранной модели Оборудования: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Технико-коммерческое предложение поставщика</li> <li>• Подробные технические характеристики Оборудования.</li> <li>• График и стоимость регламентных работ.</li> </ul> </li> <li>3. Сведения о поставщике (производителе) Оборудования: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Какая компания производит окончательную сборку электроагрегата и его пакетирование в контейнер.</li> <li>• Референц-лист по России</li> <li>• Справка о наличии собственного сервисного</li> </ul> </li> </ol>

		<p>подразделения и о количестве сотрудников в нём.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Перечень объектов, находящихся на постоянном техническом обслуживании у сервисного подразделения.</li> <li>• Наличие в России собственного склада запасных частей с указанием его объёма (в рублях, EUR или USD).</li> <li>• Сертификаты или прочие документы, подтверждающие, что данное юрлицо является официальным дистрибутором и/или сервис-партнёром производителя Оборудования.</li> </ul>
6.3	По результатам Этапа 3 (Экономические расчёты)	<p>Промежуточная Документация по каждой отобранной модели Оборудования, направляемая Заказчику по электронной почте:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предварительная оценка капитальных затрат на строительство электростанции «под ключ».</li> <li>2. Расчёт критериев, указанных в п.3.2 ТЗ в виде таблиц Excel.</li> </ol>
6.4	По результатам Этапа 4 (Анализ результатов расчётов)	<p>Промежуточная Документация, направляемая Заказчику по электронной почте:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сводная таблица по всем отобранным моделям Оборудования, включающая следующие сведения: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стоимость Оборудования с доставкой на Объект.</li> <li>• Стоимость вспомогательных услуг (ШМР, ПНР, обучение).</li> <li>• Предварительная оценка стоимости строительства Электростанции «под ключ».</li> <li>• Критерии, указанные в п.3.2 ТЗ.</li> </ul> </li> <li>2. Сводная таблица по поставщикам (производителям) Оборудования, позволяющая оценить их опыт работы.</li> </ol>
6.5	Окончательная версия Документации	<p>Полный отчёт по выбору Оборудования для Электростанции (в электронном виде и на бумажном носителе) включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Титульный лист.</li> <li>2. Оглавление.</li> <li>3. Техническое задание.</li> <li>4. Акт об оказании услуг.</li> <li>5. Ситуационный план Объекта.</li> <li>6. Электрическая однолинейная схема Объекта.</li> <li>7. Тепловая схема Объекта.</li> <li>8. Сведения о ежемесячном потреблении тепловой энергии на Объекте (в Гкал) за период не менее одного года.</li> <li>9. Справка о составе газа (при использовании попутного газа).</li> <li>10. Графики электрической нагрузки.</li> <li>11. Сводная таблица по загрузке Оборудования при различной суммарной мощности Электростанции.</li> <li>12. Перечень отобранных моделей Оборудования.</li> <li>13. ТКП на поставку отобранных моделей Оборудования.</li> <li>14. Технические характеристики Оборудования.</li> <li>15. Сводная таблица с параметрами работы каждой модели Оборудования применительно к данному Объекту: <ul style="list-style-type: none"> <li>• модель Оборудования;</li> <li>• единичная электрическая мощность, кВт;</li> <li>• количество электроагрегатов, шт.;</li> <li>• установленная мощность Электростанции, кВт;</li> <li>• среднегодовая загрузка электроагрегатов, %;</li> <li>• среднегодовая мощность электроагрегатов, кВт;</li> <li>• среднегодовой расход газа, куб.м/ч.</li> </ul> </li> <li>16. График и стоимость регламентных работ для каждой из отобранных моделей Оборудования.</li> </ol>



		<p>17. Расчёт полной стоимости регламентных работ с разбивкой по годам (для каждой из отобранных моделей Оборудования).</p> <p>18. Сводная таблица со стоимостью регламентных работ с разбивкой по годам.</p> <p>19. Затраты на персонал с работ с разбивкой по годам.</p> <p>20. Сводная таблица с ценами на Оборудование и с предварительной оценкой строительства Электростанции «под ключ».</p> <p>21. Экономический расчёт для каждой из отобранных моделей Оборудования с разбивкой по годам, включающий параметры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выработка электроэнергии за год;</li> <li>• годовая наработка на каждый электроагрегат;</li> <li>• потребление электроэнергии на собственные нужды;</li> <li>• потери электроэнергии на повышающем трансформаторе;</li> <li>• полезный отпуск электроэнергии за год;</li> <li>• суммарные эксплуатационные затраты;</li> <li>• затраты на регламентные работы;</li> <li>• затраты на персонал;</li> <li>• годовой объём потребления топлива;</li> <li>• затраты на топливо;</li> <li>• себестоимость полезного отпуска электроэнергии;</li> <li>• средняя себестоимость электроэнергии за весь период;</li> <li>• ежегодная экономия на электроэнергии;</li> <li>• накопленная экономия на электроэнергии;</li> <li>• объём использования утилизированного тепла;</li> <li>• ежегодное снижение объёма потребления газа;</li> <li>• ежегодная экономия на тепле;</li> <li>• накопленная экономия на тепле;</li> <li>• ежегодная экономия на электроэнергии и тепле;</li> <li>• накопленная экономия на электроэнергии и тепле;</li> <li>• капзатраты на строительство электростанции «под ключ»;</li> <li>• срок окупаемости проекта (без учёта тепла);</li> <li>• срок окупаемости проекта (с учётом тепла).</li> </ul> <p>22. Сводная таблица по всем отобранным моделям Оборудования, включающая следующие сведения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• стоимость Оборудования с доставкой на Объект.</li> <li>• стоимость вспомогательных услуг (ШМР, ПНР, обучение).</li> <li>• капзатраты на строительства Электростанции «под ключ».</li> <li>• средняя себестоимость вырабатываемой электроэнергии;</li> <li>• накопленная экономия на тепле;</li> <li>• накопленная экономия на тепле;</li> <li>• срок окупаемости проекта (без учёта тепла);</li> <li>• срок окупаемости проекта (с учётом тепла).</li> </ul> <p>23. Сводная таблица по поставщикам (производителям) Оборудования, позволяющая оценить их опыт работы.</p> <p>24. Сравнение оптимальных моделей Оборудования по техническим, эксплуатационным и экономическим показателям.</p> <p>25. Выводы касательно оптимальных моделей Оборудования для данного Объекта.</p> <p>26. Рекомендации касательно выбора оптимальной моделей Оборудования для данного Объекта.</p>
--	--	--

## 2. АКТ ОБ ОКАЗАНИИ УСЛУГ

по договору № [REDACTED] от «03» августа 2018 года

г. Москва

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Индивидуальный предприниматель Мартынов Валерий Валерьевич, ОГРНИП № [REDACTED], именуемый в дальнейшем «Исполнитель», и Общество с ограниченной ответственностью «[REDACTED]» (ООО «[REDACTED]») именуемое в дальнейшем «Заказчик», в лице Генерального директора [REDACTED], действующего на основании Устава, с другой стороны, вместе именуемые в дальнейшем Стороны, составили настоящий Акт о нижеследующем:

1. Между Заказчиком и Исполнителем был заключен договор возмездного оказания консультационных услуг по выбору оборудования для электростанции № [REDACTED] от «03» августа 2018 года (далее – Договор).
2. Исполнитель в соответствии с условиями Договора оказал Заказчику следующие услуги:

№ Этапа	Оказываемые Услуги	Стоимость, руб. (без НДС)
Этап 1	Определение оптимальных для данного Объекта единичной мощности Оборудования и количество единиц Оборудования на основе анализа исходных данных.	[REDACTED]
Этап 2	Определение конкретных моделей Оборудования, для которых будут выполнены экономические расчёты, и получение актуальных Данных об Оборудовании от соответствующих поставщиков.	[REDACTED]
Этап 3	Выполнение экономических расчётов по отобранным моделям Оборудования	[REDACTED]
Этап 4	Анализ полученных экономических расчётов, подготовка выводов и рекомендаций	[REDACTED]
	ИТОГО:	[REDACTED]

3. В ходе оказания услуг Исполнителем была подготовлена соответствующая документация, а именно отчёт, содержащий информацию, необходимую Заказчику для выбора оборудования электростанции. Данный отчёт утверждён Заказчиком.
4. На основании изложенного Стороны заявляют, что услуга по поиску клиента в интересах Заказчика оказана Исполнителем в полном объеме, надлежащего качества, претензий по исполнению Договора у Сторон друг к другу нет.
5. Общая стоимость услуг, оказанных Заказчиком Исполнителю, составляет [REDACTED] рублей 00 копеек ([REDACTED] тысяч рублей 00 копеек) без НДС.
6. Поскольку Исполнитель является индивидуальным предпринимателем, находящимся на упрощённой системе налогообложения, и в соответствии со ст. 346.11 Налогового кодекса РФ не является плательщиком НДС, он выставляет счета без НДС. При этом счета-фактуры Исполнитель не выставляет. Документальным подтверждением факта оказания Исполнителем услуги по Поиску Клиентов является Акт об оказании услуг.
7. Настоящий Акт составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу, по одному экземпляру для каждой из Сторон.

**Заказчик:**  
Генеральный директор  
ООО «[REDACTED]»

**Исполнитель:**  
Индивидуальный предприниматель  
Мартынов Валерий Валерьевич

\_\_\_\_\_  
М. П.

\_\_\_\_\_  
М. П. Мартынов В.В.

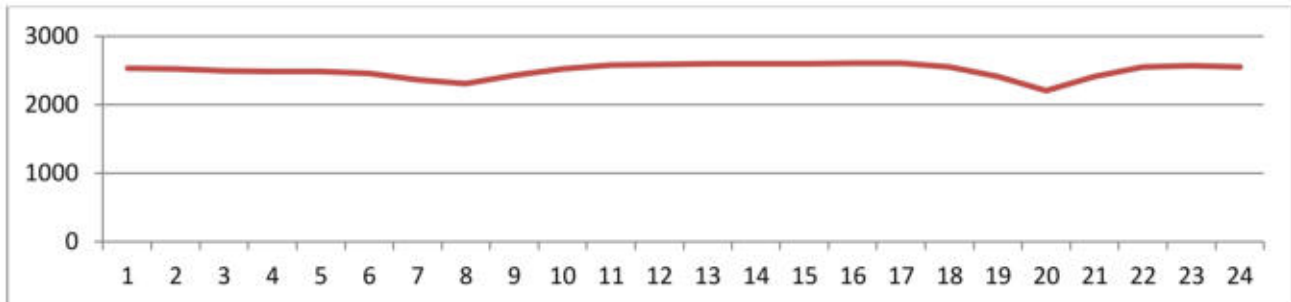
### 3. КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА

Цель проекта	Снижение затрат на энергоснабжение для производственного предприятия Заказчика в Ростовской области.
Техническое решение	Строительство собственной газопоршневой электростанции (ГПЭС) в составе одного или двух газопоршневых электроагрегатов (ГПЭА).
Размещение ГПЭС	На свободных площадях внутри существующего производственного здания.
Режим работы	Параллельно с внешней сетью с синхронизацией по уровню напряжения 10 кВ.
Утилизация тепловой энергии	Использовать утилизируемую тепловую энергию, выделяющуюся при работе газопоршневого двигателя, для замещения тепла, вырабатываемого существующей встроенной котельной.

## 4. ГРАФИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

1. Исходные данные      Для анализа электрической нагрузки были использованы данные о почасовом потреблении электроэнергии в период с 01.07.2017 по 30.06.2018.

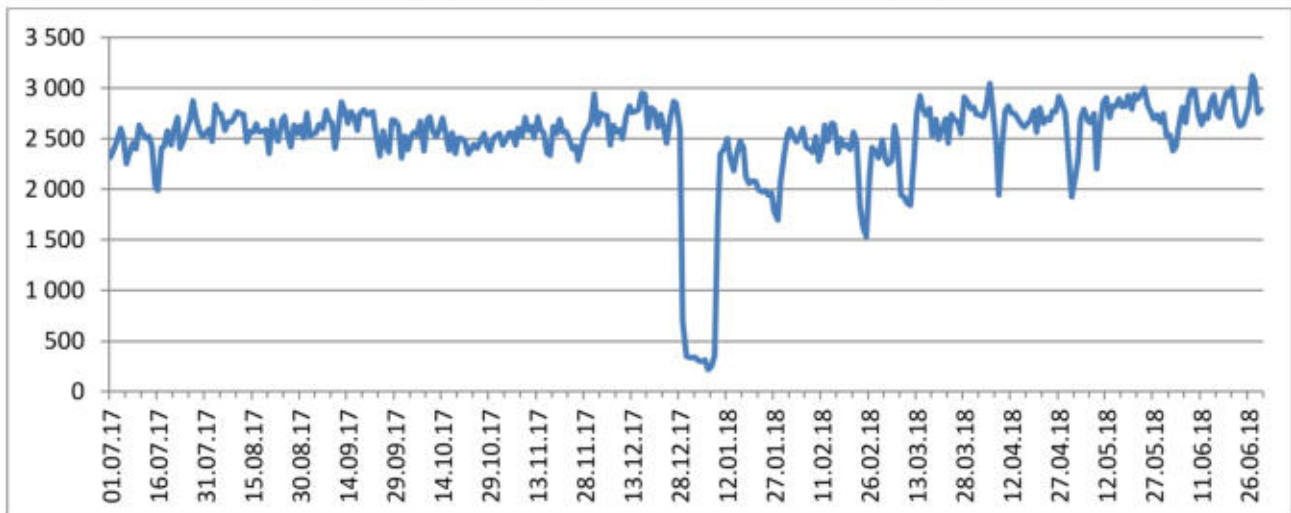
2. Среднегодовой суточный график электрической нагрузки, кВт



Потребление электроэнергии не имеет ярко выраженного суточного хода. Это связано с тем, что производственный процесс на данном предприятии является непрерывным.

Наблюдаются небольшие локальные спады электрической нагрузки в 08 и в 20 ч. По всей видимости, они связаны с технологическими особенностями производственного процесса.

3. Годовой график среднесуточной электрической нагрузки, кВт



Среднесуточная электрическая нагрузка на предприятии в целом относительно ровная и не имеет яркой выраженной сезонности. Наблюдаемые минимумы, как правило, связаны с праздничными днями, т.е. со снижением производственной активности.

Наиболее заметный из них - новогодние каникулы. Кроме того, отчётливо прослеживается уменьшение потребления электроэнергии на 23 февраля, 8 марта и 1 мая.

**ВЫВОД:**      В целом потребление электроэнергии на предприятии относительно ровное, как это и должно быть при непрерывном производственном процессе при условии постоянной загрузки мощностей.

## 5. ПОТРЕБЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

1. Использование
  - горячее водоснабжение – круглогодично;
  - отопление – в отопительный период (6 – 7 месяцев);
  - технология – круглогодично.
2. Теплоноситель: Горячая вода
3. Источник: Собственная водогрейная котельная
4. Топливо: Природный газ, поступающий по магистральному газопроводу
5. Объем потребления газа, тыс. куб. м

2017 год

Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июн.	Июл.	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
130	125	99	63	26	22	20	16	19	60	108	117

2018 год

Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июн.	Июл.	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
146	134	143	70	31	31	32					

6. Объем выработки тепла собственной котельной, кВт\*ч

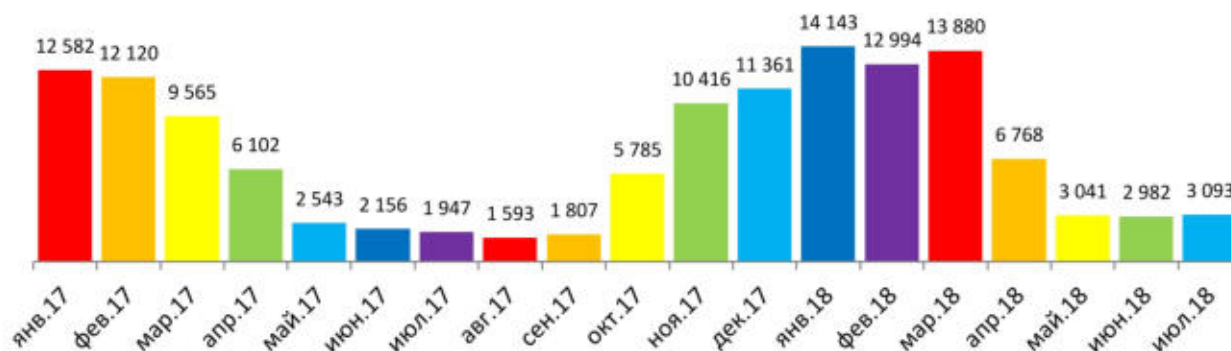
2017 год

Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июн.	Июл.	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
12 582	12 120	9 565	6 102	2 543	2 156	1 947	1 593	1 807	5 785	10 416	11 361

2018 год

Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июн.	Июл.	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
14 143	12 994	13 880	6 768	3 041	2 982	3 093					

**Примечание:** Объем выработки тепла получен расчетным путем исходя из объемов потребления газа. При этом приняты значения:  
 - теплотворная способность газа – 9,3 кВт\*ч / куб.м (8000 ккал/куб.м);  
 - КПД котельной – 90%.



Объем выработки тепла в период с янв. 2017 г. по июль 2018 г., кВт\*ч

## 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ГПЭС

1. Исходные данные: Почасовое потребление электроэнергии в период с [ ] по [ ] .
2. Задача: Определить диапазон оптимальной мощности ГПЭС исходя из реальных электрических нагрузок предприятия.
3. Ограничение мощности: [ ]
4. Эффективная загрузка: [ ]
5. Оптимальная загрузка: [ ]
  - [ ]
  - [ ]

### 6. Расчётная среднегодовая загрузка в зависимости от мощности ГПЭС

Номинальная мощность ГПЭС, кВт	1700	1800	1900	2000	<b>2100</b>	<b>2200</b>	<b>2300</b>	<b>2400</b>	<b>2500</b>
Расчётная среднегодовая загрузка, %	87,8%	87,8%	87,7%	87,6%	<b>87,5%</b>	<b>87,3%</b>	<b>87,0%</b>	<b>86,7%</b>	<b>86,2%</b>
Номинальная мощность ГПЭС, кВт	<b>2700</b>	<b>2800</b>	<b>2900</b>	<b>3000</b>	3100	3200	3300	3400	3500
Расчётная среднегодовая загрузка, %	<b>84,9%</b>	<b>83,9%</b>	<b>82,6%</b>	<b>81,1%</b>	79,3%	77,4%	75,4%	73,4%	71,3%

**ВЫВОД:** Оптимальная мощность ГПЭС должна быть в диапазоне **от 2100 до 3000 кВт**, что соответствует среднегодовой загрузке от 87,5 % до 81,1 %:

- при мощности **менее 2100 кВт** среднегодовая загрузка увеличивается незначительно, но при этом существенно снижается объём вырабатываемой электроэнергии;
- при мощности **свыше 3000 кВт** среднегодовая загрузка становится менее 80% от номинальной мощности, что ведёт к снижению экономической эффективности.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОТОБРАННЫХ МОДЕЛЕЙ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ

1. Оптимальный диапазон мощности ГПЭС: от 2100 до 3000 кВт

2. Особенности выбора единичной мощности ГПЭА:

- Многие модели ГПЭА имеет номинальную мощность, [REDACTED]

- В некоторых диапазонах мощности в настоящее время [REDACTED]

- Номинальная мощность предварительно отобранных моделей ГПЭА [REDACTED]

3. По согласованию с заказчиком определены два варианта мощности ГПЭС:

- один ГПЭА мощностью 2000 кВт (1 x 2000 кВт);
- два ГПЭА мощностью по 1500 кВт (2 x 1500 кВт).

4. Предварительно отобранные модели ГПЭА мощностью 2000 кВт

Модель	Поставщик	Номинальная мощность ГПЭА, кВт	Кол-во ГПЭА, штук	Установленная мощность ГПЭС, кВт
Caterpillar CG170-20 (MWM TCG2020V20)	[REDACTED]	2000	1	2000
Jenbacher JMS 612 GS-NL	[REDACTED]	2001	1	2001
Siemens SGE-86EM	[REDACTED]	2013	1	2013
Cummins C2000N5CB	[REDACTED]	2000	1	2000
Engul 2500GA (MWM TCG2020V20)	[REDACTED]	2000	1	2000
MTU 20V4000L32FN0	[REDACTED]	1948	1	1948

5 Предварительно отобранные модели ГПЭА мощностью 1500 кВт

Модель	Поставщик	Номинальная мощность ГПЭА, кВт	Кол-во ГПЭА, штук	Установленная мощность ГПЭС, кВт
Caterpillar CG170-16 (MWM TCG2020V16)	[REDACTED]	1560	2	3120
Jenbacher JMS 420 GS-NL	[REDACTED]	1492	2	2984
Siemens SGE-56HM	[REDACTED]	1204	2	2408
Cummins C1540N5CB	[REDACTED]	1540	2	3080
Engul 2000GA (MWM TCG2020V20)	[REDACTED]	1560	2	3120
MTU 16V4000L32FN	[REDACTED]	1554	2	3108

Примечание: номинальная мощность ГПЭА указана при  $\cos \varphi = 1$

## 8. ТКП НА ГАЗОПОРШНЕВЫЕ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТЫ

отличаться от первоначально заявленных в ТКП.

возможность приобретения ГПЭА по такой схеме предоставляют не все поставщики.

От поставщиков оборудования получены технико-коммерческие предложения на следующие модели ГПЭА:

1.
  - 1 x CAT CG170-20 (2000 кВт)
  - 2 x CAT CG170-16 (1560 кВт)
2.
  - 1 x Jenbacher JMS 612 J09 (1 x 2001 кВт)
  - 2 x Jenbacher JMS 420 B09 (2 x 1492 кВт)
3.
  - 1 x Siemens SGE-86EM (1 x 2013 кВт)
  - 2 x Siemens SGE-56HM (2 x 1204 кВт)
  - 2 x Siemens SGE-56SL/40 (2 x 1001 кВт)
4.
  - 1 x Cummins C2000N5CB (1 x 2000 кВт)
  - 2 x Cummins C1540N5CB (2 x 1540 кВт)
5.
  - 1 x ENGUL 2500 (1 x 2000 кВт)
  - 2 x ENGUL 2000 (2 x 1560 кВт)
6.
  - 1 x MTU 20V4000L32 (1 x 1950 кВт)
  - 2 x MTU 16V4000L32 (2 x 1554 кВт)



## 8.1. ТКП компании [REDACTED]

Компания [REDACTED], являющаяся официальным российским дистрибутором Caterpillar, представила коммерческие предложения на две модели газопоршневых электроагрегатов:

- 1 x Caterpillar CG170-20 (2000 кВт)
- 2 x Caterpillar CG170-16 (1560 кВт)

Данные модели ГПЭА Caterpillar в действительности являются моделями MWM TCG2020V20 (2000 кВт) и TCG2020V16 (1560 кВт).

- [REDACTED]
- [REDACTED]

Кроме того само ТКП компании [REDACTED] является одним из наиболее полных и технически грамотных из всех представленных (несмотря на некоторые незначительные замечания и вопросы).

