




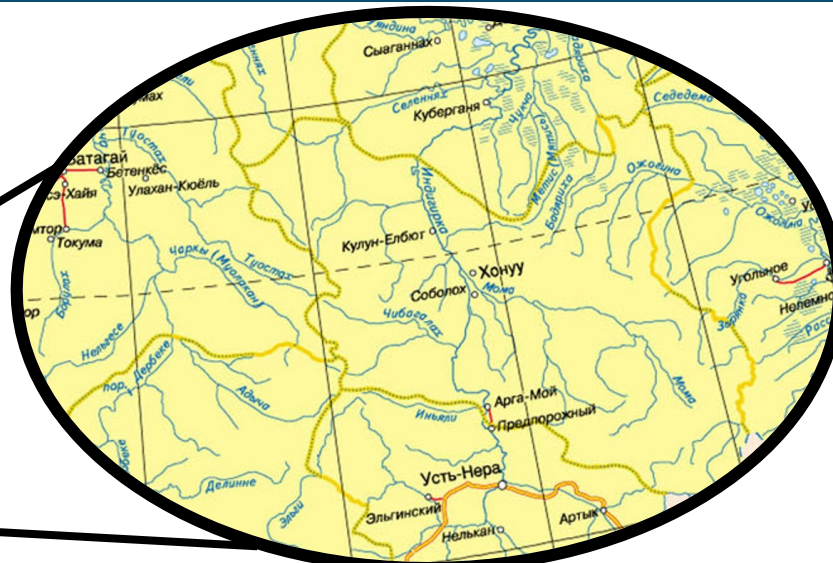
Ассоциация
малой
энергетики

POWER
CONVERSION
LAB

Инновационная система накопления энергии
Программно-аппаратный комплекс силовой "ТРИАТЛОН
ESS" в составе Автоматизированного гибридного
энергокомплекса

*Лаборатория преобразовательной техники ( ГК "Системотехника")

ОБЩИЕ ДАННЫЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ



Расположение:
Республика Саха (Якутия), с. Хонуу
Момского района. Момский район
находится на востоке Якутии,
границит с Магаданской областью

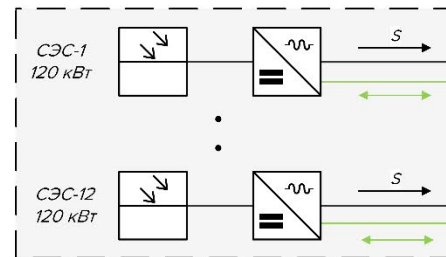
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АГЭК



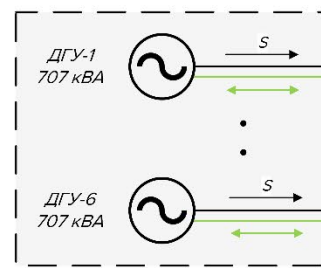
Здание РУ 6,3 кВ, 50 Гц



СЭС и здание инверторной станции



Машинный зал ДЭС



Система накопления электроэнергии

Среднегодовое снижение расхода топлива на 34,4%, в летний период до 70% (по данным Arctic Power Capital)



Назначение:

- быстродействующий регулятор активной мощности; обеспечение стабильной работы системы в течение длительного времени

