



Бизнес-платформа Урала

**Собственная генерация на
предприятии:**

ставка на энергоэффективность, бесперебойность и
снижение затрат

Особенности проектирования объектов распределенной генерации

(Памятка для заказчика)

Алексей Синельников
Филиал ОАО «НТЦ ЕЭС» «ТАУ»

Екатеринбург, 2015 г.





Эффективность распределенной генерации не очевидна, но возможна

2

ЭТАП 0

Основные
технические и
инвестиционные
решения

ЧТО ИМЕННО
СТРОИТЬ И
НАСКОЛЬКО ЭТО
ЭФФЕКТИВНО

Технические
условия

Техническое
задание

ЭТАП 1

Проектная и рабочая
документация
на строительство
объекта генерации

КАК
СТРОИТЬ



Что такое основные технические и инвестиционные решения?

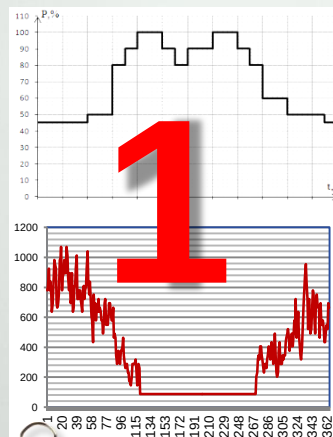
3

ЭТАП 0

Основные
технические и
инвестиционные
решения

ЧТО ИМЕННО
СТРОИТЬ И
НАСКОЛЬКО ЭТО
ЭФФЕКТИВНО

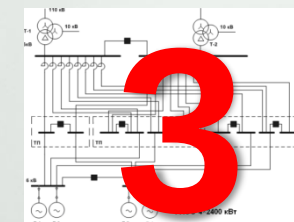
Прогноз нагрузок



Выбор состава оборудования

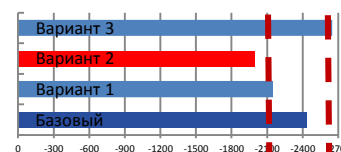


Разработка схемы выдачи мощности



Оценка экономической эффективности

Наименование показателя	2018 г.	2019 г.	Итого
ДОХОДЫ (CASH IN)	0	0	0
Продажа э/э	0	0	0
ЗАТРАТЫ (CASH OUT)	0	480	480
Капитальные затраты (CapEx)	0	300	0
Операционные	0	180	180
Тех. обслуживание и энергоснабжение	0	200	200
Эксплуатационные затраты (OpEx)	0	180	400
Газ	0	20	20
Ремонт оборудования	0	160	160
Земельная	0	100	100
ЧИСТЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК (NCF)	0	-480	-480
Сумма дисконтированных	0	-1 740	-1 740
ДИСКОНТИРОВАННЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК (DCF)	-1 545	-395	-54





