



**Опыт реализации унифицированных технических решений СНЭЭ для объектов малой энергетики (Microgrid), автономных систем с ВИЭ, а также объектов с резкопеременным характером потребления мощности**



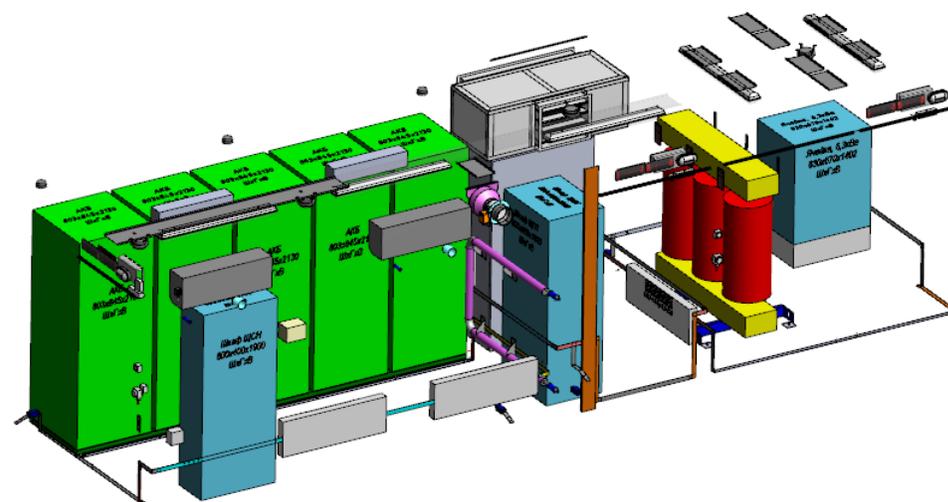
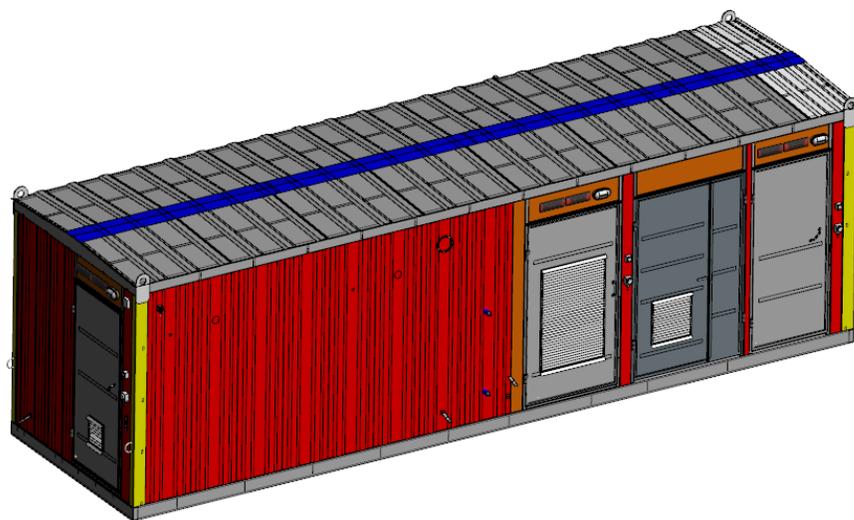


2019 – н.в.



#### Совместное партнёрство:

- разработка ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА (ПАК)
- тестирование образцов на стенде в НОЦ «ВИЭ»
- реализация СИЛОВОЙ АППАРАТНОЙ части в полном цикле разработки и сборки
- реализация ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ модулей ПО и адаптивных функций





**СИСТЕМЫ СНЭ:** 10 объектов применения системы СНЭ с единичной емкостью **до 1,5 МВт·ч:**  
Магаданская обл., Забайкальский край, изолированные энергообъекты Якутии, Республика Алтай