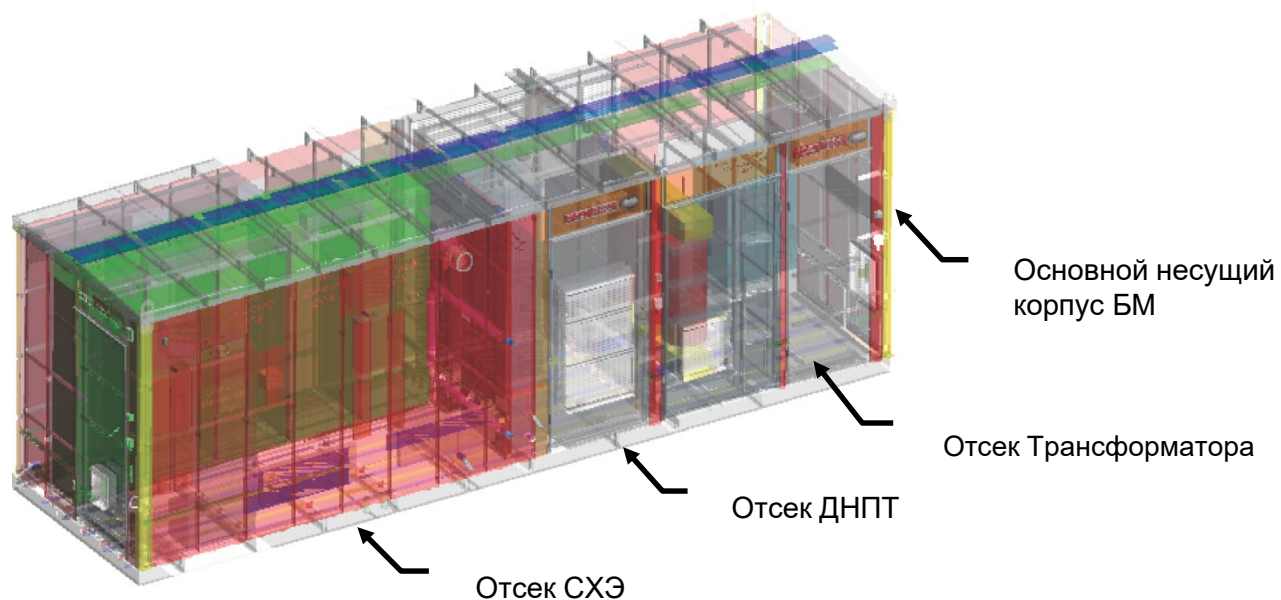
СНЭ, модель: СНЭ-БМ-630/440-004

Мощность, кВт	630
Полезная энергоёмкость при DoD 80%, не менее, кВт·ч	440
Выходное напряжение, В	6 000
Выходной ток макс., А	1 000
Частота, Гц	50
Система управления	САУ EMS на базе IPMon
Габариты (ДхШхВ), мм	2 500 x 9 000 x 2 900

Особенности СНЭ:

- Работа в изолированной энергосистеме без задержек
- Специализированные алгоритмы работы и предиктивные функции
- Экономически эффективная (в части CAPEX и OPEX) адаптация под Арктические условия эксплуатации