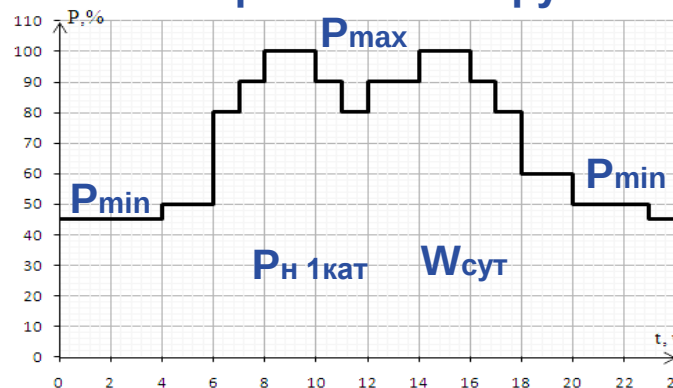
1 Прогноз нагрузок

4

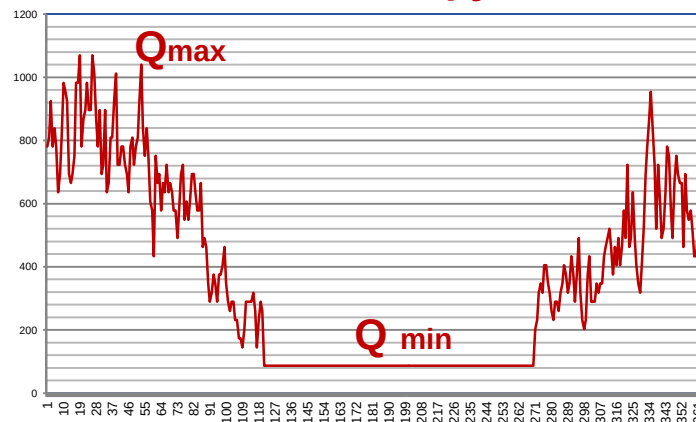
- Максимальная электрическая нагрузка ($P_{н\ max}$)
- Минимальная электрическая нагрузка ($P_{н\ min}$)
- Особо ответственная нагрузка ($P_{н\ 1\ кат.}$)
- Почасовой объем потребления электрической энергии ($W\ потр.\ сут.$)
- Максимальная тепловая нагрузка ($Q_{н\ max}$)
- Минимальная тепловая нагрузка ($Q_{н\ min}$)

■ ■ ■

Среднечасовой график электрической нагрузки



Среднесуточный график тепловой нагрузки





2 Выбор состава оборудования

5

- **Выбрать технологию производства электрической энергии, тепловой энергии, холодоснабжения**
- **Разработать концепцию энергоцентра (объекта распределенной генерации)**
- **Определить состав оборудования (единичную мощность и количество агрегатов)**
- **Выбрать производителя оборудования и модель**

Электрогенерация (когенерация)



ГПУ



ГТУ



МТУ

Пиковая тепловая генерация



Газ.котел



Эл.котел

Холодоснабжение



АБХМ



Чиллер



2 Выбор состава оборудования

6

- **Выбрать технологию производства электрической энергии, тепловой энергии, холодоснабжения**
- **Разработать концепцию энергоцентра (объекта распределенной генерации)**
- **Определить состав оборудования (единичную мощность и количество агрегатов)**
- **Выбрать производителя оборудования и модель**

График электрической нагрузки

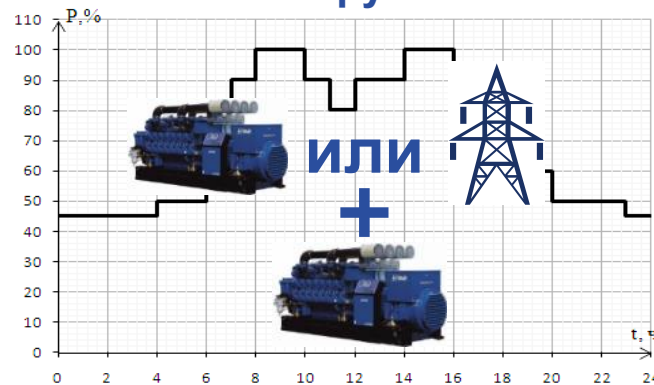
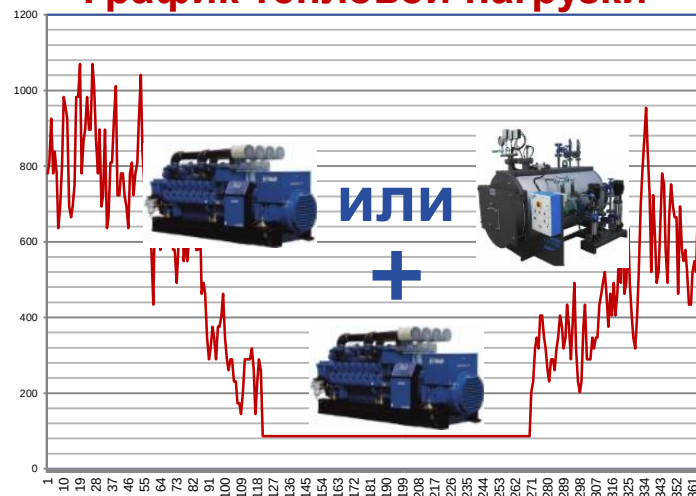