Однако, что касается стоимости дополнительных услуг (проектирование, монтаж и [REDACTED])

## 8.2. ТКП компании

Компания представила коммерческие предложения на две модели газопоршневых электроагрегатов:

### 1 x Jenbacher JMS 612 J09 (1 x 2001 кВт)

Описание	Количество	Стоимость, евро, без НДС

### 2 x Jenbacher JMS 420 B09 (2 x 1492 кВт)

Наименование	Стоимость, Евро без НДС

Условия поставки:

Условия оплаты:

- 
- 
-

## Технические характеристики (модуля) Jenbacher JMS 612 GS-N.L

				100%	75%	50%
Подведенная энергия топлива	[2]	кВт		4 424	3 393	2 362
Расход газа	*)	Нм³/ч		466	357	249
Механическая выходная мощность	[1]	кВт		2 058	1 544	1 029
Электрическая выходная мощность	[4]	кВт эл.		2 001	1 498	990
<b>Полезная тепловая энергия</b>						
~ Интеркулер смеси 1-ой ступени	[9]	кВт		586		
~ Масло		кВт		213		
~ Водяная рубашка		кВт		322		
~ Выхлопного газа, охлажденного до 346 °С		кВт		~		
Общая тепловая вых. мощность	[5]	кВт		1 121		
Общая генерируемая выходная мощность		кВт общий		3 122		
<b>Отводимое тепло для рассеивания (содержанием гликоля 37%)</b>						
~ Интеркулер смеси 2-ой ступени		кВт		106		
~ Масло		кВт		~		
~ Излучаемое тепло повехностей	са. [7]	кВт		169		
Уд.коэфф. потребления топлива эл.	[2]	кВтч/кВтч эл.		2,21		
Уд.коэфф. потребления топлива	[2]	кВтч/кВтч		2,15		
Расход смазочного масла	са. [3]	кг/ч		0,41		
Электрический КПД				45,2%		
Тепловой КПД				25,3%		
Общий КПД	[6]			70,6%		
<b>Контур горячей воды:</b>						
Температура прямой воды		°С		81,8		
Температура обратной воды		°С		70,0		
Расход горячей воды		м³/ч		81,6		
Топливный газ LHV		кВтч/Нм³		9,5		

\*) Приближенное значение для задания размеров монтажа трубопровода

[ ] Объяснения: см. 0.10 - Технические параметры

Указанные данные по теплу основаны на стандартных условиях эксплуатации согласно положению главы 0.10. Отклонения от стандартных условий могут привести к изменениям в тепловом балансе, которые необходимо учитывать при проектировании последовательности расположения охлаждающих теплообменников (газовоздушной смеси; аварийного;...). К общему отклонению ±8 % на отводимую тепловую мощность рекомендуется запланировать дополнительный расчетный резерв минимум +5 % для расчета параметров обратной охлаждающей мощности.

## Технические характеристики (модуля) Jenbacher JMS 420 GS-N.L

				100%	75%	50%
Подведенная энергия топлива	[2]	кВт		3 457	2 664	1 870
Расход газа	*)	Нм³/ч		364	280	197
Механическая выходная мощность	[1]	кВт		1 540	1 155	770
Электрическая выходная мощность	[4]	кВт эл.		1 492	1 116	736
<b>Полезная тепловая энергия</b>						
~ Интеркулер смеси 1-ой ступени	[9]	кВт		362		
~ Масло		кВт		208		
~ Водяная рубашка		кВт		359		
~ Выхлопного газа, охлажденного до 369 °С		кВт		~		
Общая тепловая вых. мощность	[5]	кВт		929		
Общая генерируемая выходная мощность		кВт общий		2 421		
<b>Отводимое тепло для рассеивания (содержанием гликоля 37%)</b>						
~ Интеркулер смеси 2-ой ступени		кВт		102		
~ Масло		кВт		~		
~ Излучаемое тепло повехностей	са. [7]	кВт		125		
Уд.коэфф. потребления топлива эл.	[2]	кВтч/кВтч эл.		2,32		
Уд.коэфф. потребления топлива	[2]	кВтч/кВтч		2,25		
Расход смазочного масла	са. [3]	кг/ч		0,31		
Электрический КПД				43,2%		
Тепловой КПД				26,9%		
Общий КПД	[6]			70,0%		
<b>Контур горячей воды:</b>						
Температура прямой воды		°С		82,0		
Температура обратной воды		°С		70,0		
Расход горячей воды		м³/ч		66,5		
Топливный газ LHV		кВтч/Нм³		9,5		

\*) Приближенное значение для задания размеров монтажа трубопровода

□ Объяснения: см. 0.10 - Технические параметры

Указанные данные по теплу основаны на стандартных условиях эксплуатации согласно положению главы 0.10. Отклонения от стандартных условий могут привести к изменениям в тепловом балансе, которые необходимо учитывать при проектировании последовательности расположения охлаждающих теплообменников (газовоздушной смеси; аварийного;...). К общему отклонению ±8 % на отводимую тепловую мощность рекомендуется запланировать дополнительный расчетный резерв минимум +5 % для расчета параметров обратной охлаждающей мощности.

### 8.3. ТКП компании

Компания представила коммерческие предложения на три модели газопоршневых электроагрегатов:

- 1 x Siemens SGE-86EM (1 x 2013 кВт)
- 2 x Siemens SGE-56HM (2 x 1204 кВт)
- 2 x Siemens SGE-56SL/40 (2 x 1001 кВт)

ГПЭА под маркой Siemens производятся на заводе в Испании. Ранее эти ГПЭА

официальных дистрибуторов, которые также являются и сервис-партнёрами завода-производителя.

сервисную компанию.


#### Модель Siemens SGE-86EM, мощность 2013 кВт


#### Модель Siemens SGE-56HM мощностью 1001 кВт

В линейке ГПЭА Siemens отсутствует модель мощностью 1,5 МВт. Поэтому вместо неё компания предложила SGE-56HM мощностью 1204 кВт. Рассмотрение данной модели представляет интерес с точки зрения оценки экономической эффективности использования в проекте ГПЭА с единичной мощностью менее 1,5 МВт.



### **Модель Siemens SGE-56SL/40 мощностью 1001 кВт**

Эту модель компания  предложила в инициативном порядке. Поскольку мощность данной машины (1 МВт) существенно меньше требуемой (1,5 МВт), то её рассмотрение представляет исключительно академический интерес с точки зрения оценки экономической эффективности использования в проекте ГПЭА с небольшой единичной мощностью.



## 8.5. ТКП компании ██████████

Компания ██████████ представила коммерческие предложения на две модели газопоршневых электроагрегатов:

- 1 x Cummins C2000N5CB (1 x 2000 кВт)
- 2 x Cummins C1540N5CB (2 x 1540 кВт)

██████████  
двумя ГПЭА – мощность электрогенератора.

██████████  
механическому износу.

██████████  
недозагруженным.

Характерной особенностью всех ГПЭА Cummins является ██████████

██████████  
так же совершенно не важен.

██████████  
конкурирующих марок.

К сожалению, провести расчёты по Cummins не представилось возможным, поскольку компания ██████████ предоставила откровенно недостоверные данные по стоимости сервиса ██████████ моделей C2000N5CB и C1540N5CB (см. Раздел 11 «График и стоимость сервиса»).

**Модель:** C2000 N5CB  
**Частота:** 50 Гц  
**Тип топлива:** Природный газ МИ 65+  
**Выброс NOx:** 500 мг/нм<sup>3</sup>  
**Температура в НТ контуре:** 40 °С  
**Температура в ВТ контуре:** 92 °С

**Спецификация генераторной установки**  
**2000 кВт в постоянном режиме работы**



**Power  
Generation**

Our energy is working for you.™

Данные по шумовым характеристикам:	MSP-1174
Стандартный протокол испытаний:	PTS-318
Чертеж установки:	A034V722

Расход топлива (ISO3046/1)	См. примечание	100% номинальной нагрузки	90% номинальной нагрузки	75% номинальной нагрузки	50% номинальной нагрузки
Расход топлива (HTC) ISO3046/1, кВт (нм <sup>3</sup> /ч)	2, 4, 6, 7	5213 (561)	4757 (512)	4063 (437)	2943 (316)
Механический КПД ISO3046/1	2, 4, 7	39.6%	39.0%	38.2%	35.2%
Электрический КПД ISO3046/1	2, 4, 6, 7	38.4%	37.8%	36.9%	34.0%

#### Двигатель

Производитель	Cummins
Модель двигателя	QSV91G-G4
Расположение цилиндров	V18
Объем двигателя, л	91.6
Наддув	Турбонаддув (4)
Механическая мощность, кВт <sub>мех</sub>	2085
Среднее эффективное тормозное давление, бар	18.2
Диаметр поршня, мм	180
Ход поршня, мм	200
Номинальная скорость, об/мин	1500
Скорость поршня, м/с	10
Степень сжатия	11.4:1
Ёмкость маслосистемы, л	582
Максимальная скорость, об/мин	1800
Утилизируемое тепло на 100% нагрузке, кВт	2591
Расход масла при полной нагрузке, г/кВт <sub>э</sub> -ч	0.4

#### Топливо

Давление подачи газа на входе в двигатель, бар	0.2
Минимальный метановый индекс	65

#### Система(ы) запуска

Электрический стартер (напряжение), В	24
Минимальная ёмкость батареи при 40°C, А-ч	780
Давление воздушного стартера, бар	10.3
Поток воздуха, нм <sup>3</sup> /с	0.37

#### Габариты установки (см. примечание 1)

Длина установки, м	6.27
Ширина установки, м	2.12
Высота установки, м	2.94
Вес установки (заправленной), кг	19720



	См. примечание	100% номинальной нагрузки	90% номинальной нагрузки	75% номинальной нагрузки	50% номинально й нагрузки
<b>Энергетический баланс</b>					
Электрическая мощность, кВт <sub>e</sub>	6, 10	2000	1800	1500	1000
Тепло в маслоохладитель, кВт	5	276	268	227	173
Тепло в блок двигателя, кВт	5	608	597	532	465
Тепло в низкотемпературный контур (LT), кВт	5	193	176	149	112
Тепло в высокотемпературный контур (HT), кВт	5	1327	1244	1022	761
Несгоревшее топливо, кВт	13	91	85	74	54
Тепло, рассеиваемое в атмосферу, кВт	13	333	303	262	190
Доступное тепло в выхлопе при $t_{вых} = 120^{\circ}\text{C}$ , кВт	5	1264	1164	1031	806
<b>Воздухозабор</b>					
Массовый поток воздуха на сгорание, кг/с	4	3.30	3.00	2.50	1.70
Объёмный поток воздуха на сгорание, м <sup>3</sup> /с при 0°C	4	2.55	2.32	1.93	1.31
Макс. сопротивление воздушного фильтра, мм.рт.ст.		18	--	--	--
<b>Выхлопные газы</b>					
Масса выхлопных газов, кг/с	4	3.40	3.06	2.57	1.79
Объём выхлопных газов, м <sup>3</sup> /с	4	7.05	6.42	5.52	4.08
Температура выхлопных газов, °C	2, 6	459	467	486	531
Максимальное обратное давление выхлопной системы, мм.рт.ст.	6, 14	37	--	--	--
Минимальное обратное давление выхлопной системы, мм.рт.ст.	6, 14	0	--	--	--
<b>Высокотемпературный контур (HT)</b>					
Объём охладителя, л		498	498	498	498
Поток охладителя при максимальном сопротивлении в контуре, м <sup>3</sup> /ч		70	70	70	70
Макс. температура на входе в HT контур, °C	8	75	75	75	75
Температура на выходе из HT контура, °C	8	92	92	92	92
Максимальное падение давления во внешнем контуре, бар		1.5	1.5	1.5	1.5
Максимальное давление в контуре, бар		6.0	6.0	6.0	6.0
Мин. статистическое давление, бар		0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Низкотемпературный контур (LT)</b>					
Объём охладителя, л		59	59	59	59
Поток охладителя при максимальном сопротивлении в контуре, м <sup>3</sup> /ч		50	50	50	50
Макс. температура на входе в LT контур, °C	9	40	40	40	40
Температура на выходе из LT контура, °C	9	43.4	43.0	42.5	41.9
Максимальное падение давления во внутреннем контуре, бар		1.5	1.5	1.5	1.5
Максимальное давление в контуре, бар		6.0	6.0	6.0	6.0
Мин. статистическое давление, бар		0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Выбросы</b>					
NOx (влажный), ppм	15	169	169	169	169
NOx при 5% O <sub>2</sub> , мг/нм <sup>3</sup>	15	500	500	500	500
THC (влажный), ppм	13	1084	1135	1177	1218
THC при 5% O <sub>2</sub> , мг/нм <sup>3</sup>	13	1150	1192	1218	1218
CH <sub>4</sub> (влажный), ppм	13	797	847	874	913
CH <sub>4</sub> при 5% O <sub>2</sub> , (мг/нм <sup>3</sup> )	13	858	903	917	926
NMHC (влажный), ppм	13	287	288	304	305
NMHC при 5% O <sub>2</sub> , мг/нм <sup>3</sup>	13	304	302	314	305
CO (сухой), ppм	13	636	640	639	634
CO при 5% O <sub>2</sub> , мг/нм <sup>3</sup>	13	1057	1053	1034	988
Содержание в выхлопе O <sub>2</sub> (сухой), %	13	9.0	8.8	8.6	8.2

Model: C1540 N5CB  
 Frequency: 50 Hz  
 Fuel Type: Natural Gas MI 43 +  
 Emissions Performance NOx: 500 mg/Nm<sup>3</sup>  
 LT Water Inlet Temperature: 40°C (104°F)  
 HT Water Outlet Temp: 92°C (197°F)

**Generator set data sheet  
 1540 kW continuous**

**Our energy working for you.™**



Measured Sound Performance Data Sheet:	MSP-1176
Prototype Test Summary Data:	PTS-320
Remote Radiator Cooling Outline:	A034V722

<b>Fuel Consumption (ISO3046/1)</b>	See Note	100% of Rated Load	90% of Rated Load	75% of Rated Load	50% of Rated Load
Fuel Consumption (LHV) ISO3046/1, kW (MMBTU/hr)	2,4,6,7	4205 (14.36)	3814 (13.03)	3305 (11.29)	2388 (8.15)
Mechanical Efficiency ISO3046/1, percent	2,4,7	37.7%	37.4%	36.0%	33.5%
Electrical Efficiency ISO3046/1, percent	2,4,6,7	36.6%	36.3%	35.0%	32.3%

**Engine**

Engine Manufacturer	Cummins
Engine Model	QSV91-G4
Configuration	V18
Displacement, L (cu.in)	91.6 (5591)
Aspiration	Turbocharged (4)
Gross Engine Power Output, kWm (hp)	1562(2094)
BMEP, bar (psi)	13.6(197)
Bore, mm (in)	180 (7.09)
Stroke, mm (in)	200 (7.87)
Rated Speed, rpm	1500
Piston Speed, m/s (ft/min)	10 (1968)
Compression Ratio	10.5:1
Lube Oil Capacity, L (qt)	582 (615)
Overspeed Limit, rpm	1800
Regenerative Power, kW	N/A
Full Load Lubricating oil consumption, g/kWe-hr (g/hp-hr)	0.4 (0.3)

**Fuel**

Gas supply pressure to engine inlet, bar (psi) <sup>7</sup>	0.2 (2.9)
Minimum Methane Index	40

**Starting System(s)**

Electric starter voltage, volts	24
Minimum battery capacity @ 40 deg.C (104 deg.F), AH	720
Air Starter Pressure, barg (psig)	10.3 (150)
Air Starter Flow Nm <sup>3</sup> /s (scfm)	0.37 (780)

**Genset Dimensions (see note 1)**

Genset Length, m (ft)	6.27(20.60)
Genset Width, m (ft)	2.12(6.60)
Genset Height, m (ft)	2.94(9.64)
Genset Weight (wet), kg (lbs)	19720(43,475)

	See Notes	100% of Rated Load	90% of Rated Load	75% of Rated Load	50% of Rated Load
<b>Energy Data</b>					
Continuous Generator Electrical Output kWe @ 1.0 pf	6,10	1540	1386	1155	770
Heat Dissipated in Lube Oil Cooler, kW (MMBTU/h)	5	236 (0.81)	208 (0.71)	197 (0.67)	152 (0.52)
Heat Dissipated in Block, kW (MMBTU/h)	5	526 (1.80)	479 (1.63)	467 (1.59)	389 (1.33)
Total Heat Rejected in LT Circuit, kW (MMBTU/h)	5	142 (0.48)	129 (0.44)	125 (0.43)	96 (0.33)
Total Heat Rejected in HT Circuit, kW (MMBTU/h)	5	1002 (3.42)	893 (3.05)	796 (2.72)	594 (2.03)
Unburnt, kW (MMBTU/h)	13	78 (0.27)	74 (0.25)	67 (0.23)	53 (0.18)
Heat Radiated to Ambient, kW (MMBTU/h)	13	264 (0.90)	239 (0.82)	207 (0.71)	153 (0.52)
Available Exhaust heat to 105C, kW (MMBTU/h)	5	1132 (3.86)	1031 (3.52)	924 (3.15)	695 (2.37)
<b>Intake Air Flow</b>					
Intake Air Flow Mass, kg/s (lb/hr)	4	2.55 (20182)	2.45 (19402)	1.98 (15688)	1.42 (11249)
Intake Air Flow Volume, m <sup>3</sup> /s @ 0°C (scfm)	4	1.98 (4412)	1.90 (4242)	1.54 (3430)	1.10 (2459)
Maximum Air Cleaner Restriction, mmHG (in H <sub>2</sub> O)		18 (10)	--	--	--
<b>Exhaust Air Flow</b>					
Exhaust Gas Flow Mass, kg/s (lb/hr)	4	2.64 (20927)	2.54 (20120)	2.06 (16278)	1.47 (11676)
Exhaust Gas Flow Volume, m <sup>3</sup> /s (cfm)	4	5.67 (12014)	5.49 (11615)	4.55 (9636)	3.36 (7117)
Exhaust Temperature After Turbine, °C (°F)	2,6	485 (906)	490 (913)	509 (948)	532 (990)
Max Exhaust System Back Pressure, mmHG (in H <sub>2</sub> O)	6,14	37 (20)	--	--	--
Min Exhaust System Back Pressure, mmHG (in H <sub>2</sub> O)	6,14	0 (0)	--	--	--
<b>HT Cooling Circuit</b>					
HT Circuit Engine Coolant Volume, l (gal)		498 (132)	498 (132)	498 (132)	498 (132)
HT Coolant Flow @ Max Ext Restriction, m <sup>3</sup> /h (gal/min)		70 (308)	70 (308)	70 (308)	70 (308)
Maximum HT Engine Coolant Inlet Temp, °C (°F)	8	75 (167)	75 (167)	75 (167)	75 (167)
HT Coolant Outlet Temp, °C (°F)	8	92 (198)	92 (198)	92 (198)	92 (198)
Max Pressure Drop in External HT Circuit, bar (psig)		1.5 (22)	1.5 (22)	1.5 (22)	1.5 (22)
HT Circuit Maximum Pressure, bar (psig)		6.0 (87)	6.0 (87)	6.0 (87)	6.0 (87)
Minimum Static Head, bar (psig)		0.5 (7)	0.5 (7)	0.5 (7)	0.5 (7)
<b>LT Cooling Circuit</b>					
LT Circuit Engine Coolant Volume, l (gal)		59 (16)	59 (16)	59 (16)	59 (16)
LT Coolant Flow @ Max Ext Restriction, m <sup>3</sup> /h (gal/min)		50.00 (220)	50.00 (220)	50.00 (220)	50.00 (220)
Maximum LT Engine Coolant Inlet Temp, °C (°F)	9	40 (104)	40 (104)	40 (104)	40 (104)
LT Coolant Outlet Temp, °C (°F) Reference Only	9	41.8 (107)	41.7 (107)	41.6 (107)	41.2 (106)
Max Pressure Drop in External LT Circuit, bar (psig)		1.5 (22)	1.5 (22)	1.5 (22)	1.5 (22)
LT Circuit Maximum Pressure, bar (psig)		6.0 (87)	6.0 (87)	6.0 (87)	6.0 (87)
Minimum Static Head, bar (psig)		0.5 (7)	0.5 (7)	0.5 (7)	0.5 (7)
<b>Emissions</b>					
NO <sub>x</sub> Emissions wet, ppm	15	169	169	169	169
NO <sub>x</sub> Emissions, mg/Nm <sup>3</sup> @5% O <sub>2</sub> (g/hp-h)	15	500 (1.2)	500 (1.2)	500 (1.2)	500 (1.2)
THC Emissions wet, ppm	13	1057	1078	1150	1309
THC Emissions, mg/Nm <sup>3</sup> @5% O <sub>2</sub> (g/hp-h)	13	796	1116	1184	1325
CH <sub>4</sub> Emissions wet, ppm	13	767	781	834	945
CH <sub>4</sub> Emissions, mg/Nm <sup>3</sup> @5% O <sub>2</sub> (g/hp-h)	13	808 (1.9)	820 (2.0)	870 (2.2)	968 (2.6)
NMHC Emissions wet, ppm	13	291	297	316	364
NMHC Emissions, mg/Nm <sup>3</sup> @5% O <sub>2</sub> (g/hp-h)	13	302	308	325	368
CO Emissions (dry), ppm	13	572	572	561	563
CO Emissions, mg/Nm <sup>3</sup> @5% O <sub>2</sub> (g/hp-h)	13	936 (2.2)	932 (2.2)	907 (2.2)	893 (2.4)
O <sub>2</sub> Emissions (dry), percent	13	8.8	8.7	8.6	8.4

## 8.5. ТКП компании [REDACTED]

Компания [REDACTED] предложила две модели газопоршневых электроагрегатов:

- 1 x ENGUL 2500 (1 x 2000 кВт)
- 2 x ENGUL 2000 (2 x 1560 кВт)

Данные ГПЭА представляют собой модели MWM TCG2020V20 (ENGUL 2500) и MWM TCG2020V16 (ENGUL 2000), дополненные системами управления и теплоутилизации, собранными [REDACTED].

[REDACTED]  
данной фирмы даже в сравнении с официальными дистрибуторами MWM.

В отличие от большинства других поставщиков ГПЭА (как официальных, так и [REDACTED]

[REDACTED]  
силами (за исключением общестроительной части).  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

### 8.5. ТКП компании [REDACTED]

Компания [REDACTED] представила коммерческие предложения на две модели газопоршневых электроагрегатов:

#### 1 x MTU 20V4000L32 (1 x 1950 кВт)

№ п/п	Наименование позиции	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, EUR с НДС	Стоимость, EUR с НДС
1	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				

#### 2 x MTU 16V4000L32 (2 x 1554 кВт)

№ п/п	Наименование позиции	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, EUR с НДС	Стоимость, EUR с НДС
1	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				

Необходимо отметить, что из всех представленных предложений вариант компании

затруднительно.

Что касается самих ГПЭА MTU, то данный немецкий производитель больше

MWM или Jenbacher.

более предпочтительно, чем MTU.

Провести экономические расчёты удалось только для модели MTU 20V4000L32 (1950 кВт), поскольку для MTU 16V4000L32 (1554 кВт) компания информации по стоимости сервиса не предоставила.