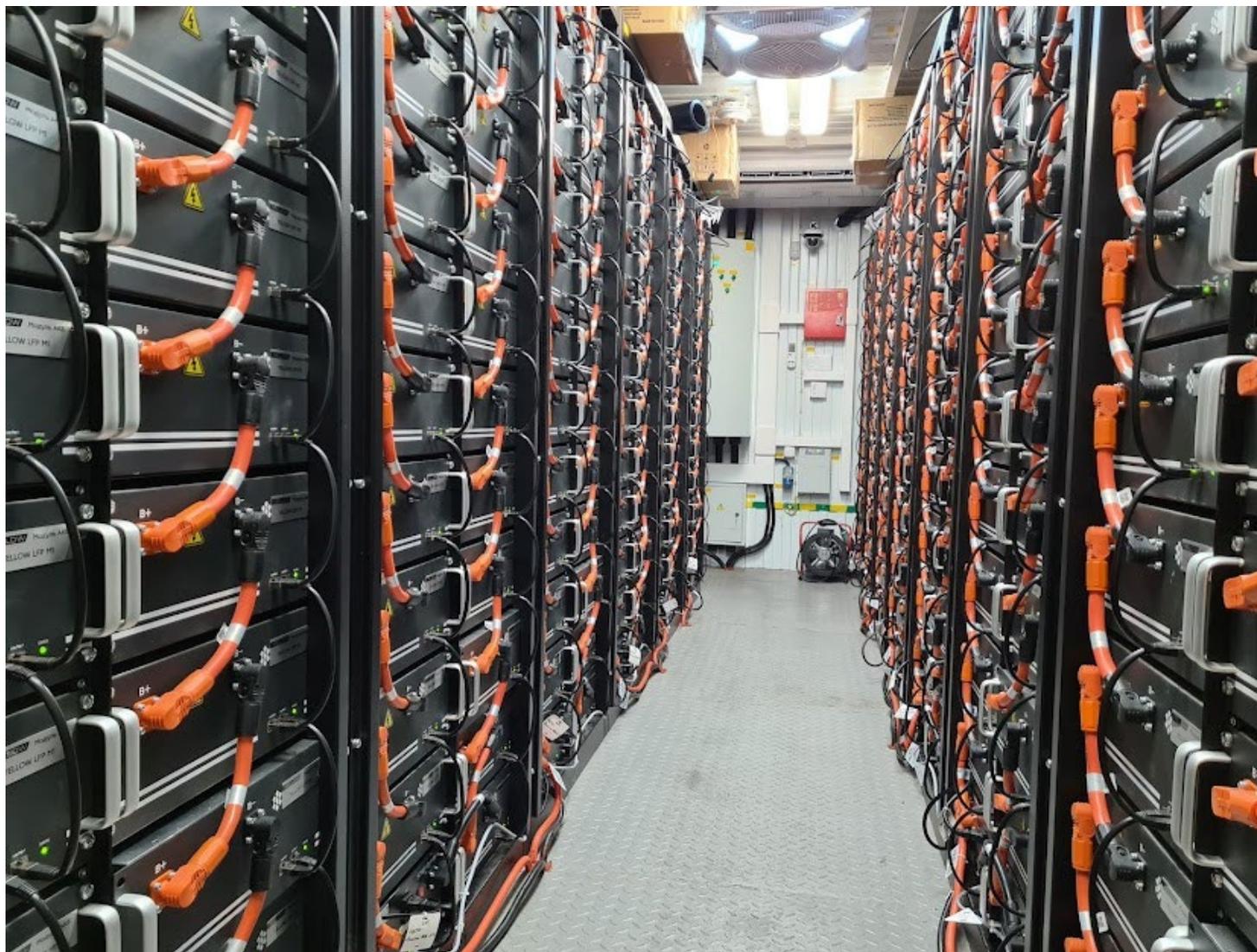




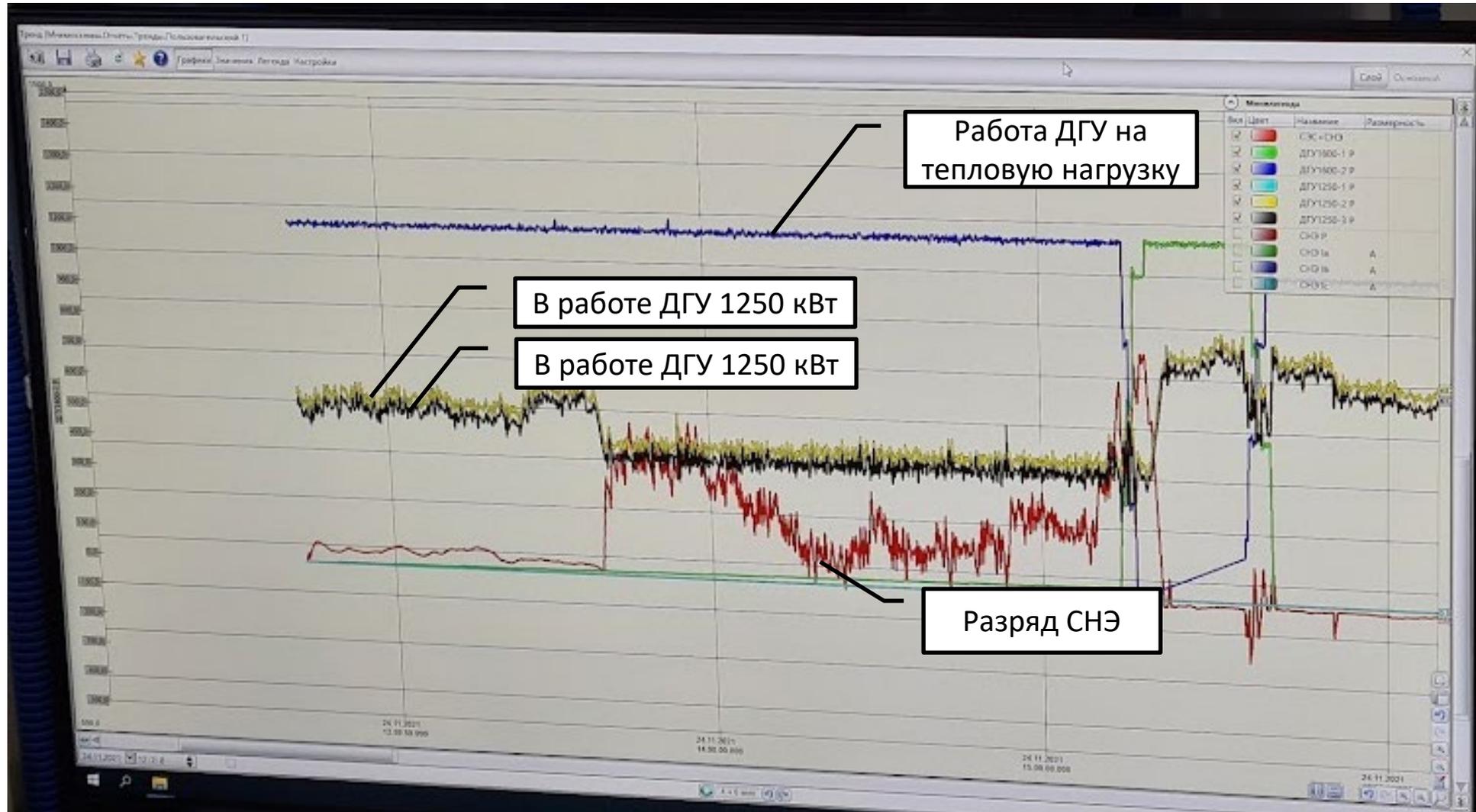
- установленная мощность СЭС – 2,5 МВт
- установленная мощность ДЭС – 4,6 МВт
- установленная мощность СНЭ: 1,0 МВт
- энергоёмкость СНЭ: 1,5 МВт·ч
  
- блочно-модульное исполнение: два 6-метровых контейнера
  
- СНЭ оснащена ЛСУ СНЭ
  
- СНЭ собственной сборки
  
- полностью российское ПО ЛСУ СНЭ











# АВТОНОМНАЯ СДЭС УДАЛЁННОГО ПОСЁЛКА. ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ



- установленная мощность СЭС – 300 кВт
- установленная мощность ДЭС – 320 кВт
- установленная мощность СНЭ: 100 кВт
- энергоёмкость СНЭ: 300 кВт·ч
  
- СНЭ оснащена ЛСУ СНЭ
- СНЭ собственной сборки
- полностью российское ПО ЛСУ СНЭ



# АВТОНОМНАЯ СДЭС УДАЛЁННОГО ПОСЁЛКА. ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ



# АВТОНОМНАЯ СДЭС УДАЛЁННОГО ПОСЁЛКА. ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ



**IPMON Рабочий стол** | Статистика | История | Все переменные | 12:52:03 | Вход выполнен: engineer | Выйти | Администрирование

**Статус**

Общее состояние	Ожидание
Режим работы	Ведомый
Активная мощность	0.0
Полная мощность	0.0
Уставка активной мощности	0
Доступная емкость АКБ	
Емкость разряда	265
Емкость заряда	1335
Ограничения	
Ограничение мощности заряда	0
Ограничение мощности разряда	0
Допустимое отклонение	0
Скорость понижения	0
Скорость повышения	0
Связь с АСУТП СЭС	
Heartbeat out	0
Heartbeat in	0