График тепловой нагрузки





2 Выбор состава оборудования

7

- **Выбрать технологию производства электрической энергии, тепловой энергии, холодоснабжения**
- **Разработать концепцию энергоцентра (объекта распределенной генерации)**
- **Определить состав оборудования (единичную мощность и количество агрегатов)**
- **Выбрать производителя оборудования и модель**

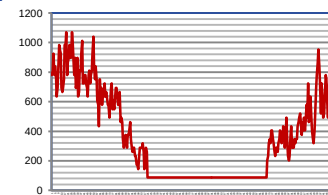
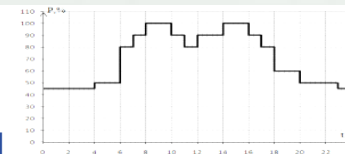


режим

✓ **НОРМАЛЬНЫЙ**

✓ **РЕМОНТНЫЙ**

✓ **АВАРИЙНЫЙ**





2 Выбор состава оборудования

8

- **Выбрать технологию производства электрической энергии, тепловой энергии, холодоснабжения**
- **Разработать концепцию энергоцентра (объекта распределенной генерации)**
- **Определить состав оборудования (единичную мощность и количество агрегатов)**
- **Выбрать производителя оборудования и модель**

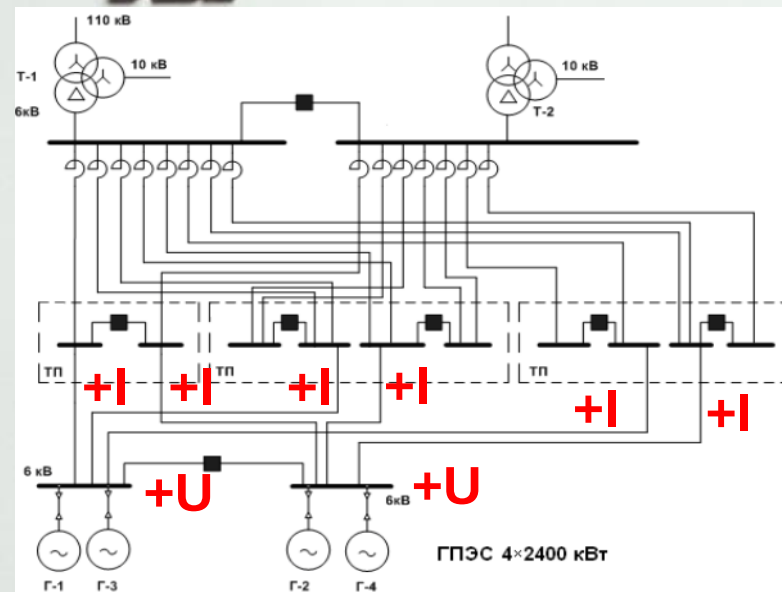
32,8	50,4	MGM 40	13,3	Природный газ
47,3	75	M3C 53	17,7	Природный газ
48,7	74,6	MGM 50	17,7	Природный газ
49,7	71,6	MGM 60	19,3	Природный газ
64	92	MGM 65	21,8	Природный газ
65,6	103	M3C 73	24,3	Природный газ
67	102	MGM 70	24,3	Природный газ
80	123	MGM 80	28,1	Природный газ
91	122	MGM 90	30,8	Природный газ
99	131	MGM 100	33,2	Природный газ
104	137	MGM 105	34,6	Природный газ



3 Схема выдачи мощности

9

- Расчет и анализ установившихся электрических режимов
- Расчет и анализ токов короткого замыкания
- Расчет и анализ динамической устойчивости
- Основные технические решения по выдаче мощности
- Оценка затрат на реализацию схемы выдачи мощности
- Согласование СВМ с инфраструктурными организациями