# Технический паспорт

93800050117\_V08\_ru\_RU

Напряжение / частота

Вход / выход охлаждающей воды

Эмиссия NOx (сухой, 5 % O<sub>2</sub>)

Температура воды на входе 1-ой степени охладителя смеси

Температура воды на входе 2-ой степени охладителя смеси

Температура ОГ (выход)

Катализатор

Спецоборудование

Высота над уровнем моря / давление воздуха

Температура всасываемого воздуха

Относительная влажность всасываемого воздуха

Нормы и правила

GB1948N5

20V4000L32FN



V / Hz	10500	/	50
°C		78 / 90	
mg/m <sup>3</sup> i.N.		< 500	
°C			
°C		53	
°C		472	
		Не входит в объем поставки	
m / mbar	100	/	1000
°C		35	
%		60	

<b>Энергетический баланс</b>	%	100	75	50
Электрическая мощность COP, согл. ИСО 8528-1 <sup>2) 3)</sup>	kW	1948	1461	974
Использование энергии <sup>4) 5)</sup>	kW	4577	3521	2491
Общая тепловая мощность <sup>6)</sup>	kW	1035	789	563
Тепловая мощность двигателя (картер, смазочное масло, 1-ая степень охладителя смеси) <sup>8)</sup>	kW	1035	789	563
Тепловая мощность 1-ой степени охладителя смеси <sup>6)</sup>	kW			
Тепловая мощность 2-ой степени охладителя смеси <sup>6)</sup>	kW	78	50	32
Теплота ОГ при остывании до ( 120 °C ) <sup>5)</sup>	kW	( 1101 )	( 892 )	( 668 )
Стандартная мощность согл. ИСО 3046-1 <sup>2)</sup>	kW	2000	1501	1005
КПД генератора при коэффициенте мощности = 1	%	97.4	97.3	96.9
Электрический КПД <sup>4)</sup>	%	42.6	41.5	39.1
Общий КПД включая тепловую мощность ОГ	%	89.2	89.2	88.5
Соотношение эл. мощности и кол-ва утилизированного тепла		1.88	1.85	1.73
Расход электроэнергии на собственные нужды <sup>7)</sup>	kW			

## Воздух для сгорания / ОГ

Объемный расход воздуха для сгорания <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> i.N./h	7594	5723	3931
Массовый расход воздуха для сгорания	kg/h	9807	7391	5077
Объемный расход ОГ, влажный <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> i.N./h	7848	5920	4071
Объемный расход ОГ, сухой <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> i.N./h	7243	5455	3741
Массовый расход ОГ, влажный	kg/h	10144	7651	5261
Температура ОГ после турбоагрегата	°C	472	497	529

## Условные топлива<sup>8)</sup>

Природный газ				H
Газ, выделяющий в процессе очистки сточных вод				Не соответствует
Биогаз				Не соответствует
Свалочный газ				Не соответствует

## Требования к топливу<sup>8)</sup>

Минимальное метановое число	MZ			80
Диапазон удельной теплотворности: расчетное / рабочее	kWh/m <sup>3</sup> i.N.			10.0 - 10.5 / 8.0 - 11.0
<b>Эмиссии вредных веществ ОГ<sup>9) 8)</sup></b>				
NOx, соответствует NO <sub>2</sub> (сухой, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.	< 500		
CO (сухой, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.	< 1000		
НСНО (сухой, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.			
ВОС (сухой, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.			

## Газопоршневой двигатель, работа на обедненных смесях с турбонаддувом

Количество / расположение цилиндров		20	/	V
Тип двигателя				20V4000L32FN
Частота вращения	1/min			1500
Диаметр цилиндра	mm			170
Ход поршня	mm			210
Рабочий объем	dm <sup>3</sup>			95.3
Средняя скорость поршня	m/s			10.5
Степень сжатия				12.1
Среднее эффективное давление при номинальной частоте вращения, об/мин	bar	16.8		
Расход смазочного масла <sup>10)</sup>	dm <sup>3</sup> /h	0.68		
Противодавление ОГ мин. - макс. на выходе агрегата / модуля	mbar - mbar			30 - 60

## Генератор

Типовая мощность (класс нагревостойкости F) <sup>11)</sup>	kVA			2711
Класс электроизоляционных материалов / класс нагревостойкости				F / F
Шаг обмотки				2/3
Вид защиты				IP 23
Макс. допустимый коэффициент мощности индуктивный (перевозбуждение) / емкостный (недо возбуждение) <sup>12)</sup>				0.8 / 1.0
Допуск напряжения / допуск частоты	%			± 5 / ± 5

## Система охлаждения двигателя

Температура хладагента (вход / выход), расчетное значение	°C			78 / 90
Объемный расход хладагента <sup>13) 14)</sup>	m <sup>3</sup> /h			80.4
Потеря давления, расчетная <sup>14)</sup>	Кв-фактор, расч. <sup>13) 15)</sup>	bar / m <sup>3</sup> /h		2.23 / 54.7
Макс. рабочее давление (хладагент на выходе двигателя)	bar			6.0

## Теплообменник ОГ

Температура ОГ после теплообменника ОГ	°C			
Хладагент (впуск / выпуск), расчетное значение	°C			
Объемный расход хладагента <sup>13) 14)</sup>	m <sup>3</sup> /h			
Потеря давления, расчетная <sup>14)</sup>	Кв-фактор <sup>13) 15)</sup>	kPa / m <sup>3</sup> /h		/
Мин. объемный расход / мин. избыточное рабочее давление	m <sup>3</sup> /h / bar			/
Макс. избыточное рабочее давление хладагента	bar			

**Система охлаждения смеси, 1-ая степень, внешняя**

Температура хладагента смеси (вход / выход), расчетное значение	°C			
Объемный расход хладагента, расчетное значение <sup>13) 14)</sup>	m³/h			
Потеря давления, расчетная <sup>14)</sup>	bar / m³/h		/	
Мин. объемный расход / мин. избыточное рабочее давление	m³/h / bar		/	
Макс. избыточное рабочее давление (выпуск охладителя смеси)	bar			

**Система охлаждения смеси, 2-ая степень, внешний**

Температура хладагента смеси (вход / выход), расчетное значение	°C	53 / 55.1		
Объемный расход хладагента, расчетное значение <sup>13) 14)</sup>	m³/h	34.3		
Потеря давления, расчетная <sup>14)</sup>	bar / m³/h	0.6	/	45.3
Макс. избыточное рабочее давление (выпуск охладителя смеси)	bar		6	

**Подключение контура утилизации тепла**

Хладагент двигателя (вход / выход), расчетное значение	°C			
Нагревающая жидкость (вход / выход), расчетное значение	°C			
Объемный расход нагревающей жидкости, расчетное значение <sup>14) 16)</sup>	m³/h			
Потеря давления, расчетная <sup>14)</sup>	bar / m³/h		/	
Макс. избыточное давление нагревающей жидкости	bar			

**Вентиляция помещения**

Теплоизлучение агрегата <sup>17)</sup>	kW		113	
Температура приточного воздуха: мин. / расчетное значение / макс.	°C		30 / 35 / 40	
Мин. температура в машинном отделении <sup>18)</sup>	°C		15	
Макс. разность температуры (приточный / вытяжной воздух)	K		20	
Мин. объем воздуха (на сгорание и охлаждение) <sup>15)</sup>	m³ i.N./h		23500	

**Стартер и аккумуляторные батареи**

Номинальное напряжение / мощность / требуемая емкость АКБ	V / kW / Ah		24 / 2 x 9 / --	
---	-------------	--	-----------------	--

**Заправочные объемы**

Смазочное масло в двигателе	dm³		350	
Хладагент двигателя	dm³		310	
Хладагент смеси	dm³		23	
Нагревающая жидкость <sup>20)</sup>	dm³			
Трансмиссионное масло	dm³			

**Регулировочный газовый тракт**

Номинальный внутренний диаметр / давление газа мин. - макс.	DN / mbar - mbar	100	/	180 - 250
---	------------------	-----	---	-----------

**Шум машины <sup>21)</sup> (на расстоянии 1 м, относительно открытого пространства)**

Частота	Hz	63	125	250	500
Уровень звукового давления	dB	84.6	91.9	88.9	92.4
Частота	Hz	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления	dB	92.9	89.8	84.6	92.9
	Lin dB	99.8			
Суммарный уровень звукового давления	dB A	98.1			
Уровень звуковой мощности	dB	118.0			

**Шум ОГ <sup>21)</sup> (на расстоянии 1 м от выпуска 90°, относительно открытого пространства)**

Частота	Hz	63	125	250	500
Уровень звукового давления	dB	109.0	110.2	104.2	98.1
Частота	Hz	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления	dB	92.5	89.1	84.6	72.3
	Lin dB	113.5			
Суммарный уровень звукового давления	dB A	101.1			
Уровень звуковой мощности	dB	113.1			

**Габаритные размеры (агрегат)**

Длина	mm	~ 5900
Ширина	mm	~ 2000
Высота	mm	~ 2400
Масса в заправленном состоянии (в незаправленном состоянии)	kg	~ 19700 (~ 19000)

**Уменьшение мощности**

Высота над уровнем моря на месте установки	Специфический для проекта расчет
Температура всасываемого воздуха	Специфический для проекта расчет
Температура хладагента смеси	Специфический для проекта расчет
Метановое число	Специфический для проекта расчет

**Приведенные условия и эксплуатационные материалы**

Системы и эксл-е материалы должны соответствовать следующим нормам фирмы MTU:	DK-BS-0002
---	------------

- 1) Стандартные кубические метры при p = 1013 mbar и T = 273 K
- 2) Расчет для автономного режима надо разработать в рамках специфического проекта
- 3) Мощность на зажимах генератора при номинальном напряжении, коэффициенте мощности = 1 и номинальной частоте
- 4) Согл. ИСО 3046 (+ 5 % допуска) с условным топливом при номинальном напряжении, коэффициенте мощности = 1 и номинальной частоте
- 5) Характеристики эмиссий для режима параллельной работы с сетью
- 6) Тепловые мощности при расчетных температурах; допуск +/- 8 %
- 7) Потребление мощности установленных на модуле / агрегате потребителей
- 8) Для установления энергетического баланса; отклонения могут влиять на КПД и эмиссии ОГ
- 9) Работоспособность машины
- 10) Ориентировочное значение при номинальной нагрузке (без количества масла при замене)
- 11) Генератор в ном. режиме работы до макс. 1000 m высота над у.м. и макс. 40 °C тем-ры всасываемого воздуха, при превышении снижение мощности
- 12) Макс. допустимый коэффициент мощности при номинальной мощности (с точки зрения изготовителя)
- 13) Значения для смеси из 65% воды и 35% гликоля; в случае отклонения от данного состава хладагента требуется коррекция  
При проектировании системы должны учитываться допуски.
- 14) Потеря давления при условном объемном расходе среды
- 15) Коэффициент пропускной способности указывает расход в m³/h при потере давления на 1 bar. Пределы установлены для минимального и максимального расхода
- 16) Значения для 100% воды; в случае отклонения от данного состава хладагента требуется коррекция
- 17) Только потери генератора и поверхности
- 18) Следует обеспечить незамерзание
- 19) Объемы приточного воздуха для вентиляции при необходимости согласовать с концепцией газовой безопасности
- 20) Для узлов включая соединительные трубопроводы
- 21) Все значения уровня шума при номинальной мощности COP
- 22) Макс. допустимый cos phi в зависимости от напряжения в соответствии с правилами о среднем напряжении BDEV.



# Technical Data Sheet

93800050173\_V07\_en\_GB

Voltage / Frequency

Cooling water temperature (in / out)

NOx emissions (dry, 5 % O<sub>2</sub>)

Mixture cooler 1st stage water temperature (in)

Mixture cooler 2nd stage water temperature (in)

Exhaust gas temperature

Catalytic converter

Special equipment

Altitude above sea level

Combustion air temperature

Relative combustion air humidity

Standard specifications and regulations

# MTU 16V4000 GS

GG16V4000A1



V / Hz	10500	/	50
°C		78 / 90	
mg/m <sup>3</sup> i.N.		< 500	
°C			
°C		53	
°C		434	
		not included	
m / mbar	100	/	1000
°C		35	
%		60	

<b>Energy balance</b>	%	100	75	50
Electrical Power <sup>2) 3)</sup>	kW	1554	1166	777
Energy input <sup>4) 5)</sup>	kW	3651	2808	1994
Thermal output total <sup>6)</sup>	kW	863	649	466
Thermal output engine (block, lube oil, 1st stage mixture cooler) <sup>6)</sup>	kW	863	649	466
Thermal output mixture cooler 1st stage <sup>6)</sup>	kW			
Thermal output mixture cooler 2nd stage <sup>6)</sup>	kW	76	51	33
Exhaust heat ( 120 °C ) <sup>6)</sup>	kW	( 805 )	( 662 )	( 503 )
Engine power ISO 3046-1 <sup>2)</sup>	kW	1600	1201	805
Generator efficiency at power factor = 1	%	97.1	97.1	96.6
Electrical efficiency <sup>4)</sup>	%	42.6	41.5	39.0
Total efficiency	%	88.2	88.2	87.6
Power consumption <sup>7)</sup>	kW			

<b>Combustion air / Exhaust gas</b>				
Combustion air volume flow <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> i.N./h	6270	4692	3186
Combustion air mass flow	kg/h	8097	6059	4115
Exhaust gas volume flow, wet <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> i.N./h	6470	4848	3317
Exhaust gas volume flow, dry <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> i.N./h	5991	4479	3057
Exhaust gas mass flow, wet	kg/h	8364	6266	4289
Exhaust temperature after turbocharger	°C	434	463	500

<b>Reference fuel <sup>8)</sup></b>				
Natural gas			CH <sub>4</sub> >95 Vol. %	
Sewage gas			not applicable	
Biogas			not applicable	
Landfill gas			not applicable	

<b>Fuel requirements <sup>9)</sup></b>				
Minimum methane number	MZ		80	
Range of heating value: design / operation range without power derating	kWh/m <sup>3</sup> i.N.		10.0 - 10.5 / 8.0 - 11.0	

<b>Exhaust gas emissions <sup>9) 4)</sup></b>				
NOx, stated as NO <sub>2</sub> (dry, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.	< 500		
CO (dry, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.	< 1000		
HCHO (dry, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.			
VOC (dry, 5 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup> i.N.			

<b>Otto-gas engine, lean burn operation with turbocharging</b>				
Number of cylinders / configuration		16	/	V
Engine type			16V4000L32FN	
Engine speed	1/min		1500	
Bore	mm		170.0	
Stroke	mm		210.0	
Displacement	dm <sup>3</sup>		76.3	
Mean piston speed	m/s		10.5	
Compression ratio			12.1	
BMEP at nominal engine speed min-1	bar	16.8		
Lube oil consumption <sup>10)</sup>	dm <sup>3</sup> /h	0.36		
Exhaust back pressure min. - max. after module	mbar - mbar		30 - 60	

<b>Generator</b>				
Rating power (temperature rise class F) <sup>11)</sup>	kVA		2167	
Insulation class / temperature rise class			F / F	
Winding pitch			2/3	
Protection			IP 23	
Max. allowable p.f. inductive (overexcited) / capacitive (underexcited) <sup>12)</sup>			0.8 / 1.0	
Voltage tolerance / frequency tolerance	%		± 5 / ± 5	

<b>Engine cooling water system</b>				
Coolant temperature (in / out), design	°C	78 / 90		
Coolant flow rate, constant <sup>13) 14)</sup>	m <sup>3</sup> /h	67.0		
Pressure drop, design <sup>14)</sup>	bar / m <sup>3</sup> /h	2.51	/	43.0
Max. operation pressure (coolant before engine)	bar		6.0	

<b>Exhaust gas heat exchanger (EGHE)</b>				
Exhaust gas temperature (out)	°C			
Coolant temperature (in / out), design	°C			
Coolant volumetric flow, constant <sup>13) 14)</sup>	m <sup>3</sup> /h			
Pressure drop, design <sup>14)</sup>	Cv value <sup>13) 15)</sup>	kPa / m <sup>3</sup> /h	/	
Min. coolant flow rate / min. operation gauge pressure		m <sup>3</sup> /h / bar	/	
Max. operation pressure (coolant water)	bar			

# Technical Data Sheet

93800050173\_V07\_en\_GB

# MTU 16V4000 GS

GG16V4000A1



## Mixture cooler 1st stage, external

Coolant temperature (in / out), design	°C			
Coolant volumetric flow, design, constant <sup>13) 14)</sup>	m³/h			
Pressure drop, design <sup>14)</sup>	bar / m³/h	Cv value <sup>13) 15)</sup>	/	
Min. coolant flow rate / min. operation gauge pressure	m³/h / bar		/	
Max. operation pressure before mixture cooler	bar			

## Mixture cooler 2nd stage, external

Coolant temperature (in / out), design	°C		53 / 55.5	
Coolant volumetric flow, design, constant <sup>13) 14)</sup>	m³/h		28.9	
Pressure drop, design <sup>14)</sup>	bar / m³/h	Cv value <sup>13) 15)</sup>	0.36	/ 49.3
Max. operation pressure before mixture cooler	bar			6

## Heating circuit interface

Engine coolant temperature (in / out), design	°C			
Heating water temperature (in / out), design	°C			
Heating water flow rate, design <sup>14) 16)</sup>	m³/h			
Pressure drop, design <sup>14)</sup>	bar / m³/h	Cv value <sup>15) 16)</sup>	/	
Max. operation gauge pressure (heating water)	bar			

## Room ventilation

Genset ventilation heat <sup>17)</sup>	kW			91
Inlet air temperature: (min./design/max.)	°C			30 / 35 / 40
Min. engine room temperature <sup>18)</sup>	°C			15
Max. temperature difference ventilation air (in / out)	K			20
Min. supply air volume flow rate (combustion + ventilation) <sup>19)</sup>	m³ i.N./h			19000

## Gearbox

Efficiency	%	100	75	50
------------	---	-----	----	----

## Starter battery

Nominal voltage / power / capacity required	V / kW / Ah			24 / 2 x 9 / --
---	-------------	--	--	-----------------

## Filling quantities

Lube oil for engine	dm³			250
Coolant in engine	dm³			270
Coolant in mixture cooler	dm³			22
Heating water for plate heat exchanger <sup>20)</sup>	dm³			
Lube oil for gearbox	dm³			

## Gas regulation line

Nominal size / gas pressure min. - max.	DN / mbar - mbar	80	/	180 - 250
---	------------------	----	---	-----------

## Engine sound level<sup>21)</sup> (1 meter distance, free field) +3 dB(A) for total A-weighted level tolerance

Frequency	Hz	63	125	250	500
Sound pressure level	dB	78.3	86.3	89.0	91.5
Frequency	Hz	1000	2000	4000	8000
Sound pressure level	dB	92.1	90.8	99.4	91.7
	Lin dB	102.0			
Sum of pressure levels	dB A	101.8			
Sound power level	dB	121.6			

## Undampened exhaust noise<sup>21)</sup> (1 meter distance to outlet within 90°, free field) +3 dB(A) for total A-weighted level tolerance

Frequency	Hz	63	125	250	500
Sound pressure level	dB	116.9	118.4	108.6	102.9
Frequency	Hz	1000	2000	4000	8000
Sound pressure level	dB	97.3	96.1	91.9	76.1
	Lin dB	121.1			
Sum of pressure levels	dB A	106.5			
Sound power level	dB	118.7			

## Dimensions (aggregate)

Length	mm		~ 5500
Width	mm		~ 2000
Height	mm		~ 2300
Gross weight (dry weight)	kg		~ 16500 (~ 16000)

## Power derating

Altitude		specific to the project
Combustion air temperature		specific to the project
Mixture cooler coolant temperature (in)		specific to the project
Methane number		specific to the project

## Boundary conditions and consumables

Systems and consumables have to conform to the following actual company standards:	A001067
--	---------

- Normal cubic meter at 1013 mbar and T = 273 K
- Prime power operation will be designed specific to the project
- Generator gross power at nominal voltage, power factor = 1 and nominal frequency
- According to ISO 3046 (+ 5 % tolerance), using reference fuel used at nominal voltage, power factor = 1 and nominal frequency
- Emission values during grid parallel operation
- Thermal output at layout temperature; tolerance +/- 8 %
- Power consumption of all electrical consumers which are mounted at the module / genset
- Deviations from the layout parameters respectively the reference fuel can have influence on the obtained efficiency and exhaust emissions
- Functional capability
- Reference value at nominal load (without amount of oil exchange)
- Genset max. 1000 m height of location and max. 40 °C intake air temperature; else power derating
- Max. allowable cos phi at nominal power (view of producer)
- Stated values for cooling fluid composition 65% water and 35% glycol, adaption for use of other cooling fluid composition necessary  
The system design must consider the tolerance.
- Pressure loss at reference flow rate
- The Cv value declares the volumetric flow in m³/h at a pressure drop of 1 bar. Min. and max. flow rate limits are defined.
- Stated values for pure water, adaption for other cooling fluid composition necessary
- Only generator- and surface losses
- Frost-free conditions must be guaranteed
- Amount of ventilation air must be adapted to the gas safety concept
- Assemblies including pipe work
- All sound pressure levels at nominal load
- Max. admissible cos phi depending on voltage in accordance with the requirements of the BDEW Mittelspannungsrichtlinie (German Medium Voltage Directive)

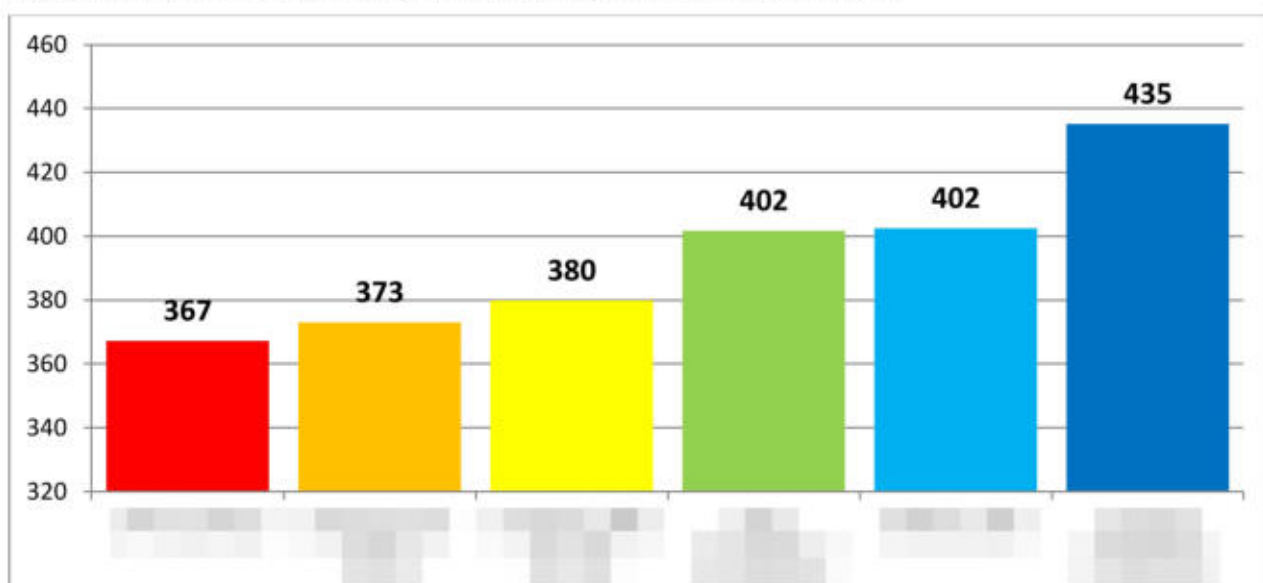
EDAM / EDAT

## 9. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА СТОИМОСТИ ГПЭА

### 1. Стоимость ГПЭА мощностью 2000 кВт (без НДС), EUR

Модель ГПЭА	Мощность ГПЭА, кВт	Стоимость ГПЭА, EUR	Стоимость ПНР, EUR	Общая стоимость, EUR	Удельная стоимость EUR/кВт
CAT CG170-20	2000				
Jenbacher JMS 612 J09	2001				
Siemens SGE-86EM	2013				
Cummins C2000N5CB	2000				
ENGUL 2500	2000				
MTU 20V4000L32	1950				

Поскольку ГПЭА имеют разную номинальную мощность, то для сравнения цен на них удобнее использовать показатель удельной стоимости.