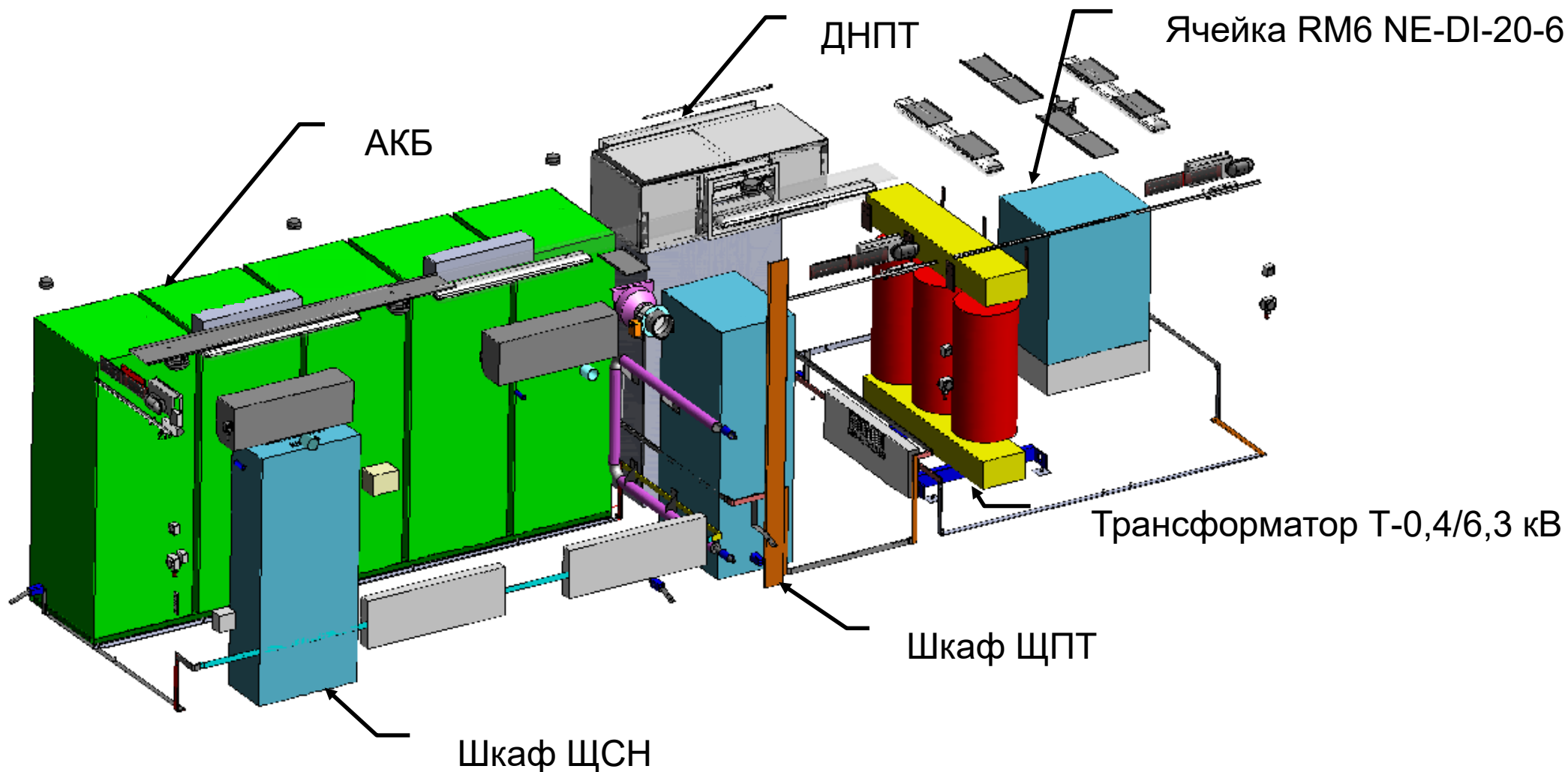
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БМ СНЭ



Назначение:

- для расположения энергетического оборудования и оборудования связи в соответствующих отсеках

Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ 1
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	минус 60
Снеговой район	IV
Ветровой район	V
Масса БМ СНЭ с оборудованием, кг	12 000
Заземление оборудования БМ	медный гибкий провод от шины заземления до соответствующего контура
Система ОВиК	есть
Система ОПС	есть
Система освещения и розеточной сети	есть



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СХЭ



Состав СХЭ:

- АКБ со встроенной BMS (блок мониторинга, защиты и балансировки); ЩСН; система ОПС; система ОВиК; система освещения и розеточная сеть

Особенности СХЭ:

- **Экономически эффективная (в части CAPEX и OPEX) адаптация под Арктические условия эксплуатации**

Номинальная ёмкость (уст.), кВт·ч	540
Номинальное напряжение, В	до 1000 В
Тип элементов в модуле	LFP
Напряжение заряда (макс.), В	821
Напряжение разряда (мин.), В	661
Ток разряда/заряда (макс.), А	180
КПД в одном направлении (цикла), %	98 (95)
Габариты конструкции внутри отсека (ШхГхВ), мм	4000x845x2250
Уровень защиты	IP20
Масса, кг	6 500
Рабочая температура АКБ внутри отсека, °С	10...40
Рекомендованная температура АКБ внутри отсека для обеспечения назначенного срока эксплуатации, °С	20..30
Важные рекомендации для обеспечения заявленного срока службы	Обеспечение градиента температур не более 7 °С
Рабочая наружная температура, °С	-65...+45