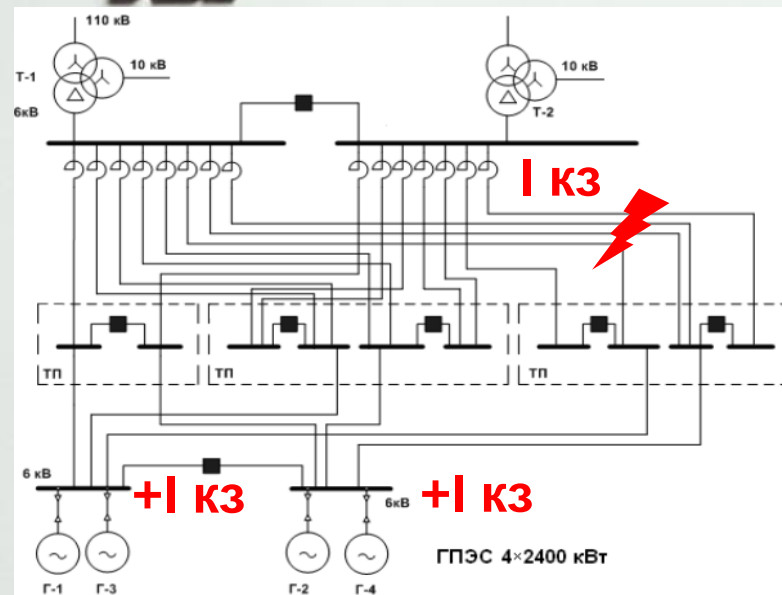
- Выбор точки присоединения
- Потоки и балансы активной и реактивной мощности
- Токовая загрузка элементов сети после ввода генерации
- Отклонения напряжений
- Узкие места
- ...



3 Схема выдачи мощности

10

- Расчет и анализ установившихся электрических режимов
- Расчет и анализ токов короткого замыкания
- Расчет и анализ динамической устойчивости
- Основные технические решения по выдаче мощности
- Оценка затрат на реализацию схемы выдачи мощности
- Согласование СВМ с инфраструктурными организациями



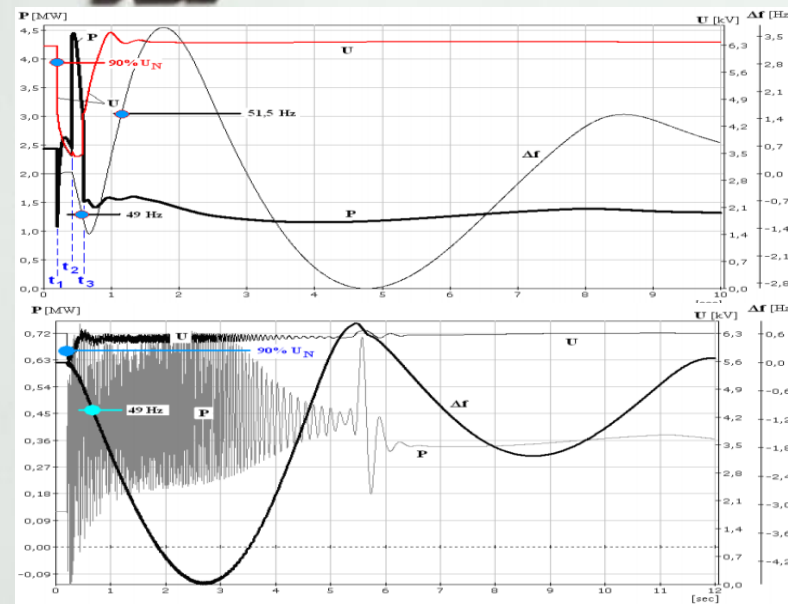
- Анализ возможности отключения токов КЗ
- Мероприятия по ограничению токов КЗ
- Перечень коммутационных аппаратов, требующих замены
- Настройки релейной защиты
- ...



3 Схема выдачи мощности

11

- Расчет и анализ установившихся электрических режимов
- Расчет и анализ токов короткого замыкания
- Расчет и анализ динамической устойчивости
- Основные технические решения по выдаче мощности
- Оценка затрат на реализацию схемы выдачи мощности
- Согласование СВМ с инфраструктурными организациями