**Сообщения**

- Несоответствие режима
- Уставка вне диапазона
- Уставка скорректирована
- Огран. ДЭС не сработало

**Состояние ЗИП АКБ**

0 кВт	0 В	0 А
В	%	°C
В	%	°C
В	%	°C

**Контроль параметров реверсивного преобразователя**

49.99 Гц

0.0 кВт	0.0
217.0 В	0.0 А
220.4 В	0.0 А
217.4 В	0.0 А

Типов: Выкл, AS, Ожидание, Автономн, Reset

Рдес\_max кВт: 0, Рдес\_min кВт: 0

ДГУ в работе: 0

**Контроль параметров СНЭ**

Средняя температура: 17.7°

СОС 76%	СОН 100%	
87%	54%	87%

Т\_медиа: Мин 18.0°, Макс 26.0°  
Т\_нодта: 18.2°, 25.6°  
U\_медиа: 3.3 В, 3.3 В  
U\_нодта: 33.3 В, 33.3 В

Общая мощность DC (PCS1): 0.0 кВт, PCS1\_Рас (PCS1): 0.0 кВт, Выходная: 0.0 кВт

История ошибок:

- 26 апр., 16:43:21 - Внутренние переменные: [Решено] Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 16:43:20 - Внутренние переменные: Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 15:19:04 - Внутренние переменные: [Решено] Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 15:19:04 - Внутренние переменные: Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 11:35:24 - Внутренние переменные: [Решено] Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 11:35:22 - Внутренние переменные: Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 04:16:39 - Внутренние переменные: [Решено] Ошибка связи MBMS
- 26 апр., 04:16:38 - Внутренние переменные: Ошибка связи MBMS