Удельная стоимость ГПЭА (оборудование + ПНР) без НДС, EUR/кВт

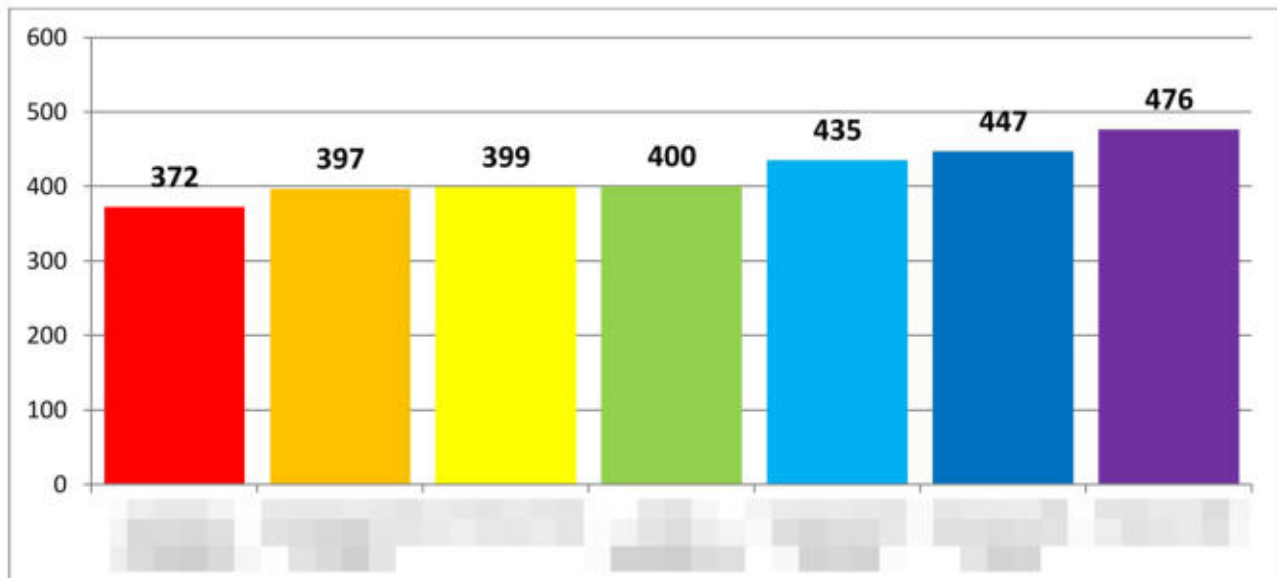
Примечание:

Компания [redacted] не представила стоимость ПНР для предлагаемых ГПЭА Cummins. В связи с этим при расчёте удельной стоимости учтена ориентировочная стоимость ПНР для данных ГПЭА (10 000 EUR).

## 2. Стоимость ГПЭА мощностью 1500 кВт и менее (без НДС), EUR

Модель ГПЭА	Мощность ГПЭА, кВт	Стоимость ГПЭА, EUR	Стоимость ПНР, EUR	Общая стоимость, EUR	Удельная стоимость EUR/кВт
CAT CG170-16	1559				
Jenbacher JMS 420 B09	1492				
Siemens SGE-56HM	1204				
Siemens SGE-56SL/40	1001				
Cummins C1540N5CB	1540				
ENGUL 2000	1559				
MTU 16V4000L32	1554				

Поскольку ГПЭА имеют разную номинальную мощность, то для сравнения цен на них удобнее использовать показатель удельной стоимости.



Удельная стоимость ГПЭА (оборудование + ПНР) без НДС, EUR/кВт

Примечание: Компания ████████ не представила стоимость ПНР для предлагаемых ГПЭА Cummins. В связи с этим указана ориентировочная стоимость ПНР для данных ГПЭА (10 000 EUR).

## 10. ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ГПЭС

### Пояснения к расчётам

Параметры работы ГПЭС рассчитаны на основании данных о почасовом потреблении электроэнергии в период с 01.07.2017 по 30.06.2018.

При расчётах были приняты следующие ограничения загрузки ГПЭА:

- нижний предел –  $\square$ % от номинальной мощности;
- верхний предел –  $\square$ % от номинальной мощности.

Расчёты по ГПЭС Cummins не выполнялись ввиду того, что компания  $\square$  предоставила недостоверные данные по стоимости сервиса (см. Раздел 11 «График и стоимость сервиса»).

### Анализ расчётных данных

Среднегодовая загрузка всех моделей ГПЭА мощностью 2 МВт близка к 90%, что является очень хорошим показателем, обеспечивающим быструю окупаемость проекта.

Средневзвешенная загрузка всех моделей ГПЭА мощностью 1,5 МВт несколько меньше и составляет 81-84%, что так же является неплохим показателем.

Средневзвешенная загрузка ГПЭА мощностью 1,2 и 1 МВт близка к 90%, что обусловлено относительно небольшой единичной мощностью ГПЭА.

Ежегодное максимальное время работы (без учёта времени для проведения сервиса) для всех моделей ГПЭА около 8500 ч. Простой ГПЭА длительностью около 260 ч вызван снижением потребления электроэнергии в период новогодних каникул.

Выработка электроэнергии ГПЭС мощностью 2 x 1,5 МВт (21 тыс. кВт\*ч в год) примерно на 40% превышает объём выработки ГПЭС мощностью 1 x 2 МВт (15 тыс. кВт\*ч в год).

### ВЫВОД:

Не смотря на то, что средневзвешенная загрузка ГПЭС 2 x 1,5 МВт (81-84%) несколько меньше, чем ГПЭС 1 x 2 МВт, объём вырабатываемой электроэнергии для ГПЭС 2 x 1,5 МВт на 40% выше, чем ГПЭС 1 x 2 МВт. Таким образом, при прочих равных условиях экономический эффект от ГПЭС 2 x 1,5 МВт будет существенно выше, чем от ГПЭС 1 x 2 МВт.

## 1. Параметры работы ГПЭС 1 x 2000 кВт

Параметры ГПЭС	Caterpillar CG170-20	Jenbacher JMS 612 GS-NL	Siemens SGE-86EM	Engul 2500GA	MTU 20V4000L32FN0
Номинальная мощность ГПЭА, кВт	2000	2001	2013	2000	1948
Количество электроагрегатов, шт.	1	1	1	1	1
Установленная мощность ГПЭС, кВт	2000	2001	2013	2000	1948
Среднегодовая загрузка ГПЭА, %	89,82%	89,82%	89,81%	89,82%	89,86%
Среднегодовая мощность ГПЭС, кВт	1796	1797	1808	1796	1750
Время полного простоя за год, ч	262	262	262	262	262
Время ГПЭА в работе за год, ч	8498	8498	8498	8498	8498
Выработка ээ. за год, кВт*ч	15 141 884	15 143 081	15 210 399	15 155 050	14 700 326
Среднегодовой расход газа, куб.м/ч	1 x 452,2	1 x 430,5	1 x 432,3	1 x 447,3	1 x 446,1

Примечание: Мощность указана при  $\cos \phi = 1$

## 2. Параметры работы ГПЭС 2 x 1500 кВт

Параметры ГПЭС	Caterpillar CG170-16	Jenbacher JMS 420 GS-NL	Siemens SGE-56HM	Siemens SGE-56SL/40	Engul 2000GA
Номинальная мощность ГПЭА, кВт	1560	1492	1204	1001	1560
Количество электроагрегатов, шт.	2	2	2	2	2
Установленная мощность ГПЭС, кВт	3120	2984	2408	2002	3120
Время полного простоя за год, ч	260	256	251	234	260
<b>Работа одного ГПЭА</b>					
Время одного ГПЭА в работе за год, ч	14	15	16	29	14
Среднегодовая загрузка при работе одного ГПЭА, %	68,48%	59,36%	58,51%	50,61%	68,48%
Среднегодовая мощность ГПЭС при работе 1 ГПЭА, кВт	1068	886	704	507	1068
<b>Работа двух ГПЭА</b>					
Время двух ГПЭА в работе за год, ч	8486	8489	8493	8497	8486
Среднегодовая загрузка при работе двух ГПЭА, %	81,70%	84,01%	89,04%	89,83%	81,70%
Среднегодовая мощность ГПЭС при работе 2 ГПЭА, кВт	2549	2507	2144	1798	2549
<b>Работа всей ГПЭС</b>					
Годовая наработку на одну ГПУ, ч	8493	8497	8501	8512	8493
Средневзвешенная загрузка, %	81,68%	83,97%	88,98%	89,69%	81,68%
Средневзвешенная мощность ГПЭС, %	2548	2506	2143	1796	2548
Выработка ээ. за год, кВт*ч	21 435 344	21 094 232	18 008 728	15 126 826	21 435 344
Среднегодовой расход газа, куб.м/ч	2 x 326,3	2 x 317,0	2 x 282,3	2 x 251,4	2 x 326,3

**Примечание:** Мощность указана при  $\cos \phi = 1$

## 11. ГРАФИК И СТОИМОСТЬ СЕРВИСА ГПЭА

### Достоверность информации о стоимости сервиса ГПЭА

Получение достоверной информации о стоимости сервиса ГПЭА является одной из самых значительных проблем при проведении технико-экономических расчётов. Сложности вызваны тем, что:

1.

[Redacted text]

газопоршневых двигателей.

2.

[Redacted text]

на проведение ремонтов.

3.

[Redacted text]

с конкурирующими марками.

4.

[Redacted text]

### ВЫВОД:

Информация по ценам на техническое обслуживание и ремонты нуждается в проверке на достоверность, поскольку стоимость, указанная поставщиками ГПЭА, может быть как завышена, так и занижена.

### Методы проверки информации о стоимости сервиса ГПЭА

а)

[Redacted text]

Методологически наиболее правильным способом проверки достоверности

[Redacted text]

[Redacted text]

Ещё одной проблема заключается в отсутствии у некоторых поставщиков ГПЭА

[Redacted text]

двигателя и генератора.



б)

Гораздо более быстрым способом проверки сведений о затратах на

поставщика ГПЭА (в пределах одного-двух лет).

в)

Исключения:

- 
- 

весьма серьёзно сказывающиеся на стоимости сервиса.

**ВЫВОД:**

### **Ограничения информации по стоимости сервиса**

В то же время не имеет смысла абсолютизировать значение информации о стоимости обслуживания и ремонтов ГПЭА и добиваться от поставщиков идеальной точности в этом вопросе:

1.

добавляемого к расчётной стоимости всего сервиса.

2.

существенно отличаться от текущей, указанной поставщиком ГПЭА.

3. На практике при проведении некоторых видов ремонтов (особенно среднего и

4.

[Redacted text]

оказывается гораздо выгоднее.

5. Затраты на сервис ГПЭА можно

[Redacted text]

запасных частей.

**ВЫВОД:**

[Redacted text]

данных, предоставленных компаниями-поставщиками.

## 11.1. Стоимость сервиса ГПЭА Caterpillar (MWM)

некоторых видов ремонта.

оборудования.

стоимость работ и запчастей сторонней организации.

**ВЫВОД:**

этих ГПЭА будет более выгодной.

## 11.2. Стоимость сервиса ГПЭА Jenbacher

пока очень мал.

организаций различаются несущественно.

запчастей и расходников.

Основной особенностью сервиса ГПЭА Jenbacher является то, что

предоставляется официальным дистрибутором за отдельную плату.

двигателя.

**ВЫВОД:**

## Стоимость сервиса Jenbacher JMS420

Стоимость сервисного обслуживания до капитального ремонта (без НДС):

Вид ТО	Интервалы	Кол-во интервалов	Запчасти	Итого по запчастям	Работы	Итого по работам
ТО 3.333	3.333, 13.333, 23.333, 33.333, 43.333, 53.333	6				
ТО 6.666	6.666, 16.666, 20.666, 30.666, 40.666, 50.666	6				
ТО 10.000	10.000, 50.000	2				
ТО 20.000	20.000, 40.000	2				
ТО 30.000	30.000	1				
Комплект свечей зажигания	10.000, 20.000, 30.000, 40.000, 50.000,	5				
ИТОГО:						

Общая стоимость запчастей и работ на все виды ТО до капитального ремонта (59.999 м/ч) составляет

Стоимость проведения капитального ремонта:

- в объеме «Короткий блок»
- в объеме «Длинный блок»

## Стоимость сервиса Jenbacher JMS620

Стоимость сервисного обслуживания до капитального ремонта (без НДС):

Вид ТО	Интервалы	Кол-во интервалов	Запчасти	Итого по запчастям	Работы	Итого по работам
ТО 2000	2000,4000, 8000,14000, 16000, 22000,26000, 28000,32000, 34000,38000, 44000,46000, 52000,56000, 58000	16				
ТО 6000	6000, 12000, 18000, 24000, 36000, 42000, 48000, 54000	8				
ТО 10.000	10000, 50000	2				
ТО 20.000	20000,40000	2				
ТО 30.000	30.000	1				
Комплект свечей зажигания	Первый раз - на 2000 ч, далее 4000 ч	16				
ИТОГО:						

Ремонт турбины до 60.000 м/ч : [REDACTED]

Ремонт подшипников генератора до 60000 м/ч: [REDACTED] (данные работы проводит подрядчик [REDACTED])

Стоимость проведения капитального ремонта:

- в объеме «Короткий блок» - [REDACTED]

### 11.3. Стоимость сервиса ГПЭА Siemens

Компания [REDACTED] представила основные данные по стоимости сервиса трёх моделей ГПЭА Siemens.

Однако, что касается SGE-86EM (мощность 2 МВт), то для этой модели все

Достоверной является только представленная стоимость сервиса для модели

капитальном ремонте R3 (60 тыс.ч).

Практически все остальные производители аналогичных ГПЭА (MWM, Caterpillar,

фактическому состоянию.

двигателя у Siemens получается значительно дешевле, чем у других марок ГПЭА.

рассчитано на дилетантов.

ремкомплекта.

Экономические расчёты по ГПЭА Siemens выполнены исходя из

учтённая при расчётах в затратах на ТО и Р.

Кроме того, необходимо учитывать, что

дистрибутор.

**ВЫВОДЫ:**

- 1.
- 2.



## 11.4. Стоимость сервиса ГПЭА Cummins

Компания [REDACTED] предоставила совершенно недостоверные данные по стоимости сервиса ГПЭА Cummins.

Для модели Cummins [REDACTED]

[REDACTED] не имеет никакого отношения.

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
USD.

### ВЫВОДЫ:

1. [REDACTED]
2. Отсутствие достоверных данных по стоимости технического обслуживания и ремонта ГПЭА Cummins не позволило сделать соответствующие технико-экономические расчёты по моделям C1540N5C и C2000N5C.

## 11.5. Стоимость сервиса ГПЭА Engul (MWM)

Компания [REDACTED] представила вполне достоверную информацию по стоимости сервиса ГПЭА MWM. Данная компания обладает достаточно хорошим многолетним опытом по обслуживанию и ремонту этой техники, поскольку фактически является неофициальным сервис-партнёром завода-производителя.

[REDACTED]

собственными силами.

### **ВЫВОД:**

Компания [REDACTED] в состоянии выполнять качественное техническое обслуживание ГПЭА MWM как собственной поставки, так и приобретённых у других поставщиков (например, [REDACTED]).

### Стоимость сервиса ГПУ Engui 2000 (MWM TCG2020V16)

Моточасы	E20		E10		E30		E40		E45		E50		E55		E60		E70		ИТОГО		
	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	З/ч	Работа	Итого
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
500																					
2 000																					
4 000																					
6 000																					
8 000																					
10 000																					
12 000																					
14 000																					
16 000																					
18 000																					
20 000																					
22 000																					
24 000																					
26 000																					
28 000																					
30 000																					
32 000																					
34 000																					
36 000																					
38 000																					
40 000																					
42 000																					
44 000																					
46 000																					
48 000																					
50 000																					
52 000																					
54 000																					
56 000																					
58 000																					
60 000																					
62 000																					
64 000																					
Итого:	0																				

### Стоимость сервиса ГПУ Engul 2500 (MWM TCG2020V20)

Моточасы	E20		E10		E30		E40		E45		E50		E55		E60		E70		ИТОГО			
	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	З/ч [€]	Работа [€]	Итого [€]	
500																						
2 000																						
4 000																						
6 000																						
8 000																						
10 000																						
12 000																						
14 000																						
16 000																						
18 000																						
20 000																						
22 000																						
24 000																						
26 000																						
28 000																						
30 000																						
32 000																						
34 000																						
36 000																						
38 000																						
40 000																						
42 000																						
44 000																						
46 000																						
48 000																						
50 000																						
52 000																						
54 000																						
56 000																						
58 000																						
60 000																						
62 000																						
64 000																						
Итого:																						

## 11.6. Стоимость сервиса ГПЭА MTU

Компания [REDACTED] представила довольно подробные данные по стоимости сервиса ГПЭА MTU20V4000L32 (2 МВт). По модели MTU16V4000L32 информация предоставлена не была без объяснения причин.

В целом сведения по ценам на обслуживание и ремонт модели MTU20V4000L32 представляются вполне достоверными, хотя для некоторых видов регламентных работ выявлены ошибки: при пересчёте сумма позиций одного столбца не совпадает с итоговой суммой, указанной в данном столбце.

[REDACTED]

ошибки в расчёте стоимости сервиса.

[REDACTED]

официальных сервис-партнёров.

Отличительной особенностью графика регламентных работ для ГПЭА MTU является

### ВЫВОДЫ:

1. [REDACTED]  
складских запасов запчастей.
2. [REDACTED]
3. [REDACTED]  
только их восстановительный ремонт.

## 12. РАСЧЁТ ПОЛНОЙ СТОИМОСТИ РЕГЛАМЕНТНЫХ РАБОТ

1. Все расчёты стоимости регламентных работ выполнены исходя из информации по затратам на сервис ГПЭА, предоставленной соответствующими поставщиками. С учётом ограничений, указанных в Разделе 11 «График и стоимость сервиса», все расчёты стоимости регламентных работ являются предварительными. Реальные затраты будут несколько отличаться от расчётных.

2. В состав затрат на сервис ГПЭА включены:

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

3. В состав затрат на сервис ГПЭА не включены:

- [Redacted]
- [Redacted]

4. [Redacted]

необходимого для проведения всех видов регламентных работ в соответствующий год.

5. Необходимо различать [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

часов, а не 300 часов.

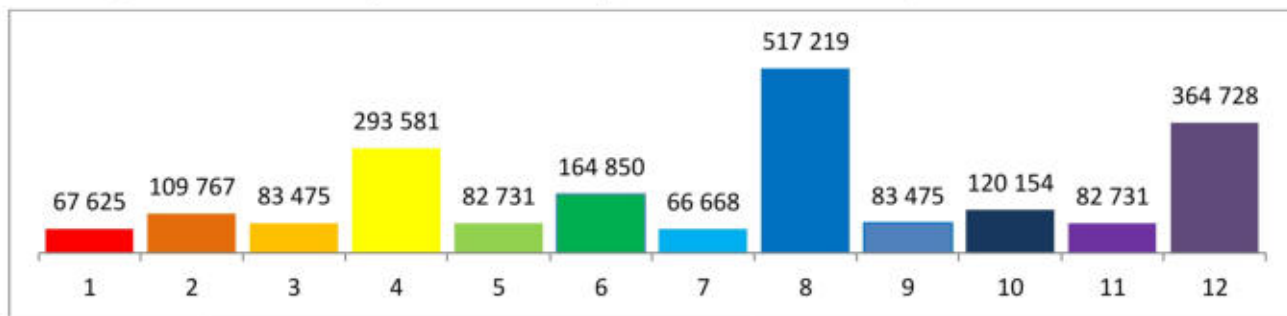
6. [Redacted]

несколько отличаться от использованной в расчётах, так как зависит от

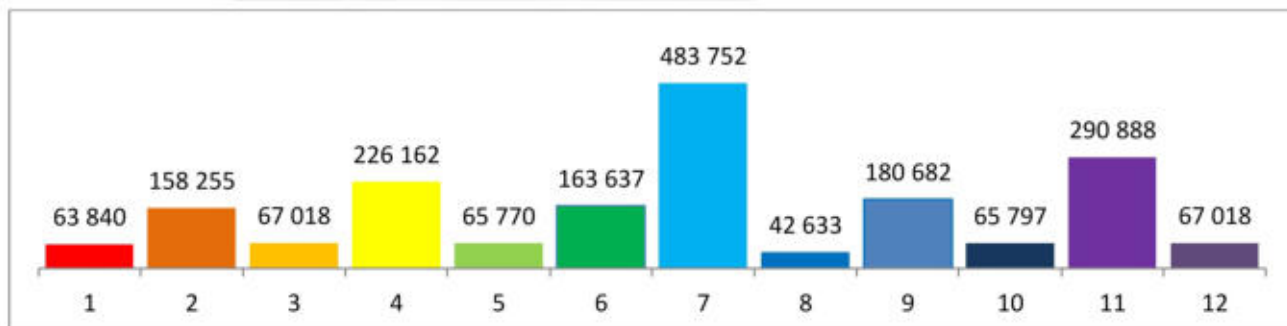
количества привлечённых специалистов, их квалификации и фактического состояния оборудования.

7. Для расчётов по всем ГПЭА использован [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
индивидуально в каждом конкретном случае по результатам проектных работ.
8. Для расчётов по всем ГПЭА использовано [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]
9. Необходимо учитывать, что даже для одной модели ГПЭА и одной марки [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]
10. [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
большого объёма.
11. [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
степени механического износа цилиндропоршневой группы.