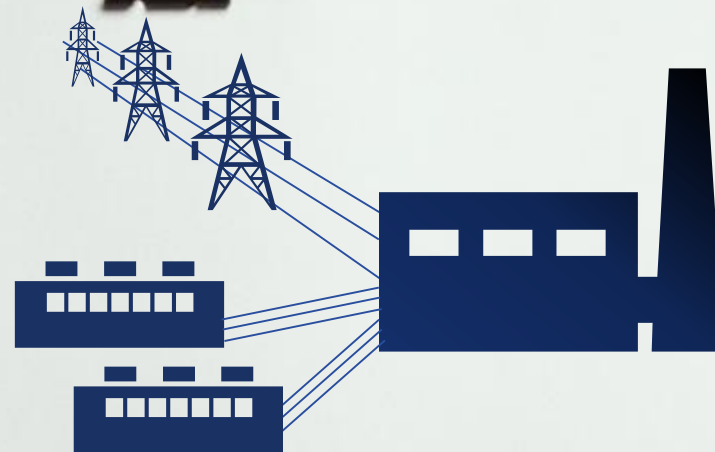
- Условия отключения (повреждения) генераторов из-за нарушений во внешней сети
- Сохранение работоспособности генераторов
- Организация перехода из параллельного режима в островной и наоборот



3 Схема выдачи мощности

12

- Расчет и анализ установившихся электрических режимов
- Расчет и анализ токов короткого замыкания
- Расчет и анализ динамической устойчивости
- **Основные технические решения по выдаче мощности**
- Оценка затрат на реализацию схемы выдачи мощности
- Согласование СВМ с инфраструктурными организациями



- Требования к настройке защит и систем регулирования генерирующего оборудования
- Решения по составу и настройке устройств релейной защиты и автоматики
- Решения по реконструкции своих и прилегающих сетей
- Решения по составу оборудования связи, телемеханики, учета



-
- The diagram illustrates a power distribution system with several components and callouts:
- Top Left:** A transformer labeled T-1 with a 110 кВ input and a 6кВ output. A red callout **+CapEx** points to the 6кВ busbar.
 - Top Right:** A transformer labeled T-2 with a 10 кВ input and a 6кВ output. A red callout **+CapEx** points to the 6кВ busbar.
 - Center:** A complex network of busbars and circuit breakers. A red callout **+CapEx** points to a busbar on the left, and another **+CapEx** points to a busbar on the right.
 - Bottom:** Four circuit breakers labeled Г-1, Г-3, Г-2, and Г-4. A red callout **+CapEx** points to the busbar between Г-3 and Г-2. Below these is a red callout **CapEx** pointing to the bottom section of the diagram.
 - Bottom Right:** A label **ГПЭС 4×2400 кВт** indicating the power source.

Дополнительные затраты к энергоцентру на реализацию схемы выдачи мощности



3 Схема выдачи мощности

14

- Расчет и анализ установившихся электрических режимов
- Расчет и анализ токов короткого замыкания
- Расчет и анализ динамической устойчивости
- Основные технические решения по выдаче мощности
- Оценка затрат на реализацию схемы выдачи мощности
- **Согласование СВМ с инфраструктурными организациями**



Филиал открытого акционерного общества «Научно-технический центр Единой энергетической системы»
«Технологии автоматического управления»
(Московский филиал)
109074 Россия, г. Москва,
Китайгородский проезд, д. 7, стр. 3
+7 (499) 788 18 49, ntc@ntcees.ru

**СОГЛАСОВАНО
РДУ**

**СХЕМА ВЫДАЧИ МОЩНОСТИ
ОБЪЕКТА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ГЕНЕРАЦИИ**

**СОГЛАСОВАНО
МРСК**

СОГЛАСОВАНО
...