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДНПТ (Инвертора)



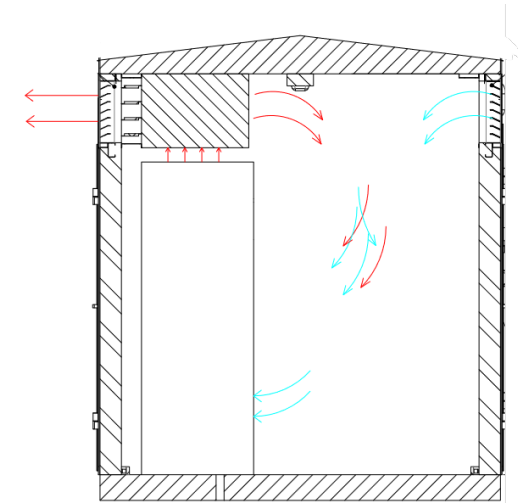
ДНПТ Триатлон ESS

Номинальная мощность АС, кВт	630
Максимальная мощность АС, кВт	693
Максимальный КПД без учета трансформатора, %	98
Рабочая температура, °С	-30...+65
Габариты установки внутри отсека (ШхВхГ), мм	1100x1950x700
Масса, кг	700

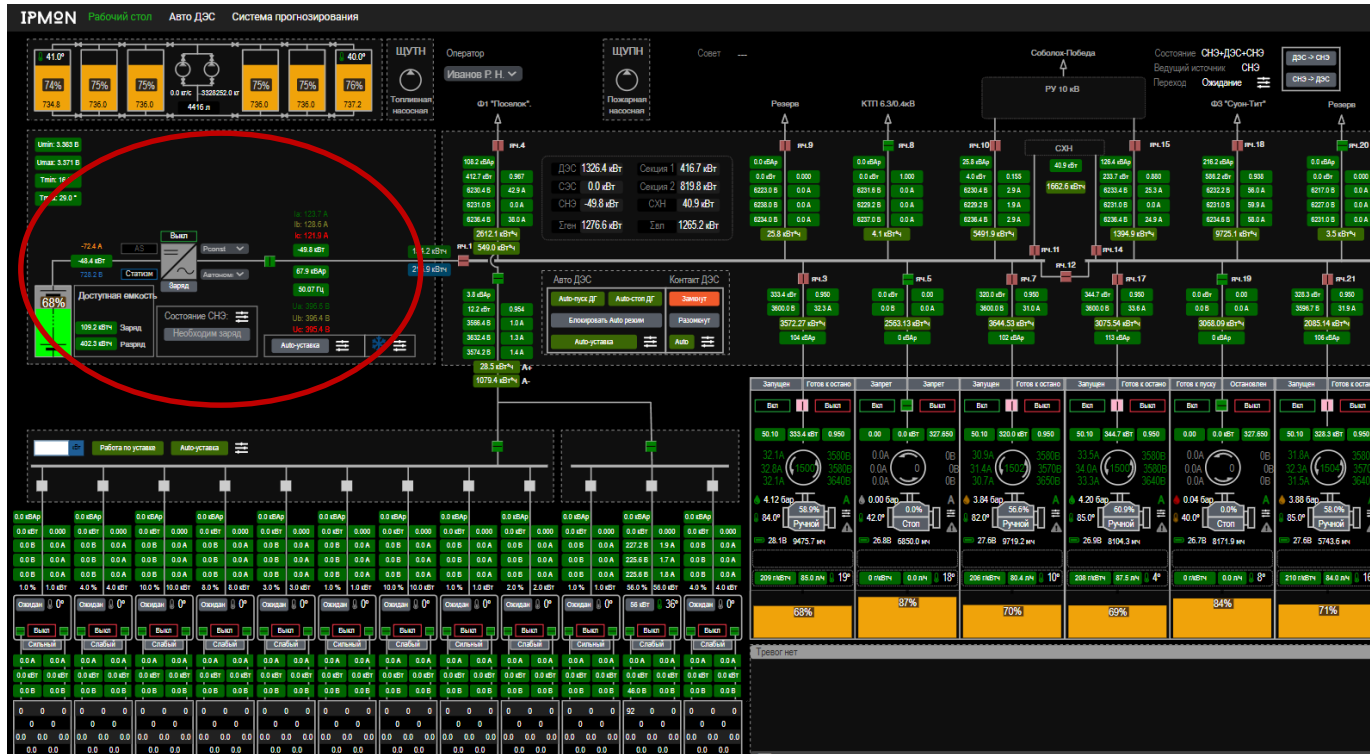
Особенности:

Специализированные алгоритмы контуров автоматики низкого уровня, включая первую версию «Виртуальной синхронной машины» (ВСМ)

Экономически эффективная (в части CAPEX и OPEX) системы охлаждения с учетом широкого диапазона температуры окружающей среды



Уникальная ЛСУ (САУ) СНЭ для Microgrid



Особенности:

- «развёртывается» почти на любой аппаратной части (поддерживается более 6 видов архитектур процессоров)
- гибкое конструктивное исполнение под цели заказчика
- надёжное резервирование аппаратной части
- ПО российской разработки IPMon от «ВТР Инжиниринг» эксклюзивно для ООО «ЛПТ»
- программно-аппаратная защита
- независимость от внешних программных продуктов
- программные модули прогнозирования выработки ВИЭ с использованием датчиков реального времени с использованием машинного зрения (ИИ)

Состав:

- программная часть реализована на базе операционной системы ядра Linux; аппаратная часть реализована на базе промышленных компьютеров (может быть использован любой отечественный ПК)

Система управления на базе ПО IPMon от ВТР Инжиниринг



РЕАЛИЗОВАННЫЕ РЕЖИМЫ (СОСТОЯНИЯ) СНЭ



Автономный (VF). ДНПТ (PCS) - источник напряжения

- ДНПТ (PCS) - единственный источник напряжения, другие источники напряжения отключены

- ДНПТ (PCS) работает по заданным значениям амплитуды напряжения и частоты, формируя автономную сеть и питая нагрузку

VSG режим. ДНПТ (PCS) - источник напряжения, работающий в параллели с ДГУ по заданному статизму

- ДНПТ (PCS) имитирует "поведение" роторного генератора исключительно за счёт силового электронного управления

- настройки статизма ДНПТ (PCS) для $P(f)$ и $Q(u)$ можно задать вручную через ДНПТ (PCS) или удаленно через ЛСУ СНЭ

- ДНПТ (PCS) работает параллельно с ДГУ, и при броске/спаде мощности нагрузки (dP) данный бросок/спад распределяется по импедансу между источниками напряжения (ДГУ, СНЭ) в пользу ДНПТ (PCS). Таким образом обеспечивается ограничение dP/dt на ДГУ с возможностью управляемой догрузки/разгрузки ДГУ

*в любом из указанных режимов существуют следующие состояния:

- ожидание
- норма
- предупреждение
- тревога
- авария

Сетевой (PQ). ДНПТ (PCS) - источник тока

- ДНПТ (PCS) подстраивается под сеть, заданной ДГУ; без ДГУ в данном режиме ДНПТ (PCS) не работает

- ДНПТ (PCS) работает по заданным значениям (уставкам) ЛСУ СНЭ по активной мощности $\pm P$ и реактивной мощности $\pm Q$ (наличие знака определяет состояние разряда или заряда соответственно)

- переход из разряда в заряд и наоборот происходит без токовых пауз (непрерывно)