8 1 - 8 из 2395

# АВТОНОМНАЯ СДЭС УДАЛЁННОГО ПОСЁЛКА. ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ

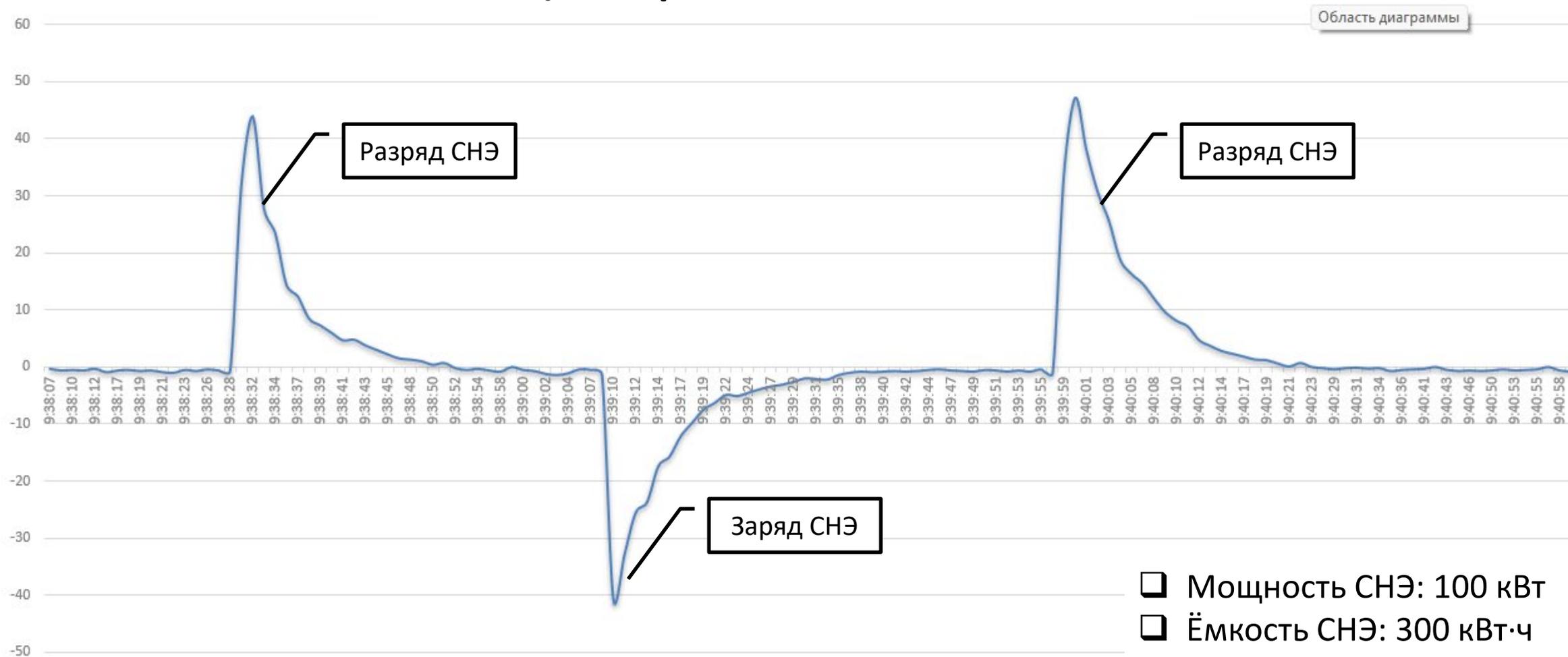


## Испытание параллельного режима работы ДЭС и СНЭ



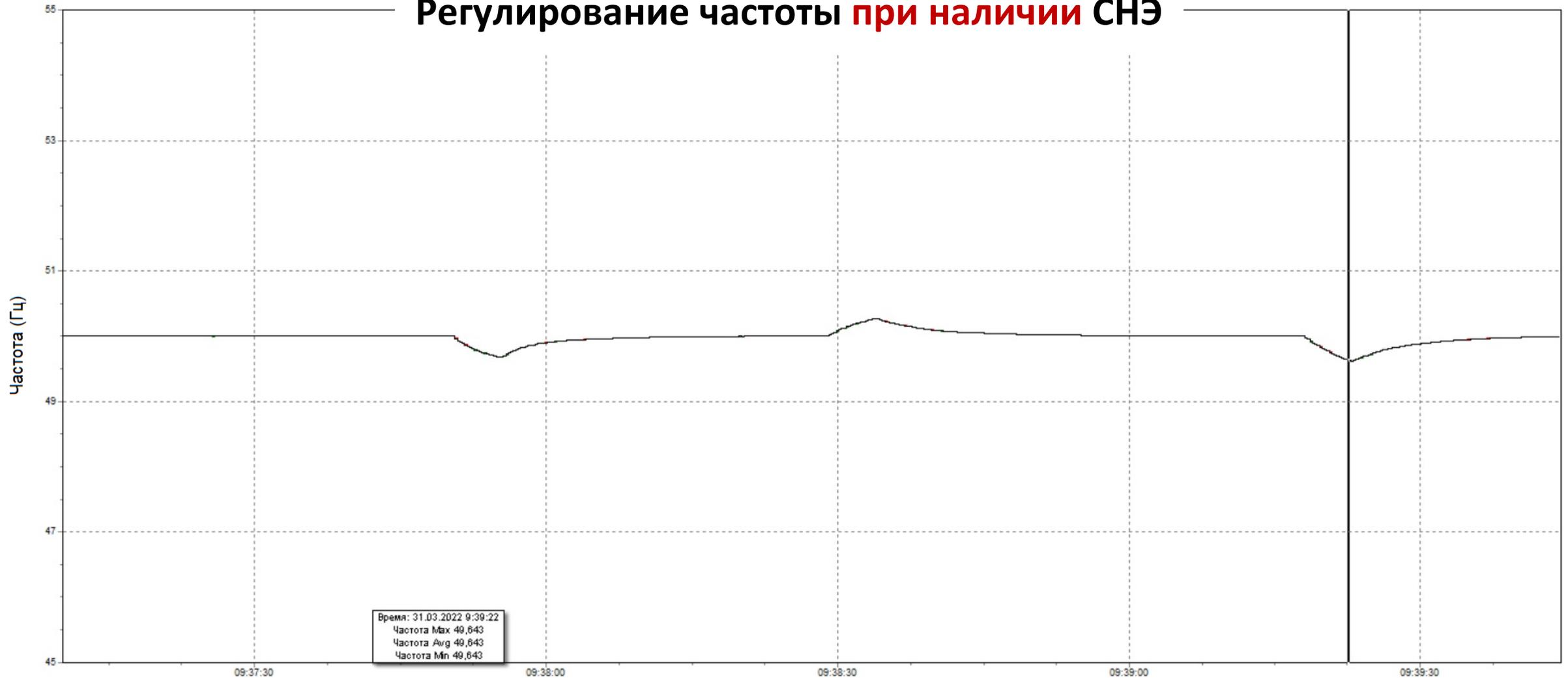


## Осциллограммы испытаний СНЭ



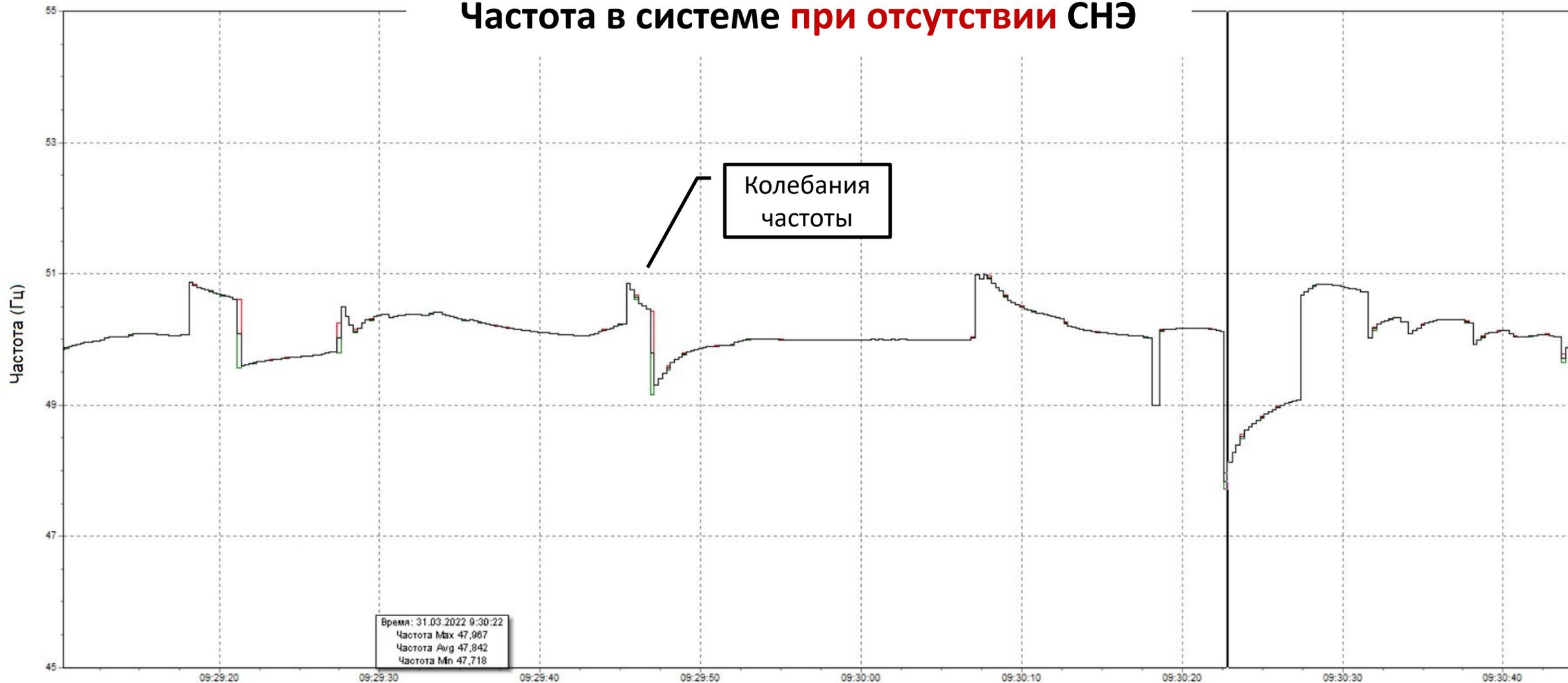


## Регулирование частоты при наличии СНЭ





## Частота в системе **при отсутствии СНЭ**





- установленная мощность СЭС – 1,0 МВт
- установленная мощность ДЭС – 3,3 МВт
- установленная мощность СНЭ: 630 кВт
- энергоёмкость СНЭ: 550 кВт·ч
  