Екатеринбург 2015



4 Оценка экономической эффективности

15

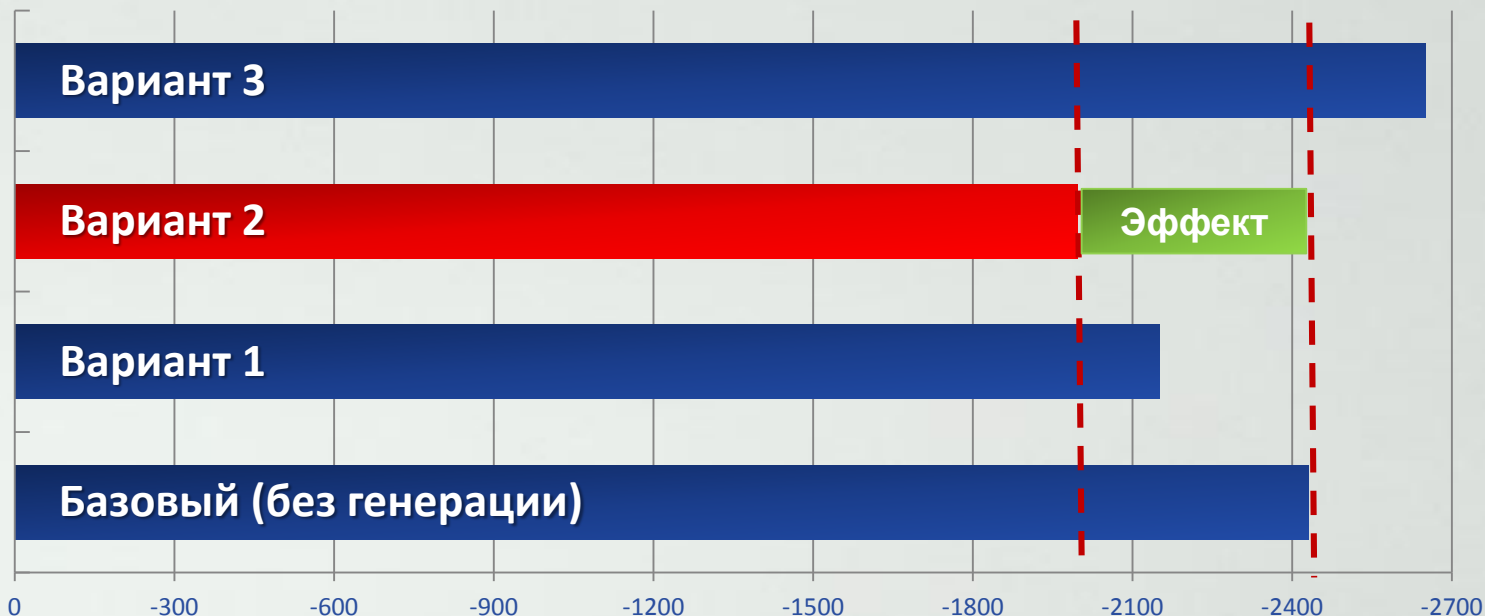
Наименование показателя	2017 г.	2018 г.	...	2037 г.	Итого
ДОХОДЫ (CASH IN)	0	0	...	0	0
Продажа э/э	0	0	...	0	0
ЗАТРАТЫ (CASH OUT)	1 700	480	...	400	2 580
Капитальные затраты (CapEx)	1 700	300	...	0	2 000
Оборудование	1 500	300	...		1 800
Тех.присоединение к энергосетям	200	0	...		200
Эксплуатационные затраты (OpEx)	0	180	...	400	580
Газ	0	70	...	160	230
Ремонт оборудования	0	60	...	130	190
Зарплата	0	50	...	110	160
ЧИСТЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК (NCF)	-1 700	-480	...	-400	-2 580
Ставка дисконтирования	1,10	1,21	...	7,40	
ДИСКОНТИРОВАННЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК (DCF)	-1 545	-397	...	-54	-1 996



4 Оценка экономической эффективности

16

Сравнение вариантов по DCF



Экономический эффект, млн.руб. (NPV)	434
Внутренняя ставка доходности (IRR)	38%
Дисконтированный период окупаемости (DPB)	7 лет



Эффективность распределенной генерации очевидна

17

ЭТАП 0

Основные
технические и
инвестиционные
решения

ЧТО ИМЕННО
СТРОИТЬ И
НАСКОЛЬКО ЭТО
ЭФФЕКТИВНО

Технические
условия

Техническое
задание

ЭТАП 1

Проектная и рабочая
документация
на строительство
объекта генерации

КАК
СТРОИТЬ



Благодарю за внимание

Синельников Алексей Михайлович

Начальник отдела развития технологий
розничных рынков электрической энергии
Филиал ОАО «НТЦ ЕЭС» «Технологии автоматического управления»
101000 Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, д. 7, стр. 3
+7 (499) 788-17-49
sinelnikov-am@so-ups.ru