Авария

- состояние с отключением (остановом) ДНПТ (PCS) в случае возникновения одного из аварийных событий в соответствии с согласованным перечнем

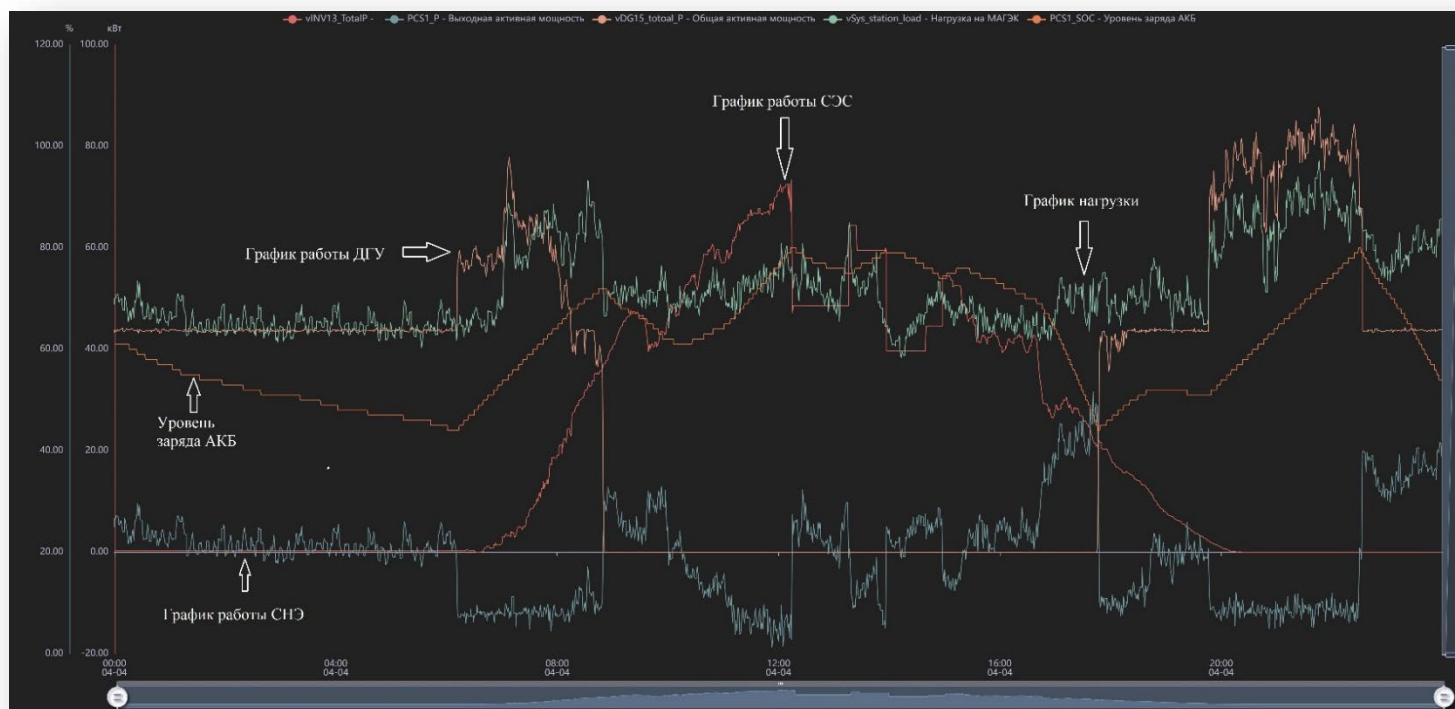
- выход из состояния аварии (восстановление работы ДНПТ) возможно при устранении причины возникновения аварии с последующим квитированием аварийного события оператором/инженером