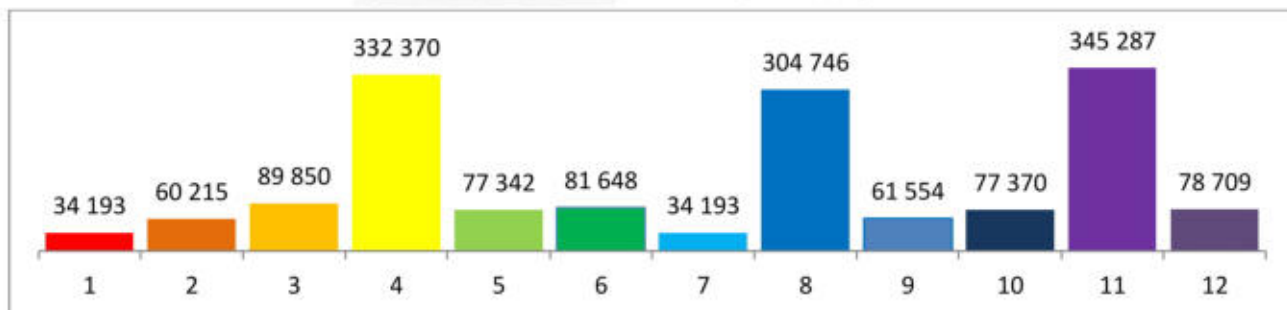
## Ежегодная стоимость регламентных работ на ГПЭА мощностью 2000 кВт



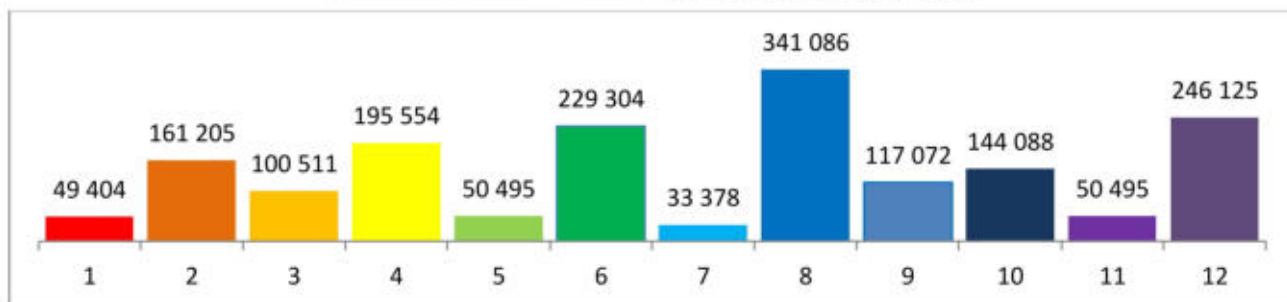
за 12 лет (без НДС), EUR



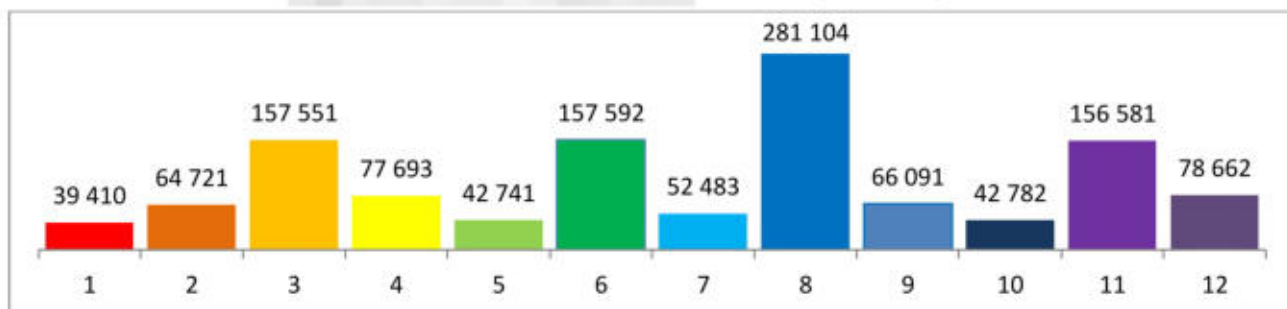
за 12 лет (без НДС), EUR



за 12 лет (без НДС), EUR



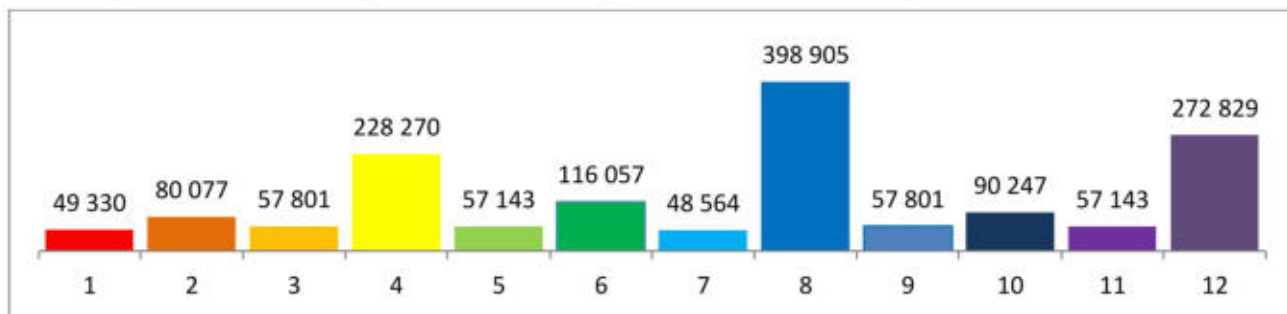
за 12 лет (без НДС), EUR



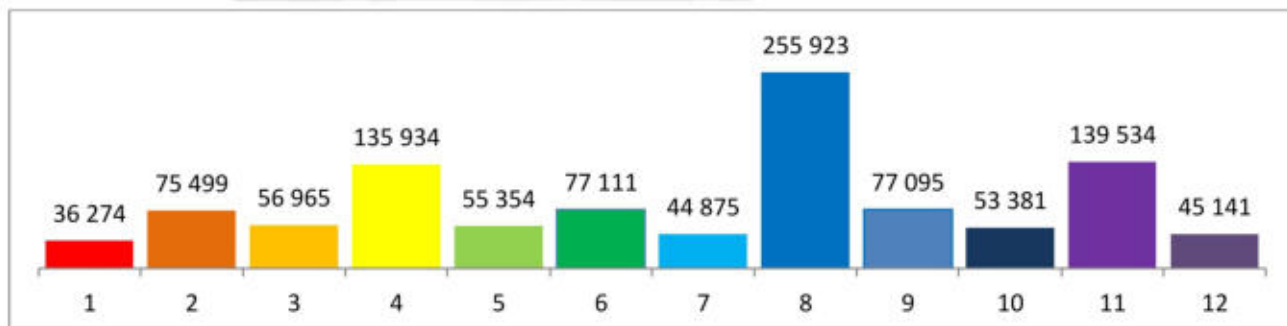
за 12 лет (без НДС), EUR



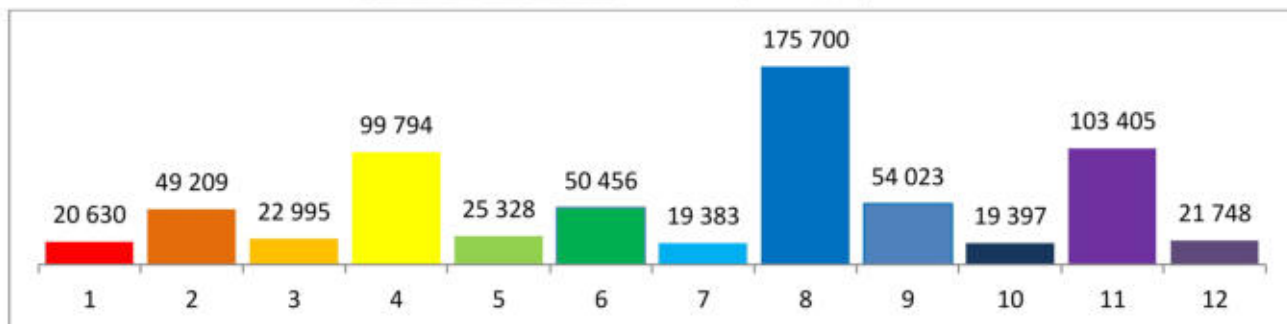
## Ежегодная стоимость регламентных работ на ГПЭА мощностью 1000 - 1500 кВт



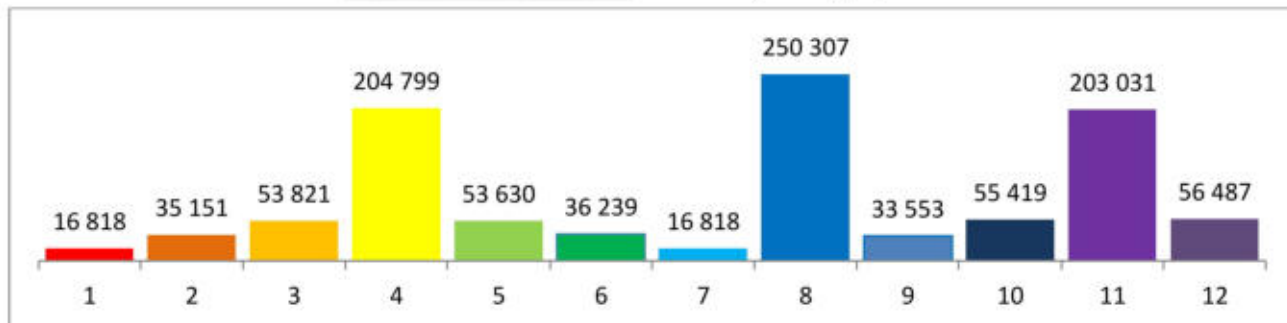
за 12 лет (без НДС), EUR



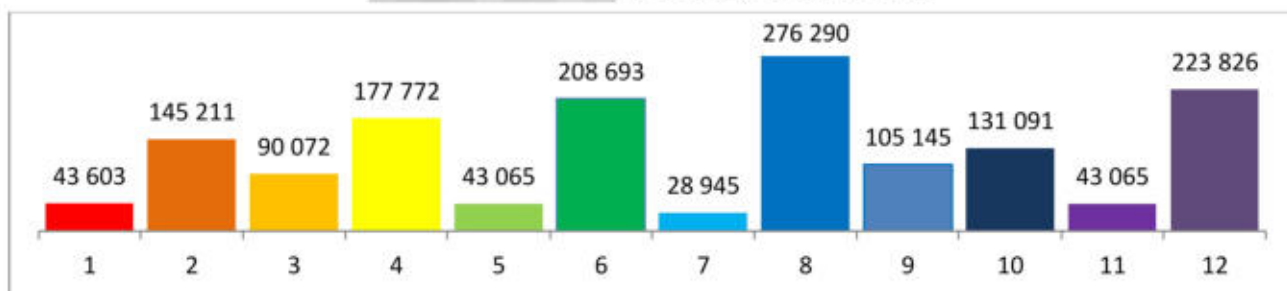
за 12 лет (без НДС), EUR



за 12 лет (без НДС), EUR



за 12 лет (без НДС), EUR



за 12 лет (без НДС), EUR

## 12.1. Расчёт полной стоимости регламентных работ ГПЭА Caterpillar

### Стоимость регламентных работ для Caterpillar CG170-20 (MWM TCG2020V20)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 498	8 523	8 498	8 498	8 498	8 523	8 498	8 498	8 498	8 523	8 498	8 498
Общая продолжительность ТО и Р	42	122	88	274	82	128	34	418	88	82	82	328
Наработка ГПУ за год, ч	8 456	8 401	8 410	8 224	8 416	8 395	8 464	8 080	8 410	8 441	8 416	8 170
Суммарная наработка, ч	8 498	16 899	25 309	33 533	41 949	50 344	58 808	66 888	75 298	83 739	92 155	100 325
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>E10</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E40 (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>TC01 (турбо 12000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E50 (16000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>TC02 (турбо 48000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E60 средний ремонт (32000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E70 капитальный ремонт (64000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

### Стоимость регламентных работ для Caterpillar CG170-16 (MWM TCG2020V16)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 493	8 517	8 493	8 493	8 493	8 517	8 493	8 493	8 493	8 517	8 493	8 493
Общая продолжительность ТО и Р	42	122	88	274	82	128	34	418	88	82	82	328
Наработка ГПУ за год, ч	8 451	8 395	8 405	8 219	8 411	8 389	8 459	8 075	8 405	8 435	8 411	8 165
Суммарная наработка, ч	8 493	16 888	25 293	33 512	41 923	50 312	58 771	66 846	75 251	83 686	92 097	100 262
Суммарная стоимость ТО и Р, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>E10</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E40 (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>TC01 (турбо 12000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E50 (16000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>TC02 (турбо 48000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E60 средний ремонт (32000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E70 капитальный ремонт (64000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

## 12.2. Расчёт полной стоимости регламентных работ ГПЭА Jenbacher

### Стоимость регламентных работ для Jenbacher JMS612

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498
Общая продолжительность ТО и Р	54	124	182	288	172	145	54	190	130	172	300	178
Наработка ГПУ за год, ч	8 444	8 398	8 316	8 210	8 326	8 377	8 444	8 308	8 368	8 350	8 198	8 320
Суммарная наработка, ч	8 498	16 896	25 212	33 422	41 748	50 125	58 569	66 877	75 245	83 595	91 793	100 113
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>ТО-2000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена свечей (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-6000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-10000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-20000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-30 000 + турбокомпр. + подшипники генератора</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-60 000</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

## Стоимость регламентных работ для Jenbacher JMS420

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 497	8 521	8 497	8 497	8 497	8 521	8 497	8 497	8 497	8 521	8 497	8 497
Общая продолжительность ТО и Р	38	113	155	281	153	119	38	182	107	161	273	167
Наработка ГПУ за год, ч	8 459	8 408	8 342	8 216	8 344	8 402	8 459	8 315	8 390	8 360	8 224	8 330
Суммарная наработка, ч	8 497	16 904	25 246	33 461	41 805	50 206	58 665	66 979	75 369	83 728	91 952	100 281
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>ТО-3333</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена свечей (10000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-6666</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-10000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-20000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-30 000 + турбокомпр. + подшипники генератора</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-60 000</b>												
Стоимость, EUR												

### 12.3. Расчёт полной стоимости регламентных работ ГПЭА Siemens

#### Стоимость регламентных работ для Siemens SGE-86EM

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498
Общая продолжительность ТО и Р	38	110	40	201	37	116	272	33	118	37	369	40
Наработка ГПУ за год, ч	8 460	8 412	8 458	8 297	8 461	8 406	8 226	8 465	8 380	8 485	8 129	8 458
Суммарная наработка, ч	8 498	16 910	25 368	33 665	42 126	50 532	58 758	67 223	75 603	84 088	92 217	100 675
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза E2++ (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>Количество замен масла</b>												
Сумма на замену масла за год												
<b>Замена масла N1 (100 ч после обкатки)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла E1 (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена свечей E2+ (2000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E2 (7500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E3 (10000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R1 (15 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R2 (30 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R3 (60 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R4 (90 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

## Стоимость регламентных работ для Siemens SGE-56HM

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 501	8 525	8 501	8 501	8 501	8 525	8 501	8 501	8 501	8 525	8 501	8 501
Общая продолжительность ТО и Р	36	102	53	192	47	108	33	270	108	41	204	44
Наработка ГПУ за год, ч	8 465	8 423	8 448	8 309	8 454	8 417	8 468	8 231	8 393	8 484	8 297	8 457
Суммарная наработка, ч	8 501	16 924	25 372	33 681	42 135	50 552	59 020	67 251	75 644	84 128	92 425	100 882
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза E2++ (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>Количество замен масла</b>												
Сумма на замену масла за год												
<b>Замена масла N1 (100 ч после обкатки)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла E1 (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена свечей E2+ (3500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E2 (5000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R1 (15 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R2 (30 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R3 (60 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Турбина (20 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

## Стоимость регламентных работ для Siemens SGE-56SL/40

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 512	8 536	8 512	8 512	8 512	8 536	8 512	8 512	8 512	8 536	8 512	8 512
Общая продолжительность ТО и Р	36	99	42	189	39	105	30	267	108	30	201	36
Наработка ГПУ за год, ч	8 476	8 437	8 470	8 323	8 473	8 431	8 482	8 245	8 404	8 506	8 311	8 476
Суммарная наработка, ч	8 512	16 948	25 418	33 740	42 213	50 643	59 125	67 369	75 773	84 278	92 589	101 064
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза E2++ (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>Количество замен масла</b>												
Сумма на замену масла за год												
<b>Замена масла N1 (100 ч после обкатки)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла E1+E2 (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена свечей E2+ (3750 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E3 (5000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R1 (15 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R2 (30 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>R3 (60 000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

**Примечание:** стоимость регламентных работ указана без НДС



## 12.4. Расчёт полной стоимости регламентных работ ГПЭА Engul

### Стоимость регламентных работ для Engul 2500 (MWM TCG2020V20)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498
Общая продолжительность ТО и Р	50	118	96	282	54	176	42	390	104	106	54	328
Наработка ГПУ за год, ч	8 448	8 404	8 402	8 216	8 444	8 346	8 456	8 108	8 394	8 416	8 444	8 170
Суммарная наработка, ч	8 498	16 902	25 304	33 520	41 964	50 310	58 766	66 874	75 268	83 684	92 128	100 298
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>E10</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E30 (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E40 (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E45 (турбо)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E50</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E55 (турбо)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E60 средний ремонт (32000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E70 капитальный ремонт (64000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

### Стоимость регламентных работ для Engul 2000 (MWM TCG2020V16)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 493	8 517	8 493	8 493	8 493	8 517	8 493	8 493	8 493	8 517	8 493	8 493
Общая продолжительность ТО и Р	50	118	96	282	54	176	42	390	104	106	54	328
Наработка ГПУ за год, ч	8 443	8 399	8 397	8 211	8 439	8 341	8 451	8 103	8 389	8 411	8 439	8 165
Суммарная наработка, ч	8 493	16 892	25 289	33 500	41 939	50 280	58 731	66 834	75 223	83 634	92 073	100 238
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>E10</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E30 (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E40 (4000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E45 (турбо)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E50</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E55 (турбо)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E60 средний ремонт (32000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>E70 капитальный ремонт (64000 ч)</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

## 12.5. Расчёт полной стоимости регламентных работ ГПЭА MTU

### Стоимость регламентных работ для MTU 20V4000L32FN0

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время работы за год, ч	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498	8 498	8 522	8 498	8 498
Общая продолжительность ТО и Р	34	94	284	118	38	284	46	370	100	38	278	124
Наработка ГПУ за год, ч	8 464	8 428	8 214	8 380	8 460	8 238	8 452	8 128	8 398	8 484	8 220	8 374
Суммарная наработка, ч	8 498	16 926	25 140	33 520	41 980	50 218	58 670	66 798	75 196	83 680	91 900	100 274
Стоимость ТО и Р за год, EUR (без НДС)												
<b>Замена антифриза (раз в год)</b>												
Стоимость замены охлаждающей жидкости, EUR												
<b>Расход масла на угар за год, л</b>												
Стоимость масла на угар за год, EUR												
<b>ТО-3000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-6000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>Замена масла (2500 ч)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-9000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-10500 (турбо)</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-21000</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-31500</b>												
Стоимость, EUR												
<b>ТО-63000 капитальный ремонт</b>												
Стоимость, EUR												

Примечание: стоимость регламентных работ указана без НДС

### 13. Сводная таблица стоимости регламентных работ

К сравнению различных моделей ГПЭА по стоимости затрат на сервис необходимо подходить с известной степенью осторожности, так как прямое сопоставление может привести к ошибочным выводам.

Прежде всего необходимо отметить, что более информативным является сравнение не абсолютных показателей, а удельных затрат на сервис (EUR/кВт\*ч), поскольку ГПЭА имеют разную мощность, а значит сравнение абсолютных затрат для них не совсем корректно..

Кроме того, необходимо учитывать ограничения, указанные в Разделе 11 «График и стоимость сервиса».

#### Затраты на регламентные работы для ГПЭА мощностью 2000 кВт

##### a) MWM TCG2020V20



##### b) Siemens SGE-86EM



подтверждены реальным опытом эксплуатации.

##### c) Jenbacher JMS 612

Необходимо учитывать, что затраты на капитальный ремонт данной модели учтены



##### d) MTU 20V4000L32FN0



перепроверке.



соответствующей наработки.

## Затраты на регламентные работы для ГПЭА мощностью 1500 кВт и менее

### a) MWM TCG2020V16

[Redacted]

### b) Siemens SGE-56HM и Siemens SGE-56SL/40

Удельные затраты на сервис ГПЭА Siemens существенно [Redacted]

[Redacted]

### c) Jenbacher JMS 420

Удельные затраты на сервис JMS420 существенно [Redacted]

[Redacted]

Такое различие в удельных затратах на сервис характерно для всех ГПЭА Jenbacher

[Redacted]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В действительности разница между удельными затратами на сервис для ГПЭА Jenbacher и MWM [Redacted]

[Redacted]

но стоят в 5 раз дешевле.

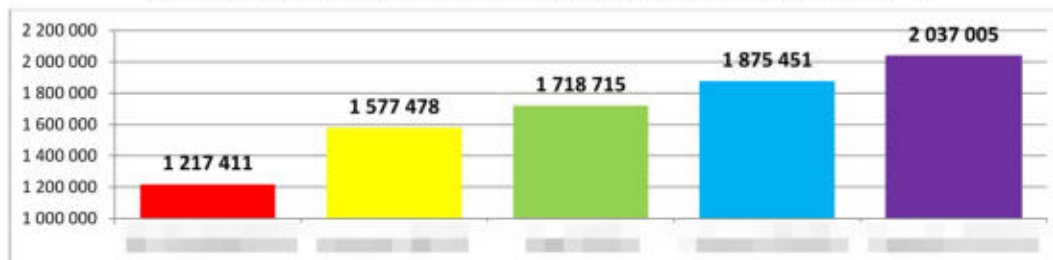
[Redacted]

сервиса, как для MWM.

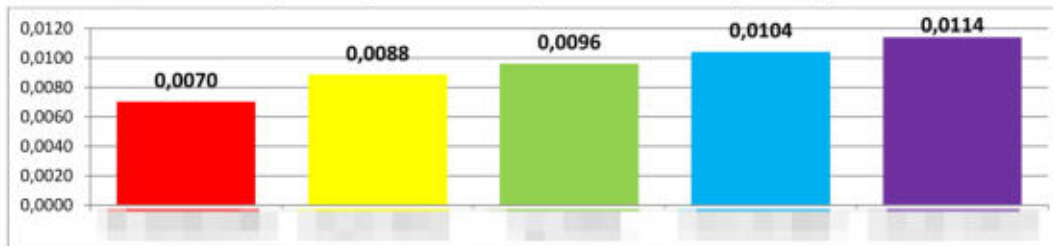
### Ежегодные затраты на регламентные работы (без НДС) для ГПЭС мощностью 2000 кВт, EUR

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Итого, EUR	Выработка за за 12 лет, кВт*ч	Удельные затраты, EUR/кВт*ч	
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Caterpillar CG170-20																
Siemens SGE-86EM																
Jenbacher JMS 612																
Engul 2500GA																
MTU 20V4000L32FN0																

### Суммарная стоимость регламентных работ за 12 лет (без НДС), EUR



### Удельные затраты на регламентные работы за 12 лет (без НДС), EUR/кВт\*ч



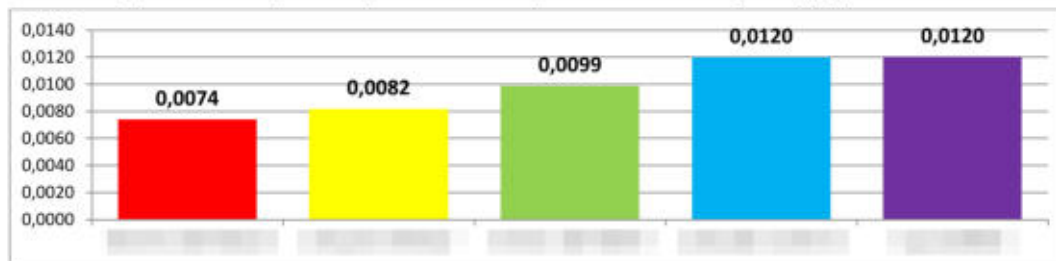
### Ежегодные затраты на регламентные работы (без НДС) для ГПЭС мощностью 1500 кВт, EUR

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Итого, EUR	Выработка за за 12 лет, кВт*ч	Удельные затраты, EUR/кВт*ч
Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Caterpillar CG170-16															
Siemens SGE- 56HM															
Siemens SGE- 56SL/40															
Jenbacher JMS 420															
Engul 2000GA															

### Суммарная стоимость регламентных работ за 12 лет (без НДС), EUR



### Удельные затраты на регламентные работы за 12 лет (без НДС), EUR/кВт\*ч



## 14. ЗАТРАТЫ НА ПЕРСОНАЛ

Затраты на персонал газопоршневой электростанции зависят от среднего уровня зарплат в регионе, от квалификации специалистов и от выбранного штатного расписания.

Такое решение является технически возможным благодаря высокой степени

поставщика оборудования.

Для проведения технического обслуживания (замена масла, фильтров, свечей) в

и/или механики.

организации под контролем начальника ГПЭС.

Изложенный подход позволит существенно снизить затраты на персонал ГПЭС, человека).

Зарплата начальника ГПЭС определяется в каждом случае индивидуально и зависит

### Ежемесячные затраты на персонал

Должность	Кол-во, чел.	Зароботная плата, руб.	Премия (25%), руб.	ФОТ, руб.	Страховые взносы (30%), руб.	Всего, руб.

### Ежегодные затраты на персонал

Ежемесячная зарплата (включая премию и страховые взносы)	
Сумма зарплат за 12 месяцев	
Ежегодная премия (13 зарплата)	
Дополнительные затраты (спецодежда, обувь, средства охраны труда и т.п.) 10%	
<b>Всего годовые затраты на персонал, руб.</b>	



## 15. СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ГПЭС "ПОД КЛЮЧ"

### Общие рекомендации по проектированию и строительству ГПЭС

На данном этапе возможна исключительно предварительная оценка затрат на строительство ГПЭС, поскольку окончательная смета может быть сформирована только после разработки рабочей документации (рабочих чертежей).

Необходимо учитывать, что в действительности сметная стоимость строительства

Оптимальным вариантом строительства ГПЭС является привлечение для

конечный результат.

Идеальным вариантом строительства ГПЭС является тот случай, когда

Однако критически важно, чтобы разработка проектной документации и

сдаче энергоцентра в эксплуатацию.

документации привлекаются сторонние организации.

### Состав затрат на строительство ГПЭС

В рассматриваемом случае предполагается размещение ГПЭС внутри существующего производственного здания на объекте заказчика. В связи с этим в состав затрат не включаются расходы на строительство здания ГПЭС. Учитывается только стоимость подготовки помещения.