- СНЭ оснащена ЛСУ СНЭ
  
- СНЭ собственной сборки
  
- полностью российское ПО ЛСУ СНЭ
  
- температурные условия: до  $-65^{\circ}\text{C}$
  
- подключение 6 кВ



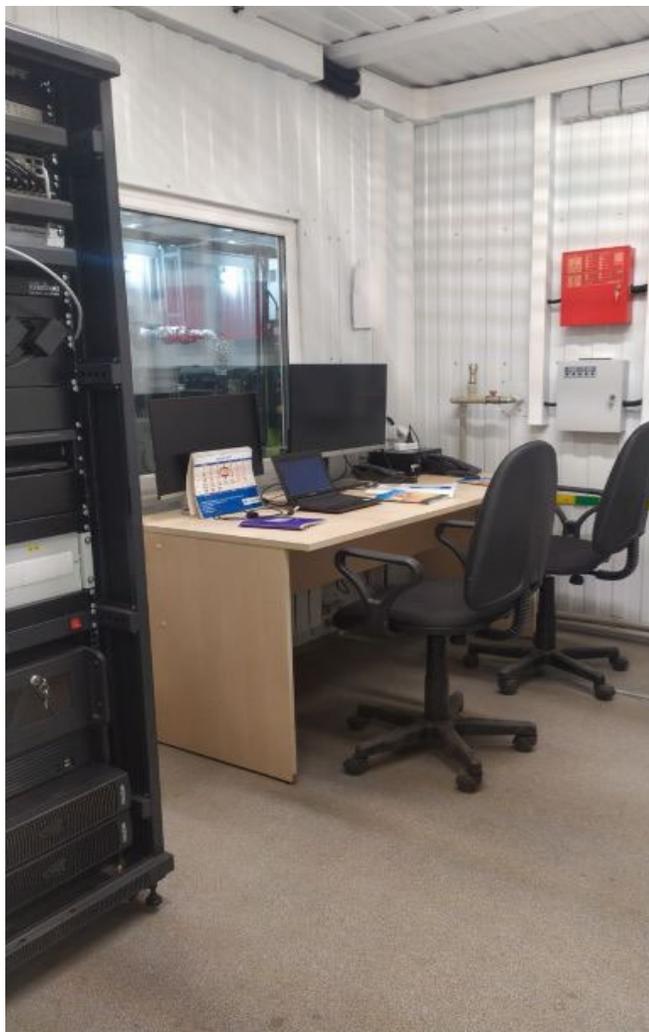


# ЗХАГЭК. РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)

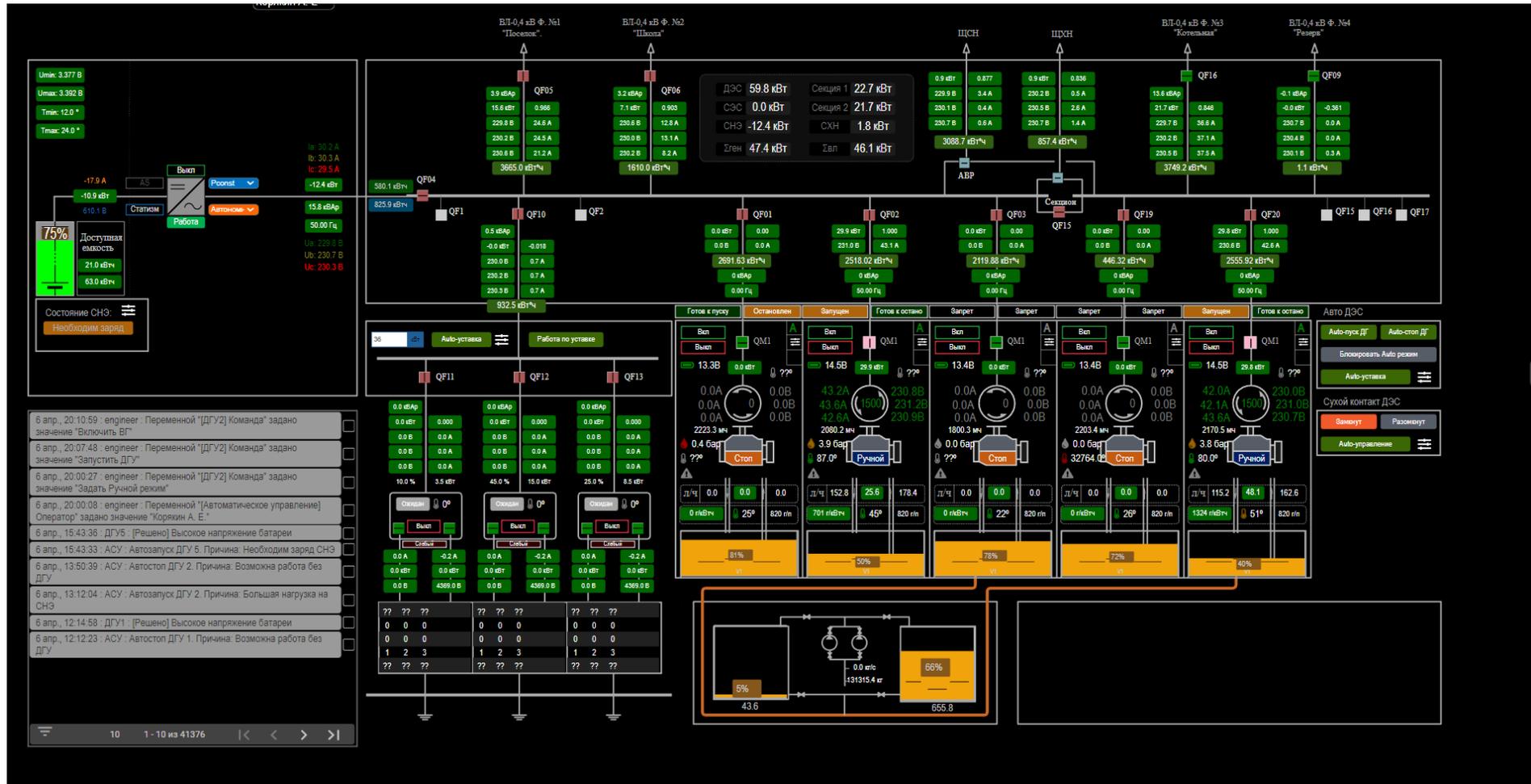


- установленная мощность СЭС – от 150 до 300 кВт
- установленная мощность ДЭС – 5х50 кВт и 4х100кВт
- установленная мощность СНЭ: 100/120 кВт
- энергоёмкость СНЭ: 100 кВт·ч
  