- переход в данный режим осуществляется из любого иного режима

ПРИМЕР ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ



Наработанный командой опыт позволил внедрить важную разработку – **замену вращающегося резерва** за счет СНЭ. При неплановом отключении одного из генераторов его **мощность без задержки «принимается» СНЭ**, далее поступательно или после запуска резервного генератора, мощность распределяется между работающими (вращающимися) генераторными установками. Данная функциональная разработка для СНЭ позволяет обеспечивать важный переход в АГЭК из режима (состояния) параллельной работы «СНЭ-ВИЭ-ДЭС» в режим (состояние) «СНЭ-ВИЭ» **без токовой паузы** (без прерывания формирования напряжения). При таком переходе последняя ГУ отключается, формирование сети (напряжение и частота) обеспечивается только за счет СНЭ (сетевые инверторы ВИЭ и нагрузка не испытывают прерывания).

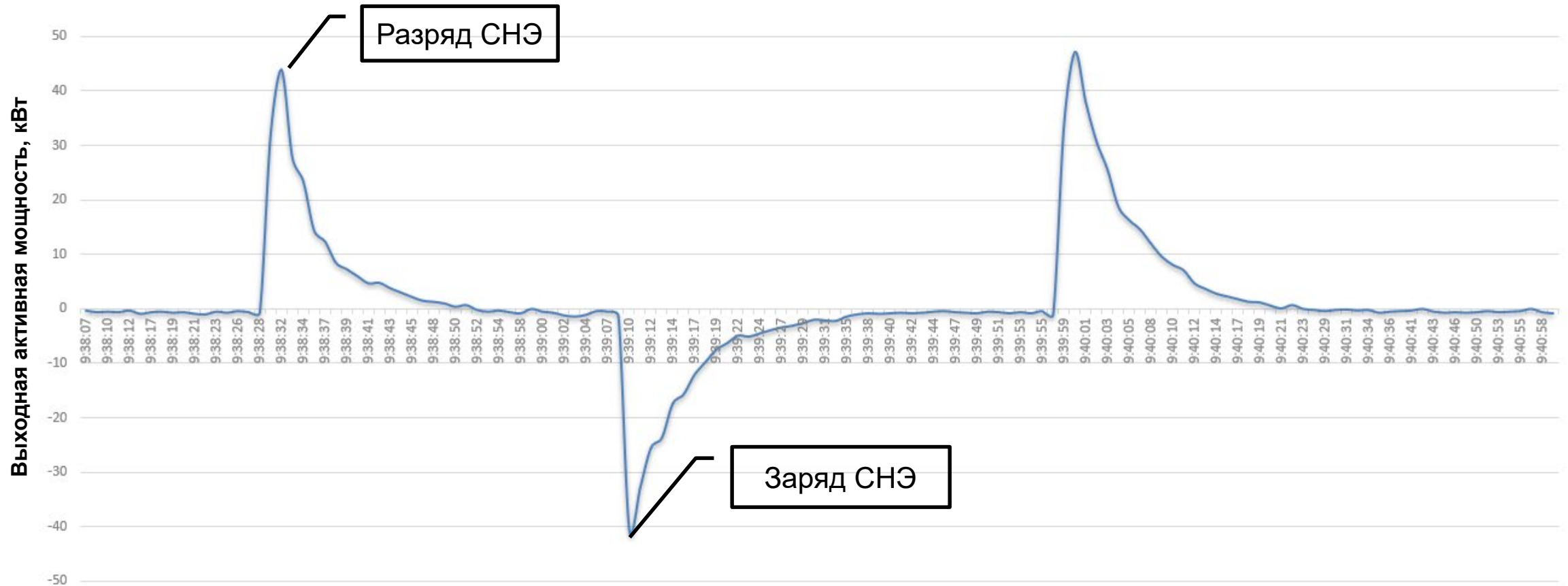


Благодаря разработанным ООО «Лаборатория преобразовательной техники» алгоритмам работы, **задержка реакции СНЭ** на изменения баланса мощностей **близка к нулю**, что не обеспечивается стандартными СНЭ, поставляемыми на мировом рынке. Это объясняется тем, что задача работы СНЭ в изолированных энергосистемах не является массовой в общемировой практике. Подобными задачами занимаются всего **несколько инженеринговых компаний в мире**. Данная особенность позволяет применять решение наше Триатлон в полноценных **Microgrid с возможностью перехода в изолированный режим**

ИСПЫТАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ДЭС И СНЭ



ОСЦИЛЛОГРАММЫ ИСПЫТАНИЯ СНЭ



Мощность СНЭ: 100 кВт
Энергоёмкость СНЭ: 300 кВт·ч

Итого опыт реализованных систем



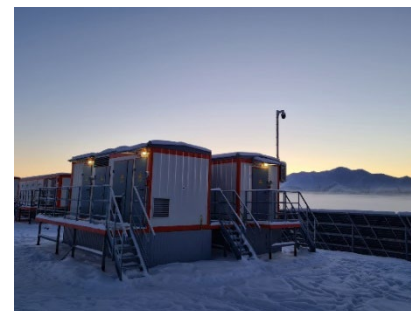
На базе комплекса и отдельных его модулей

11 объектов автономных энергосистем

уже реализовано (суммарная установленная мощность объектов **более 2,5 МВт**).

Совокупная уст. мощность **АГЭК** с нашим участием – **более 15 МВт**

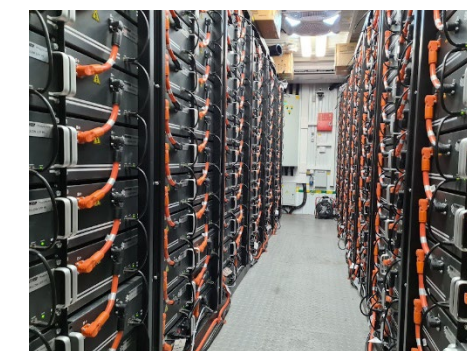
По данной **технологии + реализовано более 25 сетевых систем** с подключением до 35 кВ - повышение пропускной способности ЛЭП за счет быстродействующего инверторного регулирования реактивной мощности обоих знаков (СНЭ без СХЭ)



Силовая часть и ПО двух низких уровней отработаны **еще на более чем**

20 объектах промышленного назначения: системы с быстродействующими перетоками мощности в изолированной энергосистеме (рекуперативные нагрузки, подъемное оборудование и др.)

Не говоря об опыте группы компаний в классических инверторно-аккумуляторных системах (СБП) с совокупной мощностью более 400 МВт



КАКИЕ ЗАДАЧИ РЕШАЕТ СИСТЕМА ТРИАТЛОН ESS



СНЭ и система ТРИАТЛОН ESS

Сетевые задачи



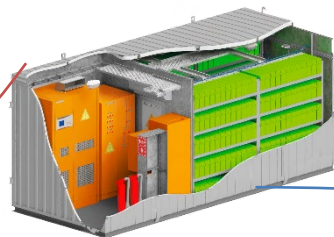
Сейчас



Будущее

Интеграция на уровне ЕЭС

Повышение надежности, компенсация провалов напряжения, снижение платы на ОРЭМ



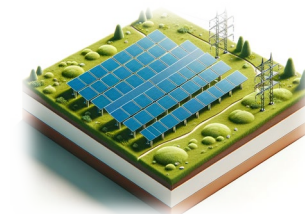
Без ВИЭ

Экономия топлива до 30%, увеличение ресурса генераторов (замещение вращающегося резерва)

Автономные энергосистемы с собственной генерацией



С ВИЭ



Экономия топлива 30-70%, увеличение ресурса генераторов

Microgrid АЭК



СПАСИБО за внимание!

Владимир Ребров | Генеральный директор

+7 911 002 91 15

vladimir@rebrov.spb.ru

«Лаборатория преобразовательной техники»

www.energy-storage.ru

входит в ГК «Системотехника»

www.sstmk.ru