Помимо собственно ГПЭА и стоимости ПНР в состав затрат на строительство ГПЭС включены следующие статьи:

Статья затрат	Мощность ГПЭС	
	1 x 2 МВт	2 x 1,5 МВт
Проектирование, EUR		
Подготовка помещения, EUR		
Коммуникации, EUR		
Вспомогательное оборудование, EUR		
Монтаж оборудования, EUR		
Сдача в эксплуатацию, EUR		

**Примечание:** Все указанные затраты по данным статьи являются предварительными и основаны на опыте предыдущих проектов. Точные суммы затрат могут быть получены только по результатам разработки проектно-сметной документации.

Поскольку ГПЭА различаются по мощности, то целесообразно сравнивать не абсолютные затраты на строительство ГПЭС, а удельную стоимость строительства в рублях за киловатт установленной мощности (руб./кВт).

### Сравнение удельных затрат на строительство ГПЭС 1 x 2000 кВт

Вполне ожидаемо, что наименьшая удельная стоимость оказалась в варианте

Самые большие удельные затраты получились при использовании

Обращает на себя внимание тот, факт, что разница между самыми большими удельными затратами на строительство ГПЭС не превышает 8%.

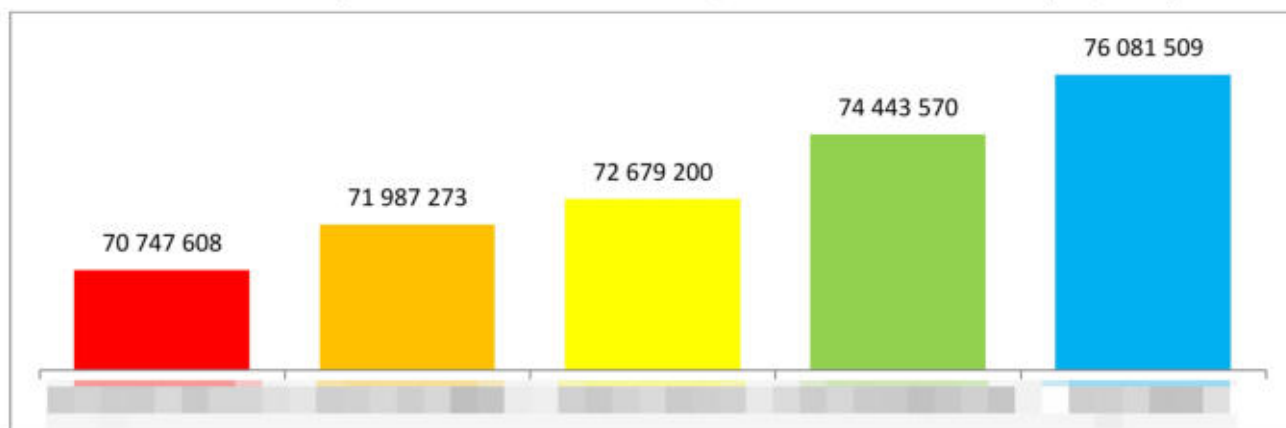
**Вывод:** Стоимость строительства ГПЭС 1 x 2 МВт не будет сильно зависеть от выбранной модели ГПЭА и составит от 70 до 80 млн. рублей (без НДС) в текущих ценах.

### Сравнение удельных затрат на строительство ГПЭС 2 x 1500 кВт

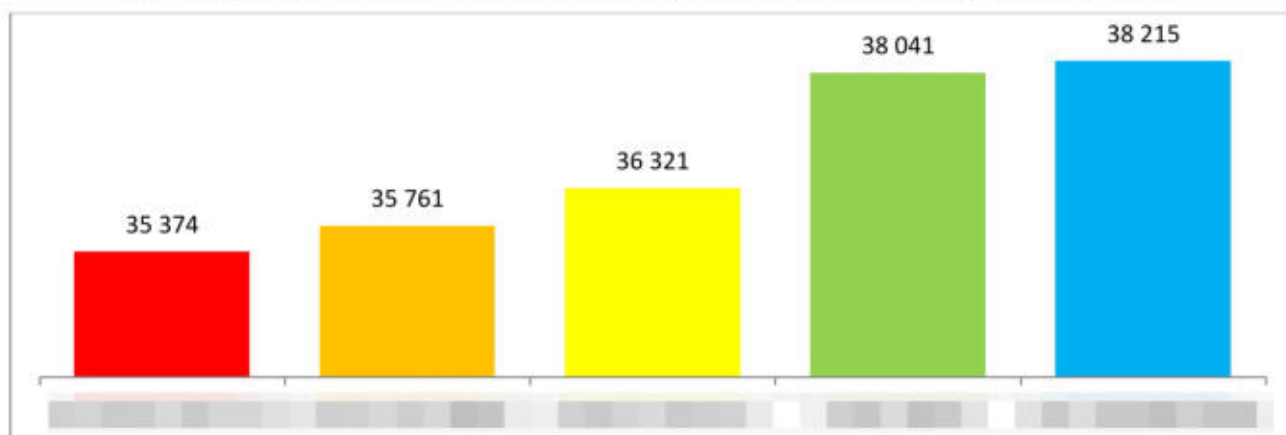
случае намного выше, чем для Jenbacher и MWM.

**Вывод:** Стоимость строительства ГПЭС 2 x 1,5 МВт на ГПЭА составит от 110 до 120 млн. рублей (без НДС) в текущих ценах.

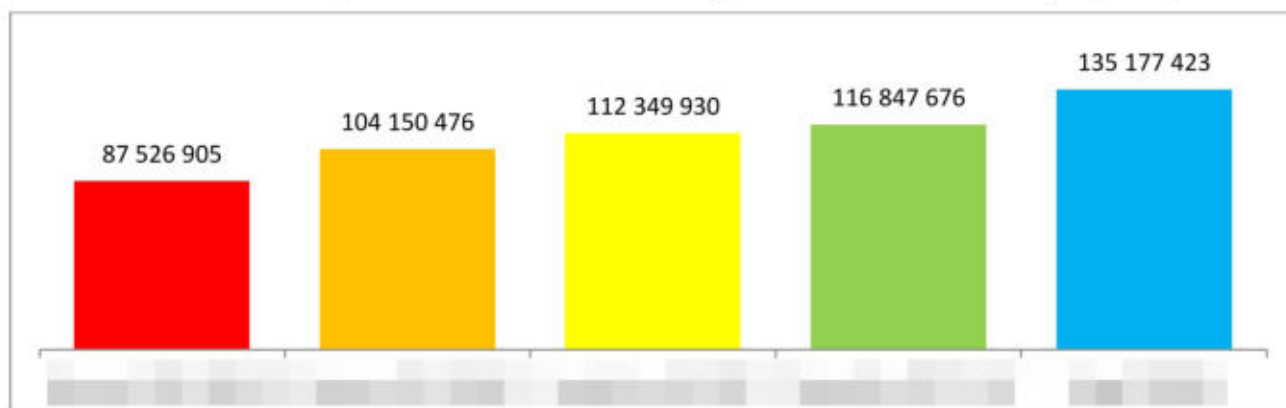
### Стоимость строительства ГПЭС мощностью 1 x 2000 кВт (оценка)



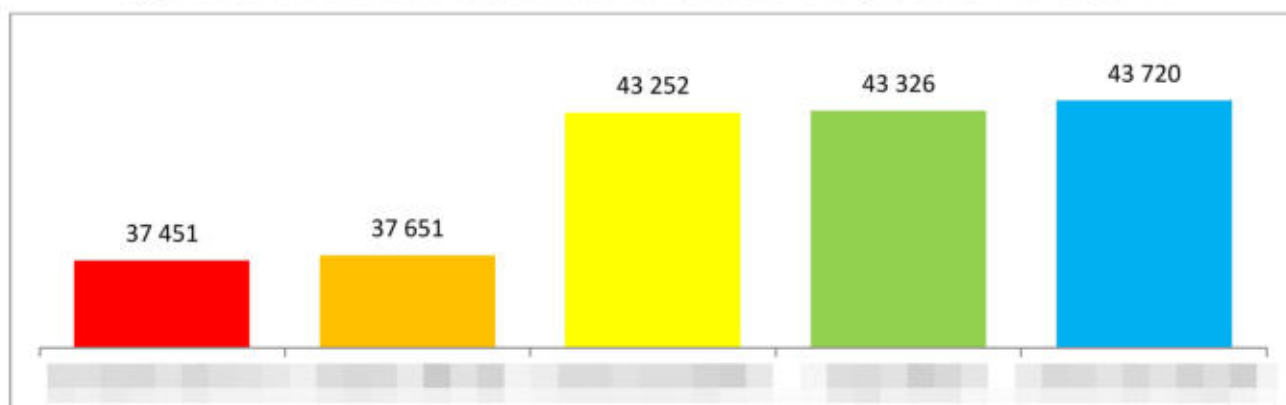
### Удельная стоимость строительства ГПЭС мощностью 1 x 2000 кВт



### Стоимость строительства ГПЭС мощностью 2 x 1500 кВт (оценка)



### Удельная стоимость строительства ГПЭС мощностью 2 x 1500 кВт



**Предварительная оценка стоимости строительства ГПЭС мощностью 1 x 2000 кВт**

<b>Модель ГПУ</b>	<b>Caterpillar CG170-20</b>	<b>Siemens SGE-86EM</b>	<b>Jenbacher JMS 612 GS-NL</b>	<b>Engul 2500GA</b>	<b>MTU 20V4000L32FN0</b>
Единичная мощность ГПУ при cosφ=1, кВт	2 000	2 013	2 001	2 000	1 948
Количество ГПУ, шт.	1	1	1	1	1
Установленная мощность ГПЭС, кВт	2 000	2 013	2 001	2 000	1 948
Стоимость ГПУ (без НДС 18%), EUR					
Шеф-монтаж, ПНР (без НДС 18%), EUR					
Стоимость "под ключ" (без НДС 18%), EUR					
<i>Проектирование, EUR</i>					
<i>Подготовка помещения, EUR</i>					
<i>Коммуникации, EUR</i>					
<i>Вспомогательное оборудование, EUR</i>					
<i>Монтаж оборудования, EUR</i>					
<i>Сдача в эксплуатацию, EUR</i>					
<b>ИТОГО, EUR (без НДС):</b>					
<b>Итого, руб. (без НДС):</b>					
Удельные затраты на ГПЭС, EUR/кВт*ч					
<b>Удельные затраты на ГПЭС, руб./кВт*ч</b>					

**Примечание:** Все указанные суммы являются предварительными и основаны на опыте предыдущих проектов. Точные суммы затрат могут быть получены только по результатам разработки проектно-сметной документации.

**Предварительная оценка стоимости строительства ГПЭС мощностью 2 x 1500 кВт**

Модель ГПУ	Caterpillar CG170-16	Siemens SGE-56HM	Siemens SGE-56SL/40	Jenbacher JMS 420	Engul 2000GA
Единичная мощность ГПУ при cosφ=1, кВт	1 560	1 204	1 001	1 492	1 560
Количество ГПУ, шт.	2	2	2	2	2
Установленная мощность ГПЭС, кВт	3 120	2 408	2 002	2 984	3 120
Стоимость ГПУ (без НДС 18%), EUR					
Шеф-монтаж, ПНР (без НДС 18%), EUR					
Стоимость "под ключ" (без НДС 18%), EUR					
<i>Проектирование, EUR</i>					
<i>Подготовка помещения, EUR</i>					
<i>Коммуникации, EUR</i>					
<i>Вспомогательное оборудование, EUR</i>					
<i>Монтаж оборудования, EUR</i>					
<i>Сдача в эксплуатацию, EUR</i>					
<b>ИТОГО, EUR (без НДС):</b>					
<b>Итого, руб. (без НДС):</b>					
Удельные затраты на ГПЭС, EUR/кВт*ч					
<b>Удельные затраты на ГПЭС, руб./кВт*ч</b>					

Примечание: Все указанные суммы являются предварительными и основаны на опыте предыдущих проектов. Точные суммы затрат могут быть получены только по результатам разработки проектно-сметной документации.

## 16. РАСЧЁТ ЭКОНОМИКИ ПРОЕКТА

### Условия и ограничения

1. Экономические показатели рассчитывались только для тех моделей ГПЭА, по которым поставщики предоставили достоверные данные о стоимости сервиса.

[Redacted text]

2. [Redacted text]

3. [Redacted text]

4. [Redacted text]

[Redacted text]

5. [Redacted text]

6. [Redacted text]

7. Для всех моделей ГПЭА в расчётах использованы:

- [Redacted text]
- [Redacted text]

8. [Redacted text]

9. [Redacted text]

[Redacted text]

10. В состав эксплуатационных затрат ГПЭС включены:

- [Redacted text]
- [Redacted text]
- [Redacted text]

11. В составе эксплуатационных затрат ГПЭС не учитываются:

- [Redacted text]
- [Redacted text]
- [Redacted text]

12. Все расчёты выполнены в текущих ценах (без учёта инфляции). Расчётные таблицы позволяют ввести ежегодные дефляторы по следующим параметрам:

- курс евро,
- зарплата персонала,
- тариф на газ,
- тариф на электроэнергию.

13. [redacted]  
газопоршневого двигателя, выполнен исходя из следующих показателей:

- [redacted]
- [redacted]

14. Рассчитан простой срок окупаемости проекта без учёта дисконтированной стоимости денег.

### **Анализ себестоимости вырабатываемой электроэнергии**

Себестоимость вырабатываемой электроэнергии является интегральным

Характерной особенностью всех газопоршневых электростанций является

вырабатываемой электроэнергии будет минимальной.

предыдущии.

средний ремонт ГПЭА (на 30 или 32 тыс.ч).

Самая высокая себестоимость электроэнергии обычно

Необходимо учитывать, что распределение себестоимости вырабатываемой

загрузке (близкой к 8760 ч).

Обращает на себя внимание тот факт, что себестоимость вырабатываемой электроэнергии для ГПЭС мощностью 1 x 2 МВт

### **Анализ ежегодной экономии на электроэнергии**

Ежегодная экономия на электроэнергии так же является важным показателем, влияющим на принятие решения о целесообразности строительства собственной электрогенерации.

При прочих равных условиях ежегодная экономия на электроэнергии

покупке электроэнергии у энергосбытовой компании, что и приводит к отрицательной экономии.

Из общей картины несколько выбивается экономия на электроэнергии

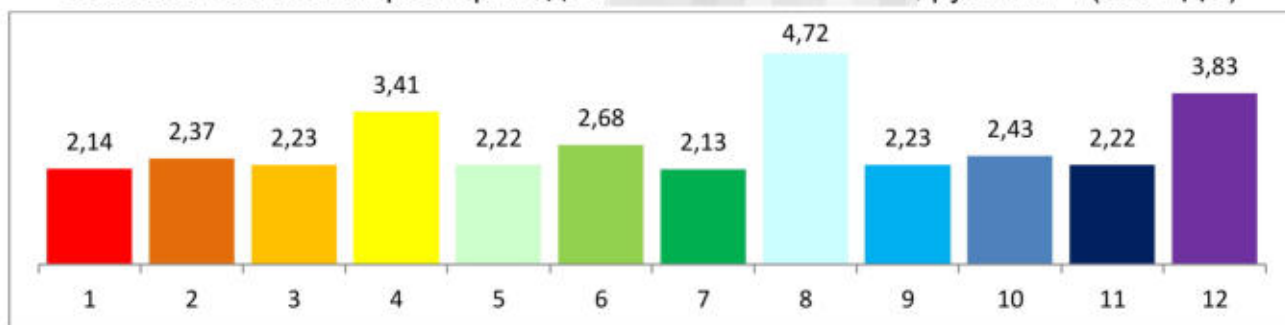
фактическая стоимость затрат на сервис может весьма сильно разойтись с первоначальными представлениями.

Отдельно необходимо отметить, что ежегодная экономия на электроэнергии для ГПЭС мощностью 2 x 1,5 МВт значительно выше, чем для 1 x 2 МВт не смотря на то, что себестоимость вырабатываемой электроэнергии для варианта 2 x 1,5 МВт больше, чем для 1 x 2 МВт. Это объясняется тем, что в случае 2 x 1,5 МВт отпускается примерно на 30% больше электроэнергии, чем при 1 x 2 МВт, что и обуславливает увеличение экономии.

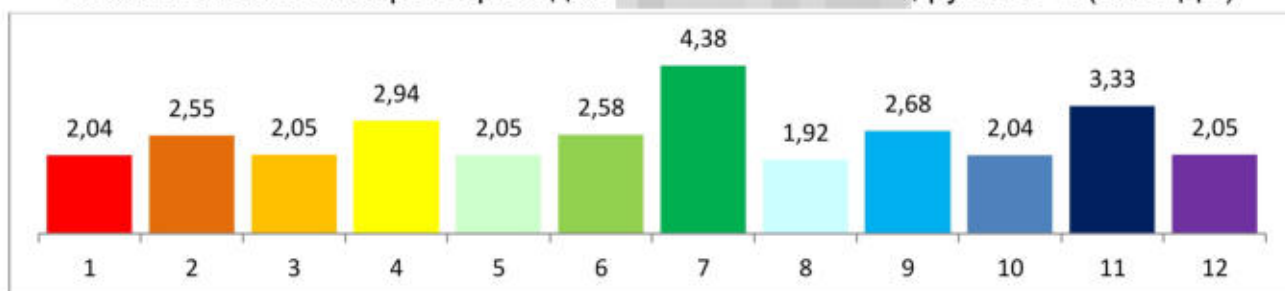


### Себестоимость вырабатываемой электроэнергии для ГПЭС 1 x 2000 кВт

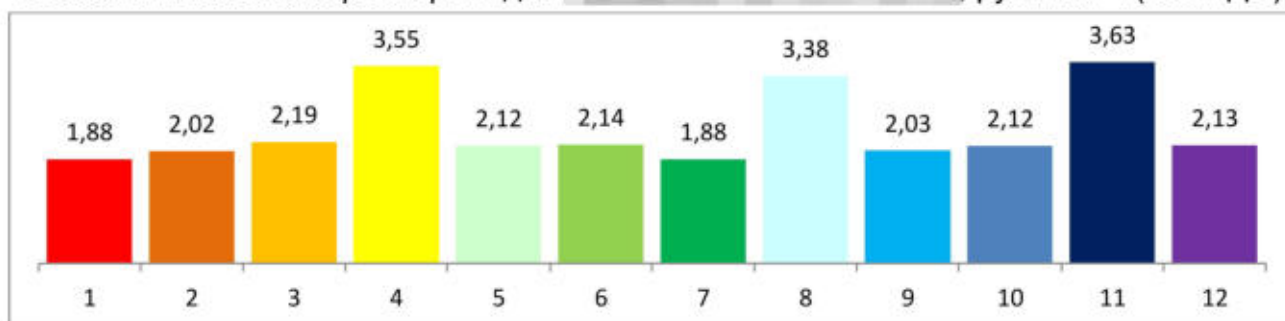
Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



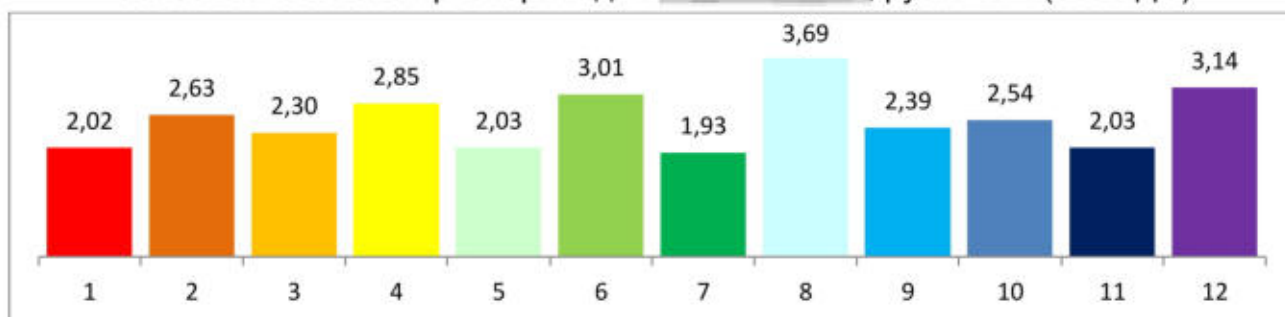
Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)

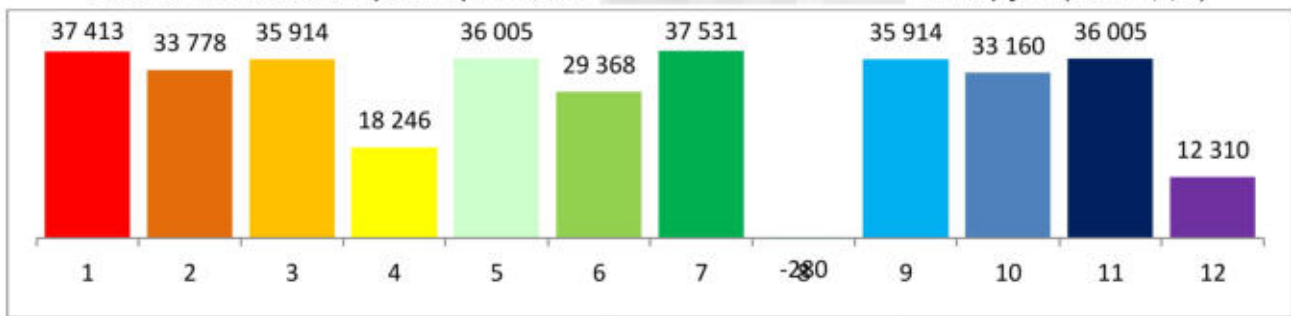


Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)

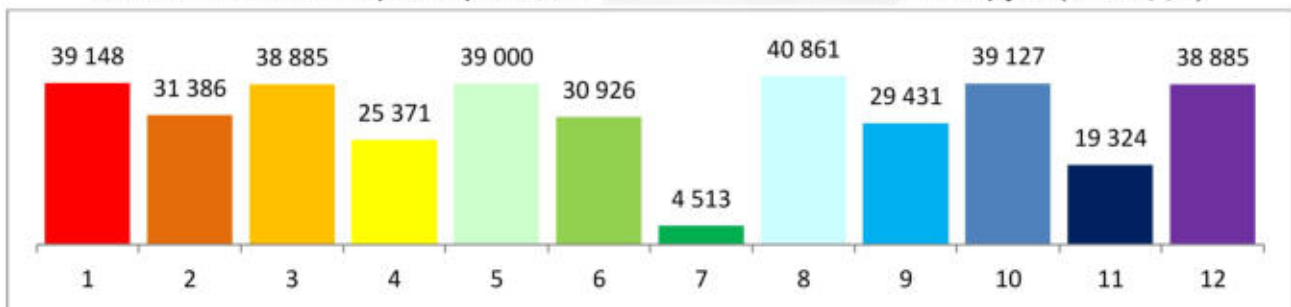


## Ежегодная экономия на электроэнергии для ГПЭС 1 x 2000 кВт

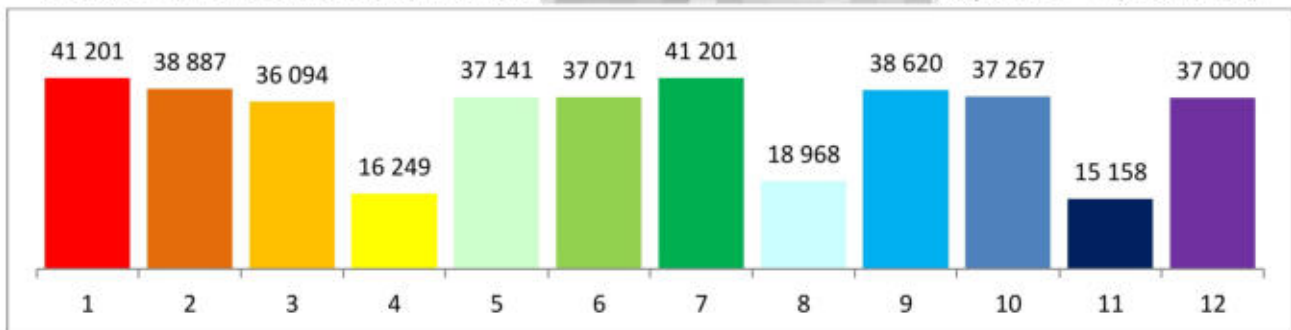
Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