- СНЭ оснащена ЛСУ СНЭ
- СНЭ собственной сборки
  
- полностью российское ПО ЛСУ СНЭ
  
- температурные условия: до -65°С





# ЗХАГЭК. РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)





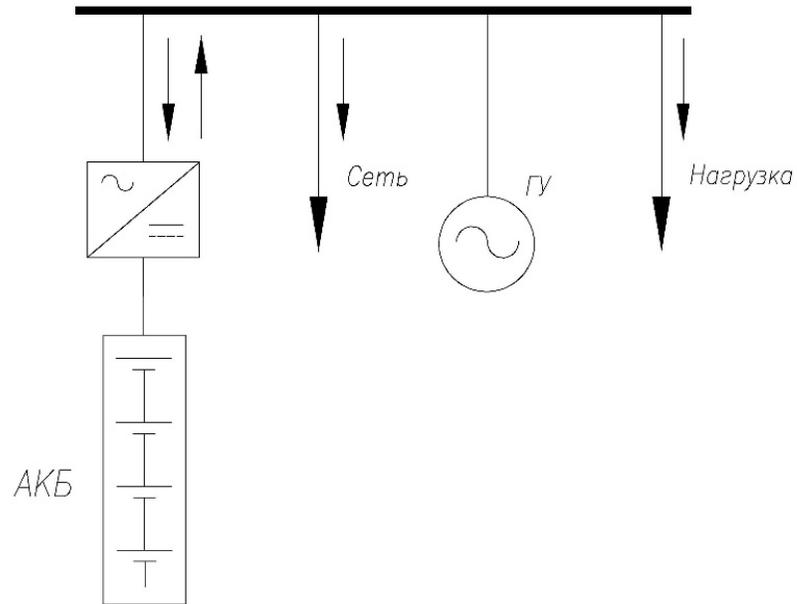
- аккумуляторная система SAFT – 750 кВт·ч
- интеграция преобразователей DC-DC  
звено постоянного тока
- управляемая выдача мощности с  
интеграцией в систему сетевого  
оператора



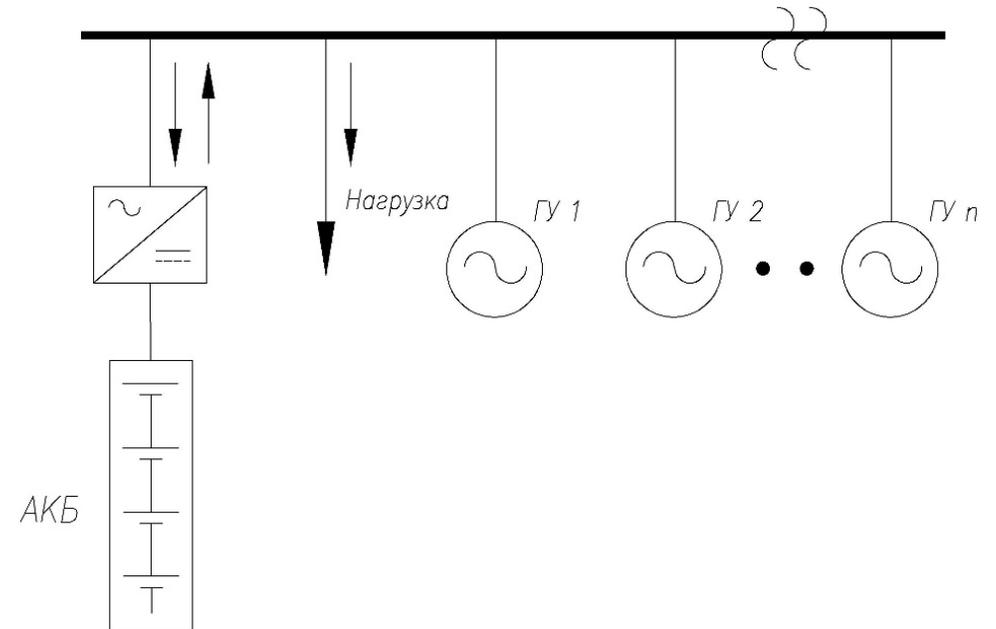
# СНЭ НА DC ДЛЯ СЕТЕВОЙ СЭС 5 МВт. РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ