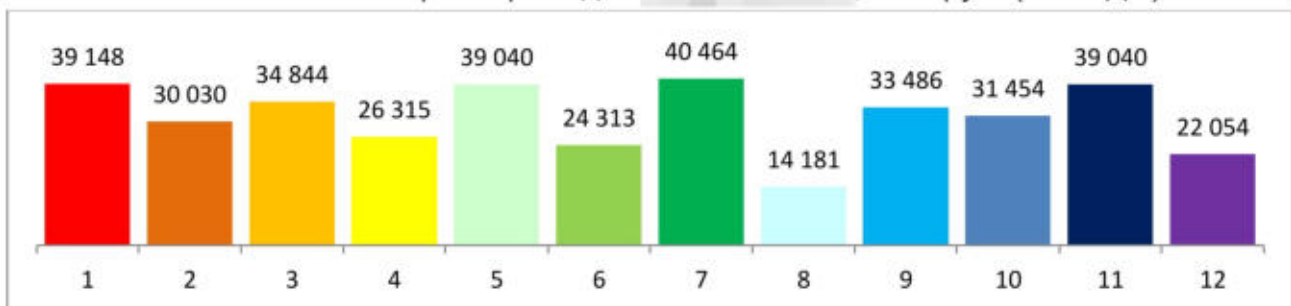
Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



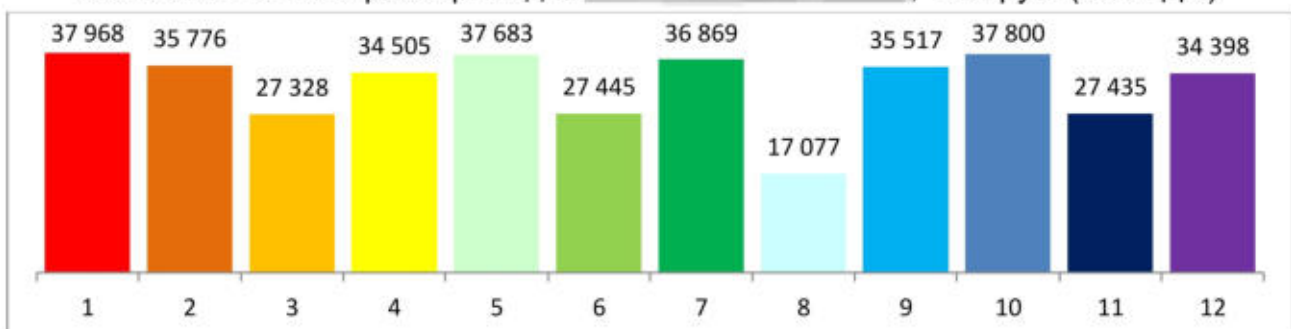
Экономия на электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)

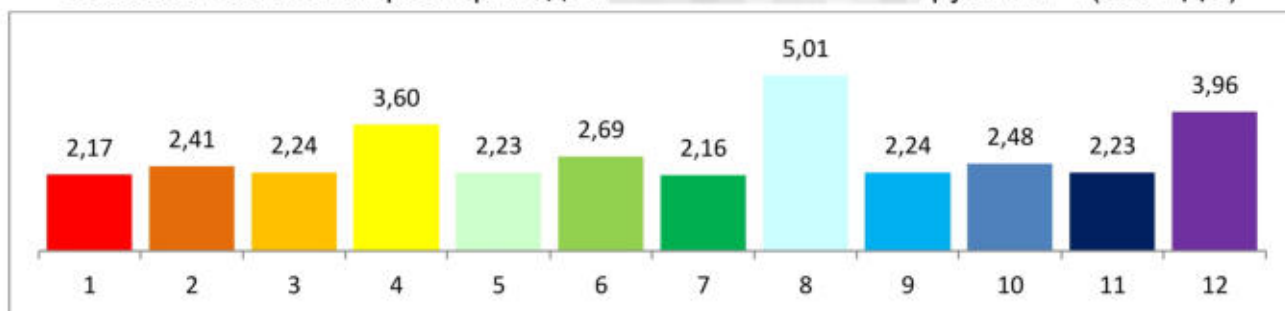


Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)

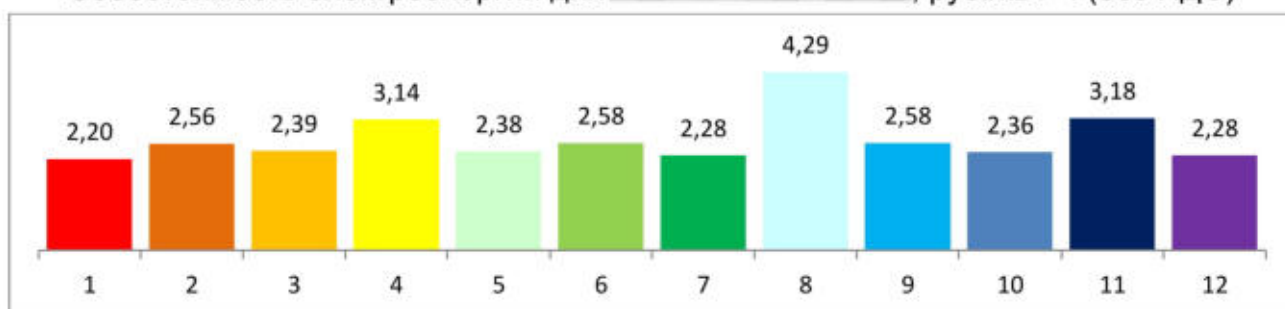


### Себестоимость вырабатываемой электроэнергии для ГПЭС 2 x 1500 кВт

Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



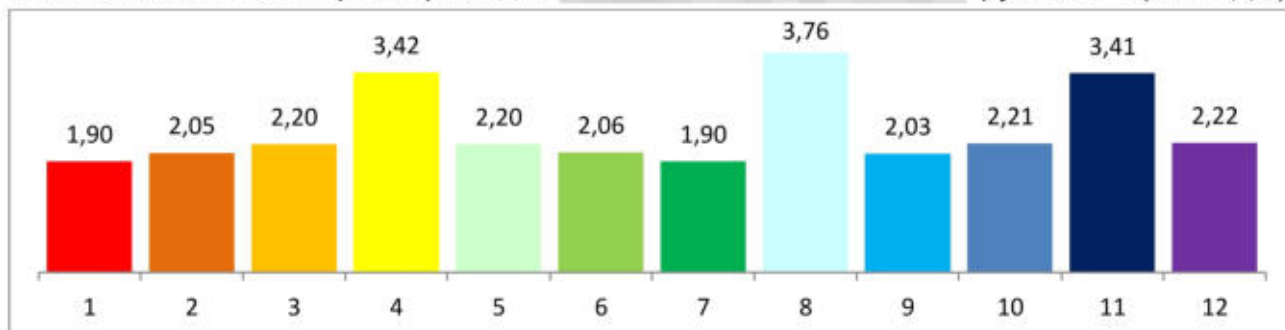
Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



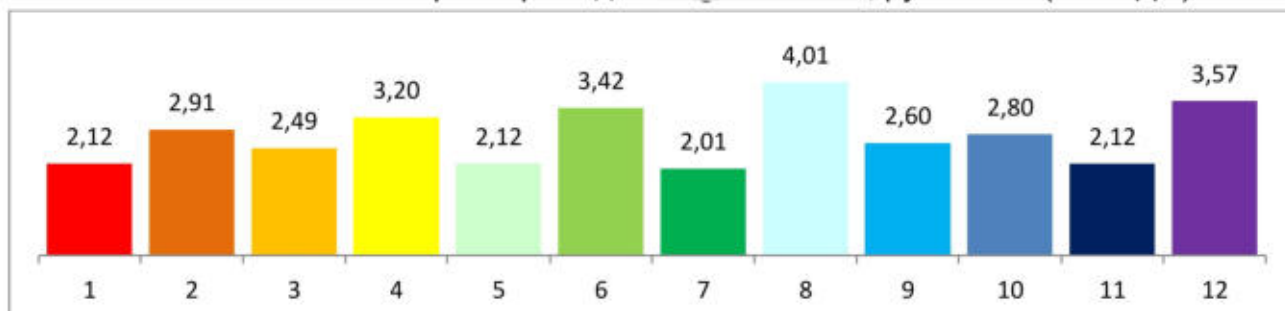
Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)



Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)

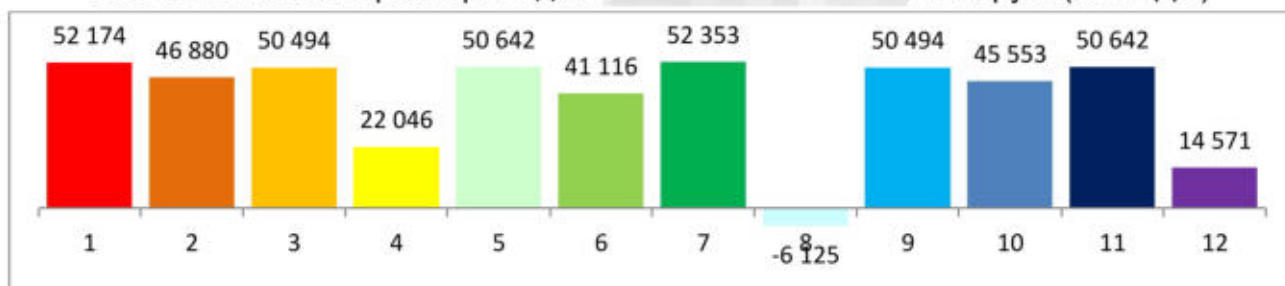


Себестоимость электроэнергии для [redacted], руб./кВт\*ч (без НДС)

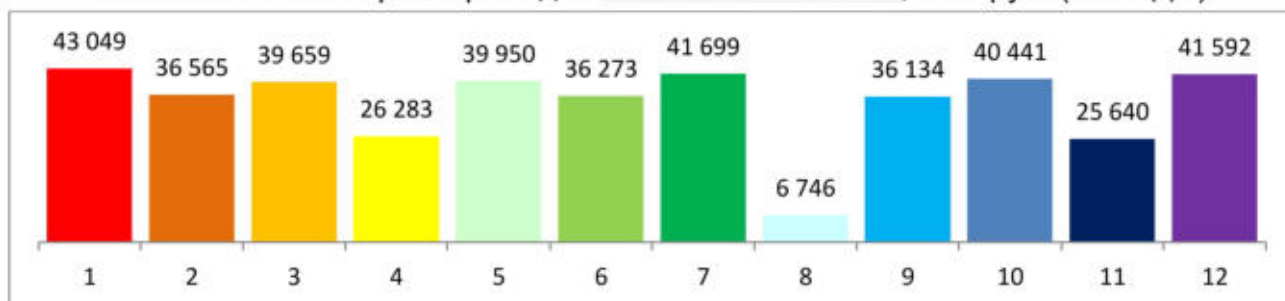


## Ежегодная экономия на электроэнергии для ГПЭС 1 x 2000 кВт

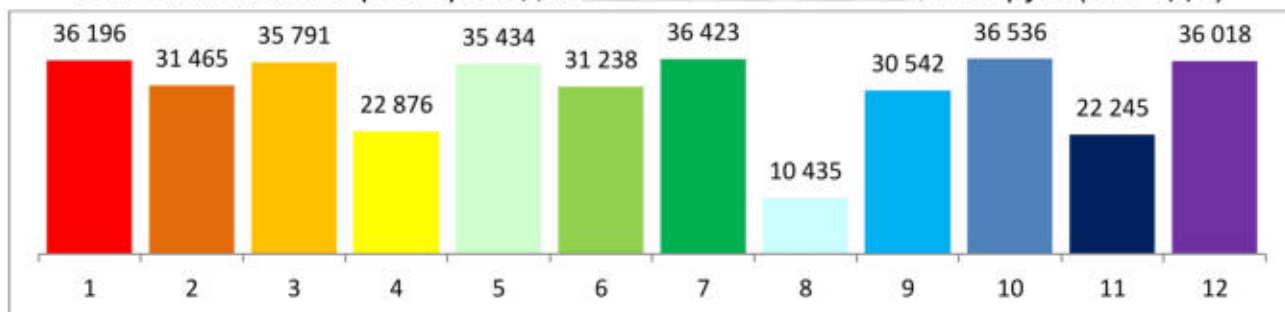
Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



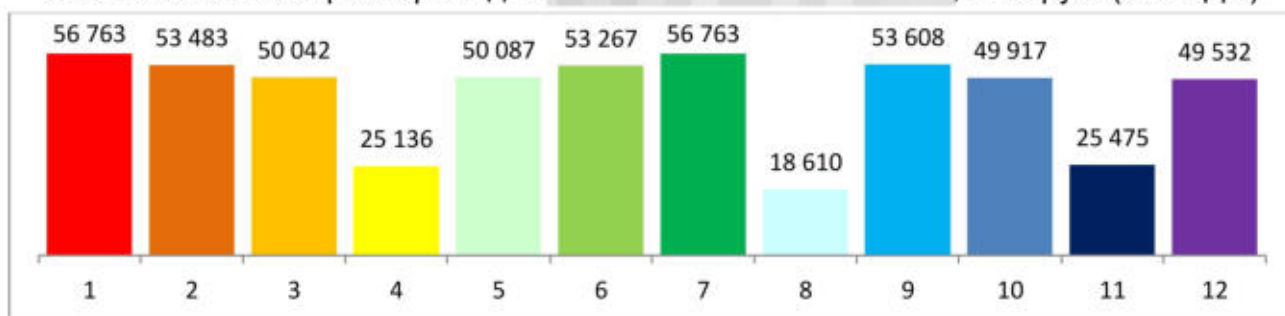
Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



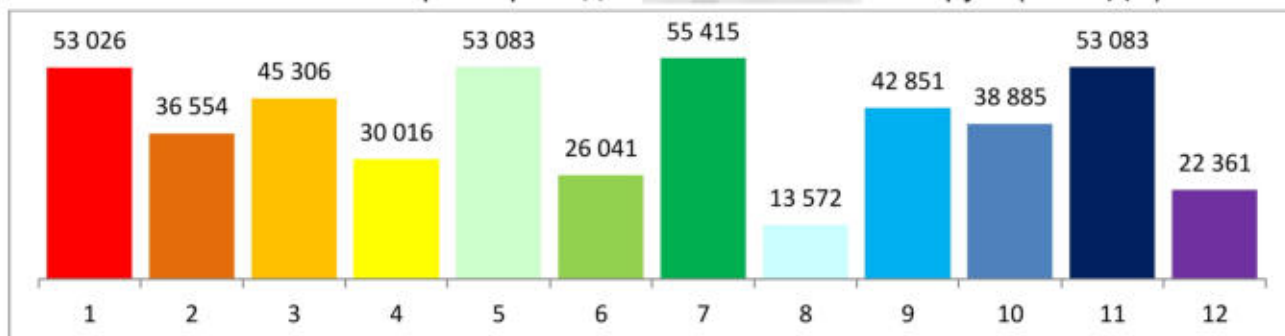
Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



Экономия на электроэнергии для [redacted], тыс. руб. (без НДС)



### Экономика проекта на ГПЭА 1 x Caterpillar CG170-20 (MWM TCG2020V20)

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 456	8 401	8 410	8 224	8 416	8 395	8 464	8 080	8 410	8 441	8 416	8 170
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>14 644</b>	<b>14 549</b>	<b>14 565</b>	<b>14 242</b>	<b>14 575</b>	<b>14 539</b>	<b>14 658</b>	<b>13 993</b>	<b>14 565</b>	<b>14 618</b>	<b>14 575</b>	<b>14 149</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	15 067	14 969	14 985	14 654	14 996	14 958	15 081	14 397	14 985	15 040	14 996	14 557
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	423	420	421	411	421	420	423	404	421	422	421	409
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасты	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объём использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объём сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объём замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 2 x Caterpillar CG170-16 (MWM TCG2020V16)

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 451	8 395	8 405	8 219	8 411	8 389	8 459	8 075	8 405	8 435	8 411	8 165
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>20 650</b>	<b>20 514</b>	<b>20 538</b>	<b>20 084</b>	<b>20 553</b>	<b>20 499</b>	<b>20 670</b>	<b>19 732</b>	<b>20 538</b>	<b>20 611</b>	<b>20 553</b>	<b>19 952</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	21 327	21 185	21 210	20 741	21 226	21 170	21 347	20 378	21 210	21 286	21 226	20 605
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	676	672	672	658	673	671	677	646	672	675	673	653
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запасы	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объём использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объём сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объём замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 1 x Siemens SGE-86EM

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 460	8 412	8 458	8 297	8 461	8 406	8 226	8 465	8 380	8 485	8 129	8 458
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>14 719</b>	<b>14 636</b>	<b>14 716</b>	<b>14 436</b>	<b>14 721</b>	<b>14 625</b>	<b>14 312</b>	<b>14 728</b>	<b>14 580</b>	<b>14 763</b>	<b>14 143</b>	<b>14 716</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	15 142	15 056	15 139	14 851	15 144	15 046	14 724	15 151	14 999	15 187	14 550	15 139
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	423	421	423	415	423	420	411	423	419	424	406	423
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасти	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отопление	тыс.руб.												
Объем использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объем сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объем замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 2 x Siemens SGE-56HM

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 465	8 423	8 448	8 309	8 454	8 417	8 468	8 231	8 393	8 484	8 297	8 457
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>17 249</b>	<b>17 164</b>	<b>17 215</b>	<b>16 932</b>	<b>17 227</b>	<b>17 152</b>	<b>17 256</b>	<b>16 773</b>	<b>17 103</b>	<b>17 288</b>	<b>16 907</b>	<b>17 233</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	17 927	17 838	17 891	17 596	17 903	17 825	17 933	17 431	17 774	17 967	17 571	17 910
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	677	674	676	665	676	673	677	658	671	679	664	677
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасти	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отопление	тыс.руб.												
Объем использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объем сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объем замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС



### Экономика проекта на ГПЭА 2 x Siemens SGE-56SL/40

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 476	8 437	8 470	8 323	8 473	8 431	8 482	8 245	8 404	8 506	8 311	8 476
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>14 543</b>	<b>14 476</b>	<b>14 533</b>	<b>14 281</b>	<b>14 538</b>	<b>14 466</b>	<b>14 553</b>	<b>14 147</b>	<b>14 420</b>	<b>14 595</b>	<b>14 260</b>	<b>14 543</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	15 052	14 982	15 041	14 780	15 046	14 972	15 062	14 641	14 924	15 105	14 759	15 052
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	509	506	508	499	508	506	509	495	504	510	499	509
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасти	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отопление	тыс.руб.												
Объем использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объем сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объем замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 1 x Jenbacher JMS 612 GS-NL

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 444	8 398	8 316	8 210	8 326	8 377	8 444	8 308	8 368	8 350	8 198	8 320
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>14 625</b>	<b>14 545</b>	<b>14 403</b>	<b>14 219</b>	<b>14 420</b>	<b>14 509</b>	<b>14 625</b>	<b>14 389</b>	<b>14 493</b>	<b>14 462</b>	<b>14 199</b>	<b>14 410</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	15 047	14 965	14 819	14 630	14 837	14 927	15 047	14 805	14 911	14 879	14 608	14 826
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	422	420	416	411	416	419	422	415	418	418	410	416
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасти	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объём использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объём сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объём замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 2 x Jenbacher JMS 420 GS-N.L

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 459	8 408	8 342	8 216	8 344	8 402	8 459	8 315	8 390	8 360	8 224	8 330
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>20 318</b>	<b>20 195</b>	<b>20 037</b>	<b>19 734</b>	<b>20 042</b>	<b>20 181</b>	<b>20 318</b>	<b>19 972</b>	<b>20 152</b>	<b>20 080</b>	<b>19 753</b>	<b>20 008</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	20 994	20 868	20 704	20 391	20 709	20 853	20 994	20 637	20 823	20 749	20 411	20 674
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	677	673	667	657	667	672	677	665	671	669	658	666
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасти	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объём использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объём сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объём замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 1 x Engul 2500GA (MWM TCG2020V20)

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГТУ	ч	8 448	8 404	8 402	8 216	8 444	8 346	8 456	8 108	8 394	8 416	8 444	8 170
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>14 643</b>	<b>14 567</b>	<b>14 564</b>	<b>14 241</b>	<b>14 637</b>	<b>14 467</b>	<b>14 657</b>	<b>14 054</b>	<b>14 550</b>	<b>14 588</b>	<b>14 637</b>	<b>14 162</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	15 066	14 987	14 984	14 652	15 059	14 884	15 080	14 460	14 970	15 009	15 059	14 570
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	422	420	420	411	422	417	423	405	420	421	422	409
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запасы	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объем использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объем сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объем замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 2 x Engul 2000GA (MWM TCG2020V20)

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 443	8 399	8 397	8 211	8 439	8 341	8 451	8 103	8 389	8 411	8 439	8 165
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>20 631</b>	<b>20 523</b>	<b>20 518</b>	<b>20 064</b>	<b>20 621</b>	<b>20 382</b>	<b>20 650</b>	<b>19 800</b>	<b>20 499</b>	<b>20 553</b>	<b>20 621</b>	<b>19 952</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	21 306	21 195	21 190	20 721	21 296	21 049	21 327	20 448	21 170	21 226	21 296	20 605
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	675	672	672	657	675	667	676	648	671	673	675	653
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасти	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объём использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объём сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объём замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

### Экономика проекта на ГПЭА 1 x MTU 20V4000L32FN0

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Годовая наработка на каждую ГПУ	ч	8 464	8 428	8 214	8 380	8 460	8 238	8 452	8 128	8 398	8 484	8 220	8 374
<b>Полезный отпуск электроэнергии за год</b>	<b>тыс.кВт*ч</b>	<b>14 218</b>	<b>14 158</b>	<b>13 798</b>	<b>14 077</b>	<b>14 212</b>	<b>13 839</b>	<b>14 198</b>	<b>13 654</b>	<b>14 107</b>	<b>14 252</b>	<b>13 808</b>	<b>14 067</b>
Выработка электроэнергии за год	тыс.кВт*ч	14 642	14 579	14 209	14 496	14 635	14 251	14 621	14 060	14 527	14 676	14 219	14 486
Потребление на собственные нужды	тыс.кВт*ч	423	421	411	419	423	412	423	406	420	424	411	419
<b>Эксплуатационные затраты (без НДС)</b>	<b>тыс.руб.</b>												
а) Техническое обслуживание и ремонты	тыс.руб.												
Стоимость ТОиР одного ГПЭА	EUR												
Стоимость ТОиР всей ГПЭС	EUR												
Резерв на материалы и запчасты	%												
б) Персонал	тыс.руб.												
в) Топливо	тыс.руб.												
Годовое потребление газа	тыс.куб.м												
Тариф на газ со всеми надбавками	руб./1000 куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>													
Себестоимость полезного отпуска электроэнергии	руб./кВт*ч												
Ежегодная экономия на электроэнергии	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии</b>	<b>тыс.руб.</b>												
<b>ТЕПЛО</b>													
Ежегодная экономия на газе на отпление	тыс.руб.												
Объём использования утилизированного тепла	тыс.кВт*ч												
Объём сэкономленного газа за год	тыс.куб.м												
Ежегодная экономия на газе на технологию	тыс.руб.												
Объём замещения газа на технологию	тыс.куб.м												
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ И ТЕПЛО</b>													
Суммарная экономия на электроэнергии и тепле	тыс.руб.												
<b>Накопленная экономия на электроэнергии и тепле</b>	<b>тыс.руб.</b>												

Примечание: все суммы указаны без НДС

## 17. СВОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Для сравнения различных моделей ГПЭА удобно использовать не погодные, а сводные показатели за 12 лет.

### Объём отпущенной электроэнергии

Поскольку в рассматриваемом случае расчётные среднегодовая загрузка и

Вполне ожидаемо, что при использовании двух ГПЭА в составе энергоцентра

рассмотренных ГПЭА MWM и Jenbacher.

Кроме того, в варианте 2 x 1,5 МВт объём отпущенной электроэнергии существенно выше, чем в случае 1 x 2 МВт – примерно на 40%.

### Средняя себестоимость электроэнергии

Для ГПЭС мощностью 1 x 2 МВт средняя себестоимость вырабатываемой электроэнергии для

В то же время самая высокая средняя себестоимость показана для ГПЭА

Для варианта 1 x 2 МВт наиболее реалистичную среднюю себестоимость вырабатываемой электроэнергии показали модели

Для варианта 2 x 1,5 МВт средняя себестоимость вырабатываемой электроэнергии оказалась наименьшей

В тоже время необходимо помнить, что для всех ГПЭА

Что же касается моделей ГПЭА

выше расчётной, поскольку представленный поставщиком график регламентных

В целом для варианта ГПЭС 2 x 1,5 МВт следует ориентироваться на себестоимость вырабатываемой электроэнергии

Необходимо отметить, что в варианте ГПЭС 1 x 2 МВт себестоимость

### **Суммарная экономия на электроэнергии и тепле**

Для варианта 1 x 2 МВт наименьшая накопленная экономия на электроэнергии и тепле получилась

Обращает на себя внимание тот факт, что в варианте 1 x 2 МВт по показателю накопленной экономии все ГПЭС

В варианте ГПЭС в составе двух ГПЭА наименьшая накопленная экономия получилась для ГПЭА

Наибольшую накопленную экономию показала модель

меньше.

В целом для варианта ГПЭС 2 x 1,5 МВт следует ожидать накопленную экономию за 12 лет \_\_\_\_\_ млн. руб. в текущих ценах.

Если сравнить варианты ГПЭС 1 x 2 МВт и 2 x 1,5 МВт, то очевидно, что за счёт большего объёма отпущенной электроэнергии вариант 2 x 1,5 МВт позволяет получить примерно на 25% большую накопленную экономию на электроэнергии и тепле даже с учётом того, что в варианте 2 x 1,5 МВт себестоимость вырабатываемой электроэнергии выше, чем для 1 x 1,5 МВт.

### **Простой срок окупаемости проекта**

Срок окупаемости проекта зависит как от объёма инвестиций (то есть, прежде всего, от стоимости ГПЭА), так и от размера экономии на электроэнергии и тепле.

В варианте ГПЭС 1 x 2 МВт для всех моделей ГПЭА срок окупаемости различается очень незначительно и составляет от 19 до 22 месяцев. Таким образом, можно ожидать, что даже с учётом неких непредвиденных факторов простой срок окупаемости проекта уложится примерно в два года.

Для ГПЭС 2 x 1,5 МВт наименьший срок окупаемости оказывается у ГПЭА \_\_\_\_\_

окупаемости немного увеличится.

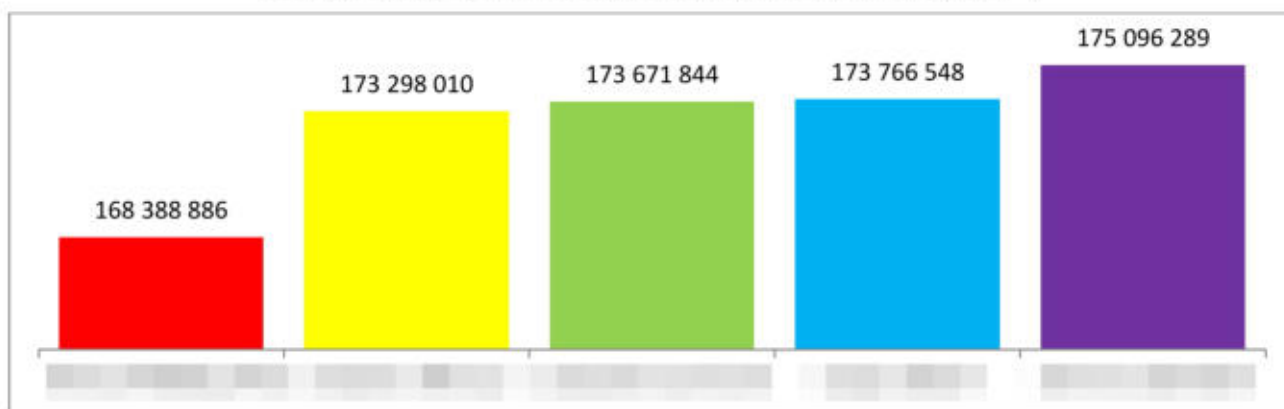


Наибольший срок окупаемости для ГПЭС 2 x 1,5 МВт показала модель

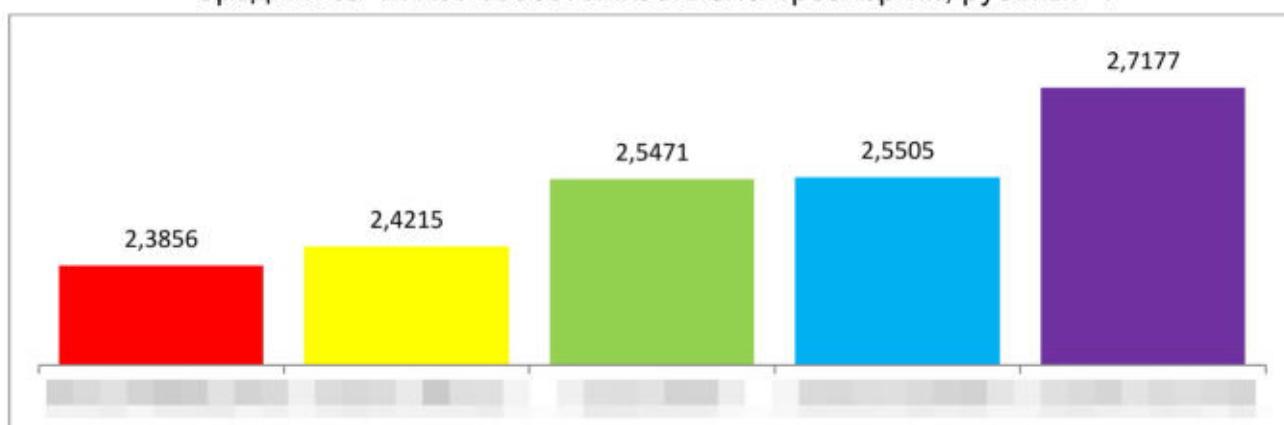
Таким образом, простой срок окупаемости проекта в варианте 2 x 1,5 МВт уверенно укладывается в 2,5 года.

## Основные экономические показатели для проектов на ГПЭС 1 x 2000 кВт

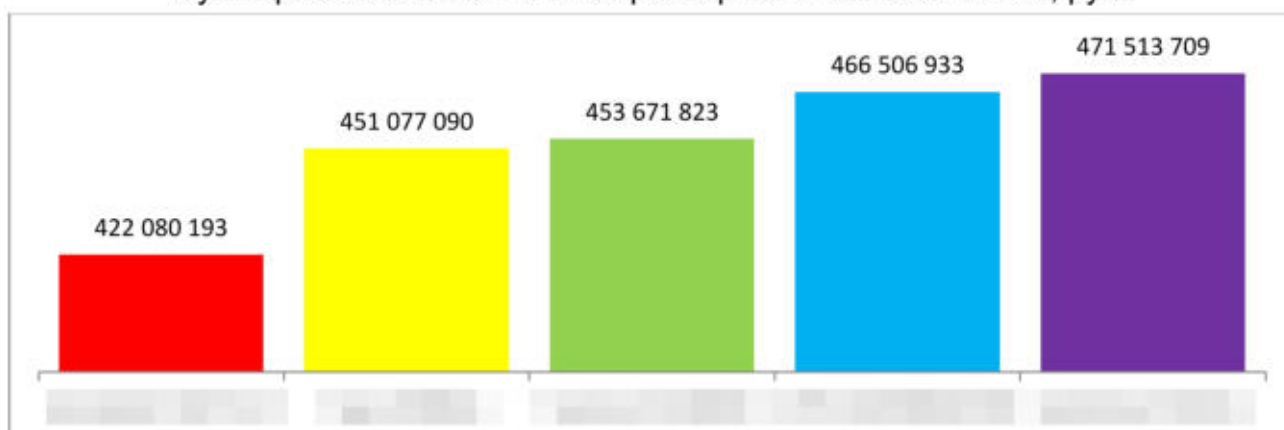
Объём отпущенной электроэнергии за 12 лет, кВт\*ч



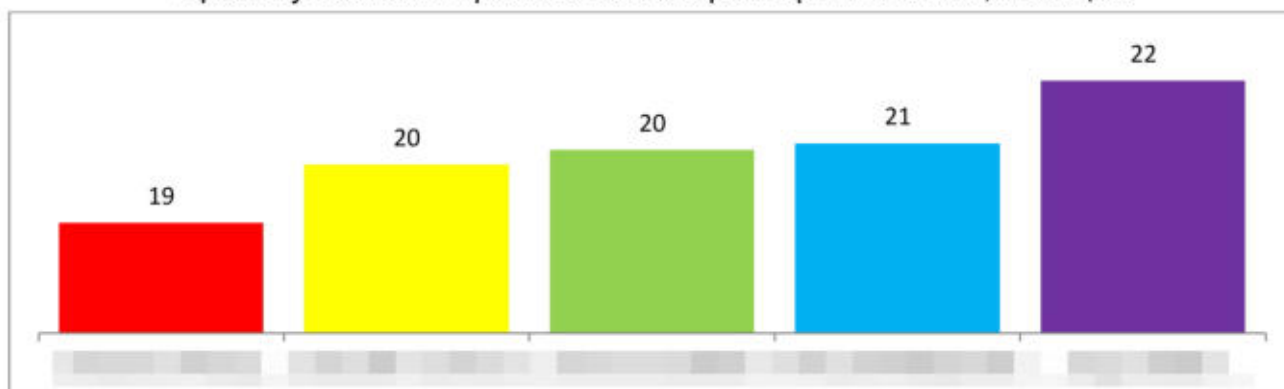
Средняя за 12 лет себестоимость электроэнергии, руб./кВт\*ч



Суммарная экономия на электроэнергии и тепле за 12 лет, руб.

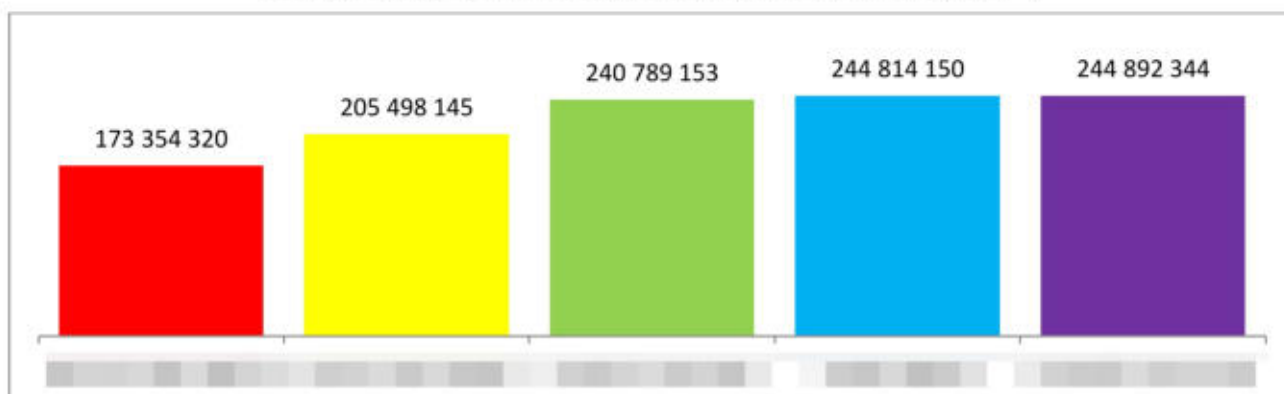


Срок окупаемости проекта на электроэнергии и тепле, месяцев

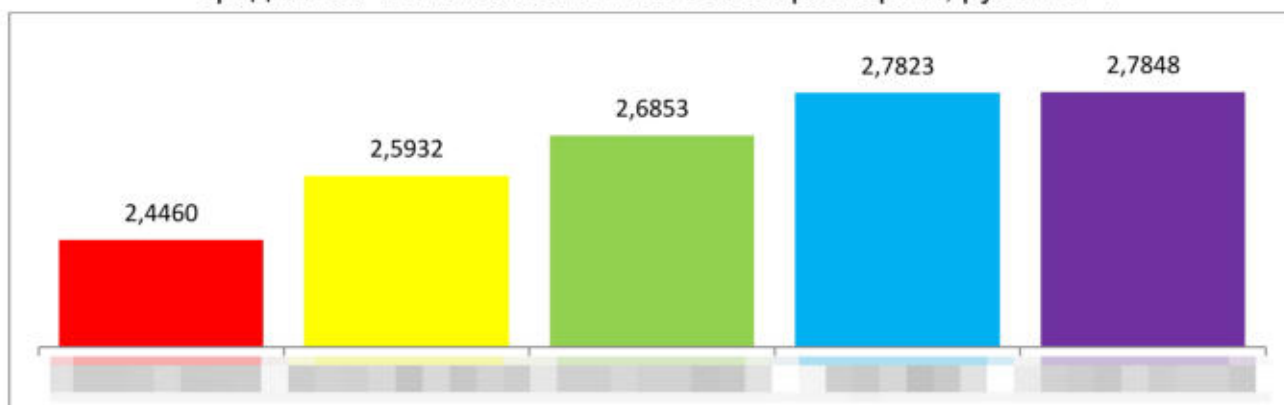


## Основные экономические показатели для проектов на ГПЭС 2 x 1500 кВт

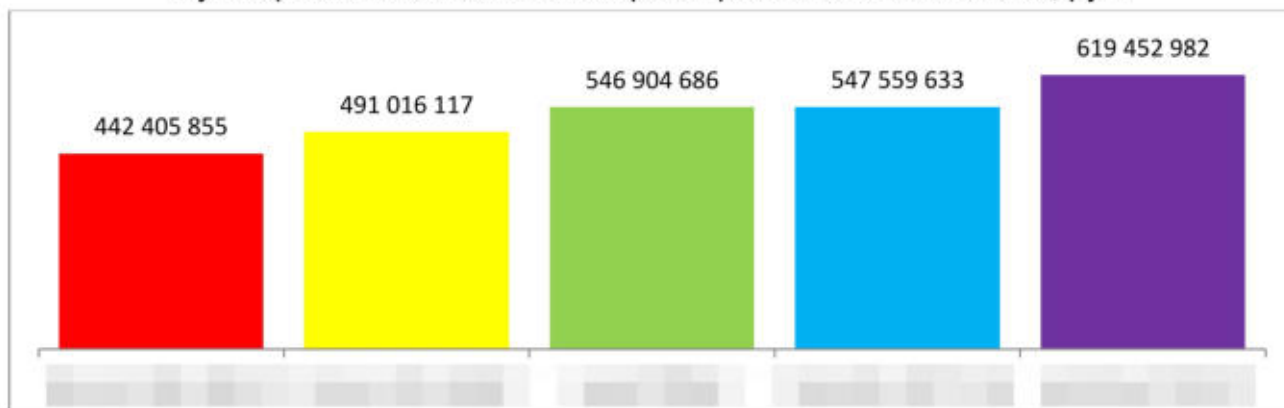
Объем отпущенной электроэнергии за 12 лет, кВт\*ч



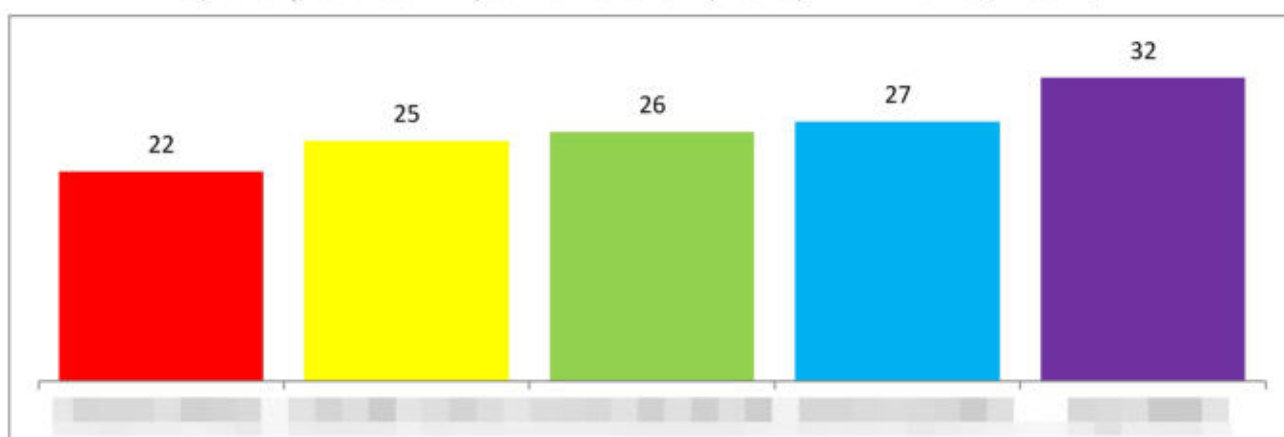
Средняя за 12 лет себестоимость электроэнергии, руб./кВт\*ч



Суммарная экономия на электроэнергии и тепле за 12 лет, руб.



Срок окупаемости проекта на электроэнергии и тепле, месяцев



**Сводные экономические показатели за 12 лет для ГПЭС 1 x 2000 кВт**

Модель ГПЭА	Caterpillar CG170-20	Siemens SGE-86EM	Jenbacher JMS 612	Engul 2500GA	MTU 20V4000L32FN0
<b>МОЩНОСТЬ</b>					
Единичная мощность ГПЭА при $\cos\phi=1$ , кВт	2 000	2 013	2 001	2 000	1 948
Количество ГПЭА, шт.	1	1	1	1	1
Установленная мощность ГПЭС, кВт	2 000	2 013	2 001	2 000	1 948
Полезный отпуск электроэнергии, кВт*ч	173 671 844	175 096 289	173 298 010	173 766 548	168 388 886
<b>ЗАТРАТЫ</b>					
Капитальные затраты, EUR:					
Капитальные затраты, руб.:					
Удельные затраты на ГПЭС, EUR/кВт*ч					
Удельные затраты на ГПЭС, руб./кВт*ч					
Эксплуатационные затраты, руб.					
<b>ЭКОНОМИКА</b>					
Средняя себестоимость электроэнергии, руб./кВт*ч					
Накопленная экономия на электроэнергии, руб.					
Срок окупаемости на электроэнергию, мес.					
Накопленная экономия на электроэнергии и тепле, руб.					
Срок окупаемости на электроэнергию и тепле, мес.					

**Сводные экономические показатели за 12 лет для ГПЭС 2 x 1500 кВт**

Модель ГПЭА	Caterpillar CG170-16	Siemens SGE-56HM	Siemens SGE-56SL/40	Jenbacher JMS 420	Engul 2000GA
<b>МОЩНОСТЬ</b>					
Единичная мощность ГПЭА при $\cos\phi=1$ , кВт	1 560	1 204	1 001	1 492	1 560
Количество ГПЭА, шт.	2	2	2	2	2
Установленная мощность ГПЭС, кВт	3 120	2 408	2 002	2 984	3 120
Полезный отпуск электроэнергии, кВт*ч	244 892 344	205 498 145	173 354 320	240 789 153	244 814 150
<b>ЗАТРАТЫ</b>					
Капитальные затраты, EUR:					
Капитальные затраты, руб.:					
Удельные затраты на ГПЭС, EUR/кВт*ч					
Удельные затраты на ГПЭС, руб./кВт*ч					
Эксплуатационные затраты, руб.					
<b>ЭКОНОМИКА</b>					
Средняя себестоимость электроэнергии, руб./кВт*ч					
Накопленная экономия на электроэнергии, руб.					
Срок окупаемости на электроэнергии, мес.					
Накопленная экономия на электроэнергии и тепле, руб.					
Срок окупаемости на электроэнергии и тепле, мес.					

## 18. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

### Ожидаемые показатели проекта по вариантам 1 x 2 МВт и 2 x 1,5 МВт

Показатель	1 x 2 МВт	2 x 1,5 МВт	Разница в %
Установленная мощность	2 МВт	3 МВт	50 %
Затраты на строительство ГПЭС			53 %
Полезный отпуск электроэнергии			40 %
Среднегодовая загрузка ГПЭА			7 %
Средняя себестоимость электроэнергии			6 %
Накопленная экономия			26 %
Простой срок окупаемости			25%

### ВЫВОДЫ:

1. В варианте 2 x 1,5 МВт капитальные затраты на строительство ГПЭС будут примерно в 1,5 раза больше, чем в случае 1 x 2 МВт, что прямо пропорционально разнице в установленной мощности.
2. Полезный отпуск электроэнергии в варианте 2 x 1,5 МВт на 40% больше, чем в случае 1,2 МВт, однако накопленная экономия на электроэнергии и тепле больше всего на 26%. Это связано с тем, что:
  - средняя себестоимость электроэнергии для варианта 2 x 1 МВт на 6% ниже, чем в случае 2 x 1,5 МВт;
  - использование утилизированного тепла в обоих вариантах одинаково, поскольку ограничено реальными потребностями на цели технологии и отопления. Поэтому в варианте 1 x 2 МВт доля полезного использования тепла выше, чем в случае 2 x 1,5 МВт.
3. Средняя себестоимость электроэнергии в варианте 1 x 2 МВт ниже на 6%, чем в случае 2 x 1,5 МВт, поскольку:
  - среднегодовая загрузка ГПЭА в случае 2 x 1,5 МВт примерно на 7% ниже, чем в варианте 1 x 2 МВт;
  - при относительно небольшой разнице в единичной мощности (30%) эксплуатация двух ГПЭА несколько дороже, чем одного.
4. Разница в простом сроке окупаемости двух вариантов (полгода) совершенно не существенна.
5. Оптимальными марками ГПЭА для реализации проекта являются [REDACTED], поскольку для них [REDACTED].
6. По экономическим показателям [REDACTED] несколько более предпочтительны, однако [REDACTED] имеют больший потенциал по оптимизации затрат на сервис. Принципиальной разницы между ГПЭА этих марок нет.

## РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Не смотря на то, что в варианте 2х 1,5 МВт капитальные затраты на строительство ГПЭС существенно выше, чем в варианте 1 х 2 МВт, именно вариант 2 х 1,5 МВ представляется наиболее предпочтительным для реализации, поскольку обеспечивает на 25% большую накопленную экономию на электроэнергии и тепле. При этом разница в сроке окупаемости двух вариантов (около полугода) совершенно незначительна.
2. С технической точки зрения, вариант 2 х 1,5 МВ так же представляется более предпочтительным, поскольку две единицы оборудования обеспечивают большую надёжность работы, чем одна.
3. Для подтверждения возможности размещения в существующем здании Заказчика ГПЭС в варианте 2 х 1,5 МВт необходим выезд специалиста-проектировщика непосредственно на объект.
4. Выбор между [REDACTED] в рассматриваемом случае необходимо делать исключительно на основе сравнения коммерческих условий (цена, гарантия, порядок платежей и т.п.), согласованных с поставщиками по результатам торга, так как по своим техническим и эксплуатационным параметрам рассмотренные модели показали не принципиальное различие.
5. Гораздо более важным для успешной реализации проекта будет выбор [REDACTED] особенно в части согласования параллельной работы с внешней сетью.
6. В случае использования в проекте ГПЭА [REDACTED]