# ОСНОВНЫЕ (ТИПОВЫЕ) СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

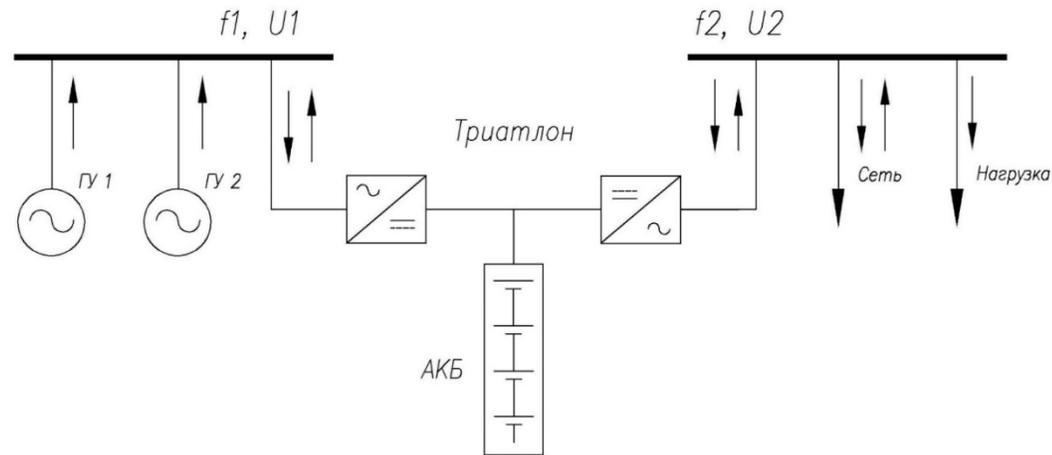


**Интеграция СНЭ параллельно с сетью**

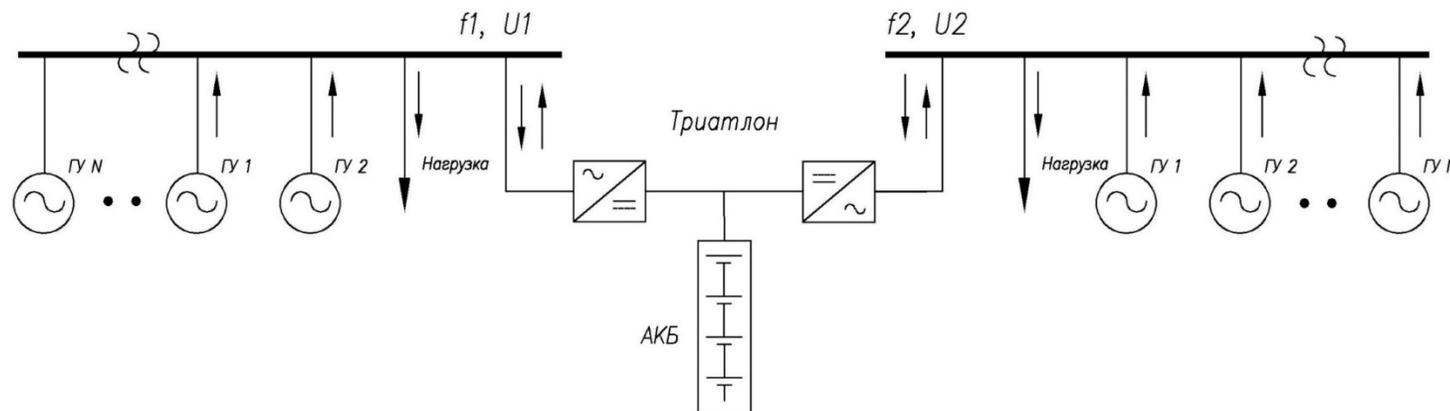


**Интеграция СНЭ в автономную систему с несколькими источниками генерации**

# ОСНОВНЫЕ (ТИПОВЫЕ) СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

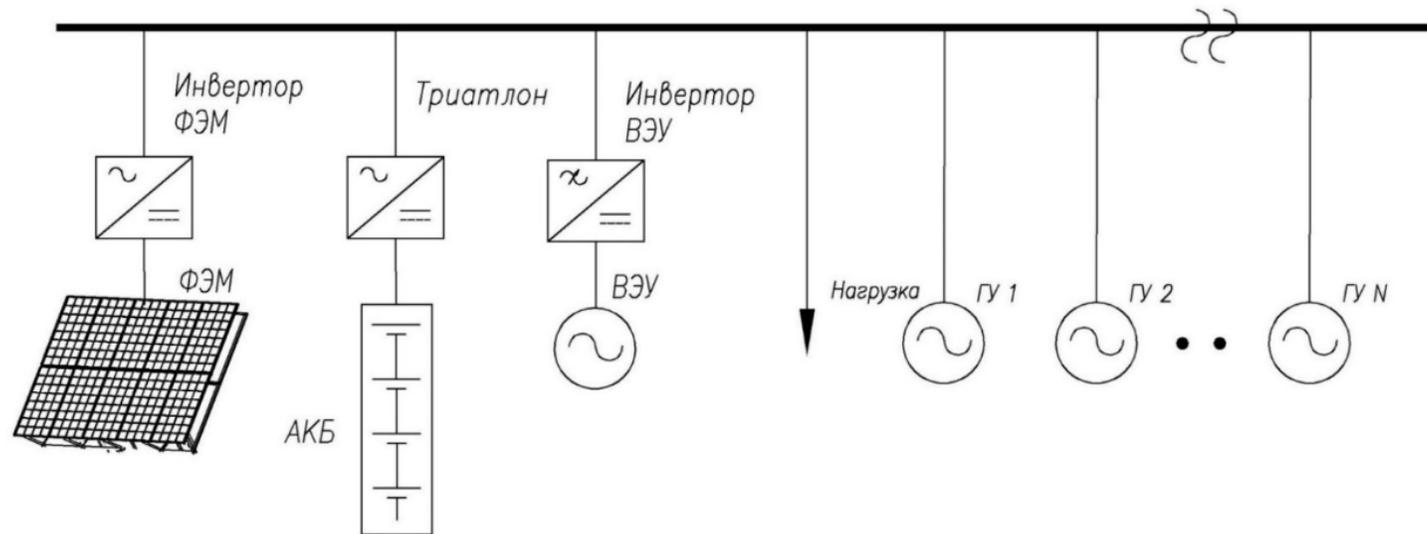


**СНЭ в качестве вставки  
постоянного тока**



**Согласование автономных систем  
электропитания с различными  
параметрами сетей**

# ОСНОВНЫЕ (ТИПОВЫЕ) СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ



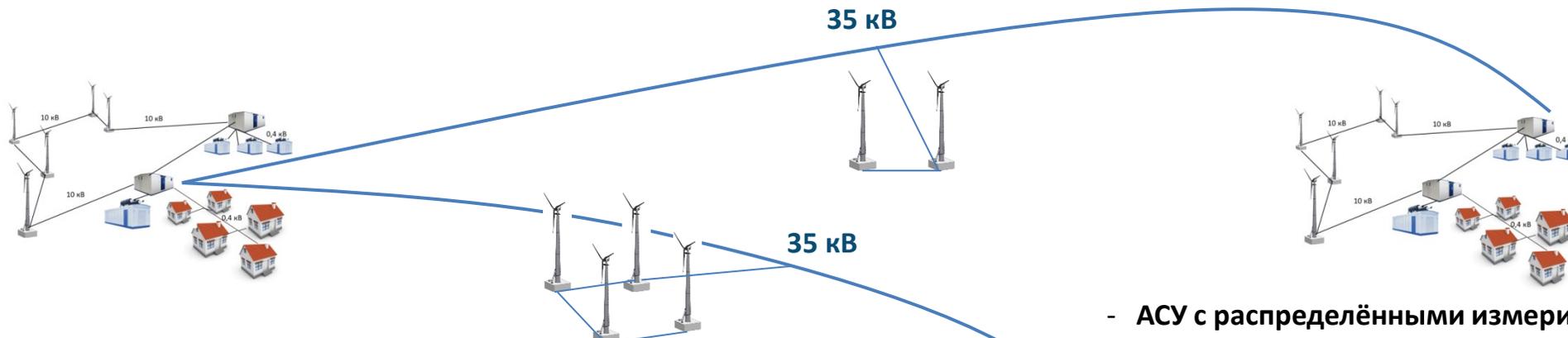
**Автономный гибридный энергетический комплекс**



# ОСЦИЛЛОГРАММЫ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ



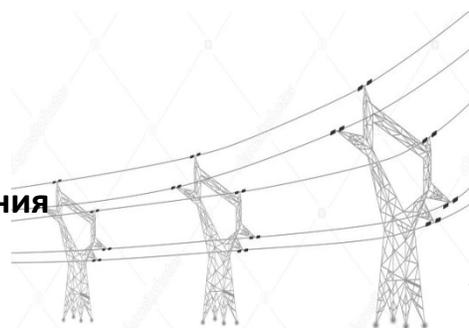
# ОПЫТ ИЗОЛИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



Опыт в автономных Microgrid создает апробированные технические решения для повышения эффективности и надежности существующих и перспективных энергосистем распределенной энергетики

В РФ порядка 4 ГВт автономных ДЭС – один из лучших в мире «полигон» для отработки технологий

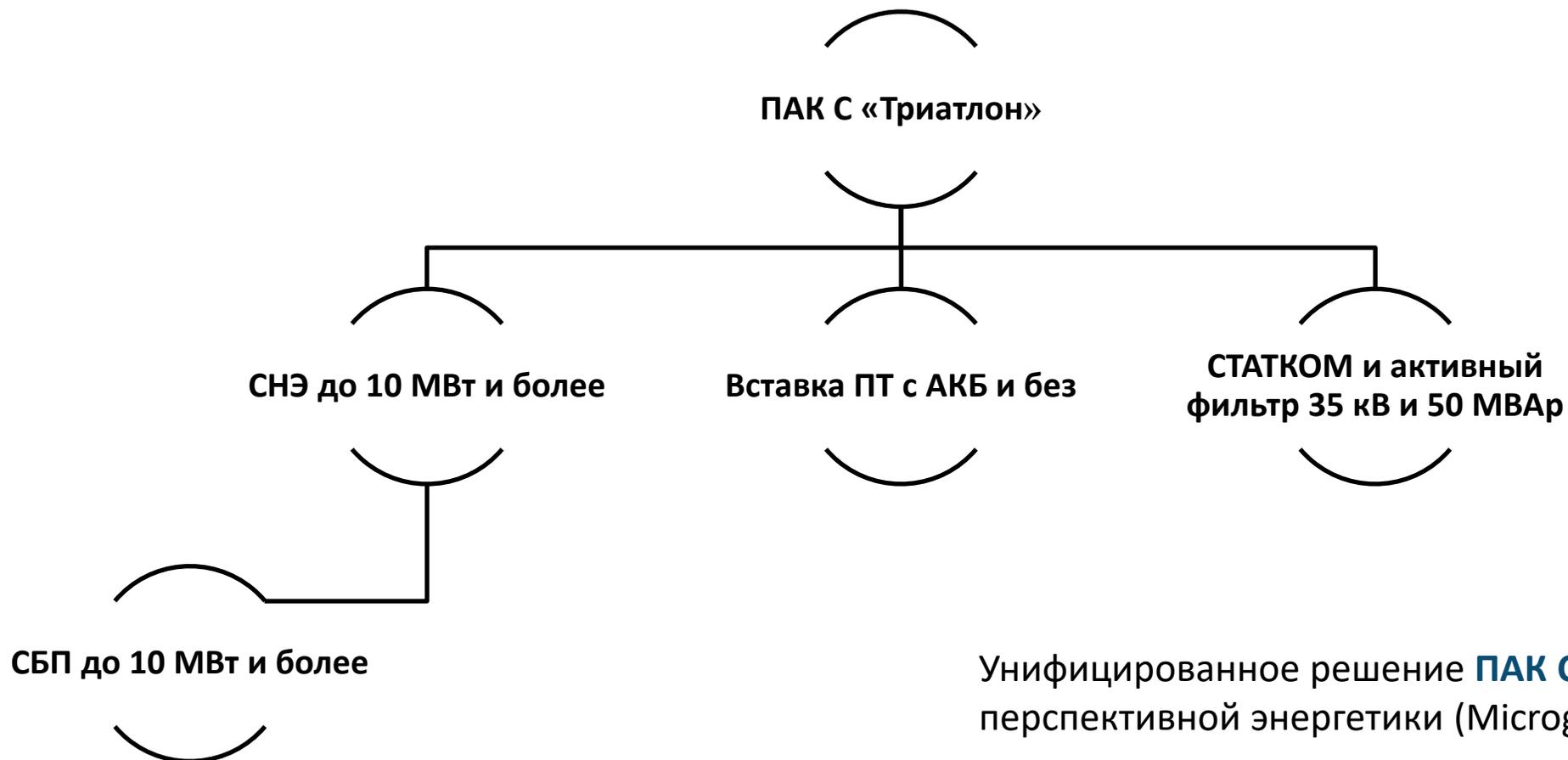
Опыт применения СТАТКОМ на длинных линиях для поддержания напряжения



Повышение пропускной способности участков сети

- АСУ с распределёнными измерителями и динамическим регулированием баланса мощностей
- оптимизация режимов топливных генераторных установок
- оптимизация по CAPEX и OPEX
- возможность полностью автономной работы только на ВИЭ
- динамическое регулирование/стабилизация параметров электросети:  $\cos\phi$ ,  $U$ ,  $f$
- сети постоянного тока
- объединение несинхронизированных систем

# УНИФИЦИРОВАННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ И КАЧЕСТВОМ Э/Э



Унифицированное решение **ПАК С «Триатлон»** для перспективной энергетики (Microgrid и SmartGrid)





# ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



## КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ И РАСХОДЫ

- ✓ **уменьшенные расходы** (в т.ч. операционные) и **время** на ввод в эксплуатацию
- ✓ **короткие сроки интеграции** по сравнению с традиционными путями увеличения эффективности, качества и надежности электроснабжения



## УНИФИЦИРОВАННОЕ РЕШЕНИЕ

- ✓ опыт отработанных технических решений на базе **аппаратной части (более 120 МВт)** был использован в ПАК Триатлон ESS
- ✓ унифицированное встроенное ПО и дополнительный контроллер



## РАСШИРЕННАЯ ГАРАНТИЯ

- ✓ приобретение решения «под ключ» **с гарантией до 10 лет** и сервисным договором с фиксированным тарифом



## ПЛАНИРОВАНИЕ

- ✓ гарантия позволяет **точно оценить расходы** на модернизацию энергетической инфраструктуры **и прибыль**, которую эта модернизация обеспечит



Благодарю за внимание!

Владимир Ребров | Директор по развитию  
М +7 911 002 911 5 | [vladimir@rebrov.spb.ru](mailto:vladimir@rebrov.spb.ru)

Дмитрий Муравьев | к.т.н., ведущий инженер  
М +7 913 789 79 09 | [mdi@sstmk.ru](mailto:mdi@sstmk.ru)