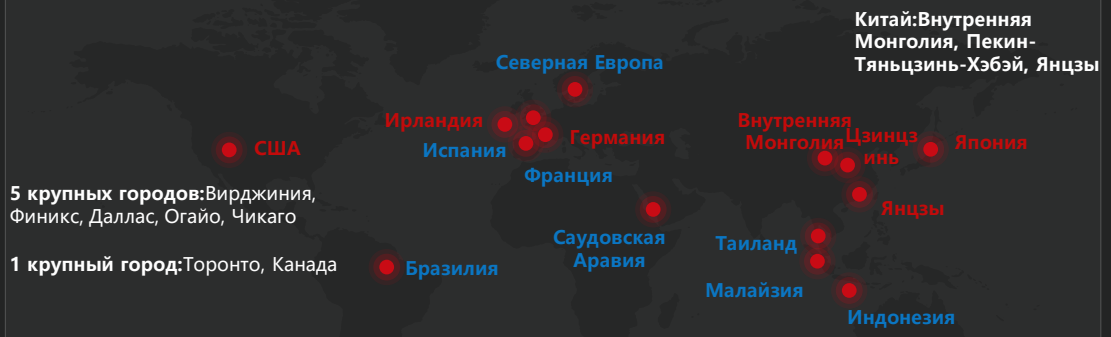
HUAWEI

Создание интеллектуального мира, где все взаимосвязано

Роль накопителей энергии (BESS) в построении инфраструктуры для ИИ ЦОД

Вступление ЦОД ИИ в Эпоху GW: Переход от «центра трафика» к «Энергетическому Центру» и Четыре Ключевых Энергетических Вызова

В мире уже существует 12 крупных традиционных кластеров центров обработки данных



Логика планирования облачных ЦОД

ориентация на центры трафика, ключевой фактор — задержка

Логика размещения ЦОД ИИ уровня GW

ориентация на энергоресурсы

Энергетические вызовы ЦОД ИИ уровня GW

Дефицит энергоресурсов

- Дефицит энергоресурсов: традиционная энергетика: распределённые и устаревшие электросети, недостаточная пропускная способность распределительных сетей; глобальный структурный дефицит электроэнергии
- Новая энергетика: прерывистый характер ветровой и солнечной генерации; длительные сроки строительства атомных электростанций

Динамическая адаптивность

- Источник: недостаточная способность сети регулировать мгновенные колебания крупных нагрузок
- Нагрузка: высокочастотные колебания AI-нагрузки в миллисекундном диапазоне влияют на стабильность питания UPS
- Резерв: слабая адаптивность дизель-генераторов к динамическим нагрузкам

Надёжность диспетчеризации

- Источник: взаимодополнение, надёжность переключения и диспетчеризации
- Нагрузка: надёжность отклика UPS ЦОД на электросеть

Обязательность зелёной энергии

- Китай: доля зелёной энергии на национальных узловых объектах >80%
- ЕС, АТР: обязательная доля зелёной энергии, благоприятствует заявкам на подключение к сети

HUAWEI

Вычислительные Мощности Растут Ежемесячно, Электросети Расширяются Ежегодно — Подключение к Энергосети Становится Главным Узким Местом Строительства ЦОД ИИ

Цикл строительства ЦОД ИИ

1–2 Года

Выбор площадки → Проектирование → Строительство → Эксплуатация

Противоречие между вычислительными мощностями и электроэнергией

вычислительные мощности растут ежемесячно

электросети строятся годами

Цикл строительства электросетей

4–8 Лет+

Планирование → Согласование → Строительство → Эксплуатацию

Три ключевых несоответствия

Несоответствие мощности

Наличие электроэнергии ≠ наличие мощности

Пространственное несоответствие

Временное несоответствие

Вычислительные мощности быстрые ≠ электросети быстрые

Энергетическая готовность уже стала предпосылкой вычислительной готовности

Примечание: 1–2 года и 4–8+ лет — типичные сроки проектов; фактические сроки зависят от страны/региона, класса напряжения подключения, состояния сетевой инфраструктуры и процедур согласования.

HUAWEI

От 10 МВт до 1 ГВт: Ответственность ЦОД ИИ за Электроснабжение Смещается от «Обеспечить Себя» к «Обеспечить Стабильность Системы»

Скачок масштаба влечёт скачок ответственности

Традиционный IDC

Надёжность на уровне оборудования

Уровень 10 МВт

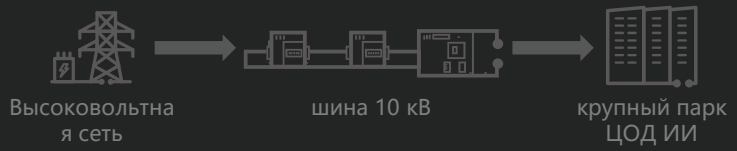
Аномалия сети → переключение на батареи → запуск дизель-генератора → отложенное обратное переключение

Цель: бесперебойное питание нагрузки на стороне потребления

Системное влияние

Изменение на 10%: 1 МВт → 100 МВт

100 Раза↑



ЦОД ИИ уровня GW

Надёжность на уровне системы

Уровень 1000 МВт

- Переключение на батареи
- Отключение от сети
- Восстановление

- Исчезновение ГВт нагрузки
- Отключение
- Вторичный удар

Цель: непрерывность вычислений + стабильность электросети

10 МВт — смотрим на надёжность оборудования,
1 ГВт — на стабильность системы

HUAWEI

Возобновляемая Энергетика Меняет Механизмы Стабильности Энергосети — «Слабая Сеть» Становится Динамическим Режимом Работы

Традиционная синхронная энергосеть



Синхронные Двигатели



Вращающиеся генераторы

Опорное напряжение | Опорная частота | Вращающаяся инерция | Мощность короткого замыкания

Энергосеть с высокой долей ВИЭ



ВИЭ↑ | Локальная сетевая структура↓ | Дальняя передача | ЦОД ИИ уровня GW↑

Слабая энергосеть: SCR < 3

Влияние слабой сети на ЦОД ИИ

- **Высокая чувствительность к напряжению**
- **Более сильная связь систем управления(ИБП и PCS)**
- **Обратное переключение могут вызвать вторичный удар**

HUAWEI

Требования Энергосети к ЦОД ИИ Смещаются от «Собственной Надёжности» к «Системной Управляемости»

Предсказуемость динамического поведения | Ограничиваемость границ мощности | Проверяемость системных характеристик

Прошлое | Обеспечить себя

- UPS
- переключение на батареи
- Дизель-генератор берёт нагрузку
- Бесперебойное питание IT-нагрузки

Адаптация к энергосети

- Напряжение / частота / RoCoF / фазовый угол
- Без ложных срабатываний, без отключения от сети
- Без усиления существующих колебаний

Поддержка энергосети

- Без массового исчезновения нагрузки во время аварии
- Непрерывность критических вычислений
- Быстрое контролируемое восстановление после аварии

Активное формирование сети

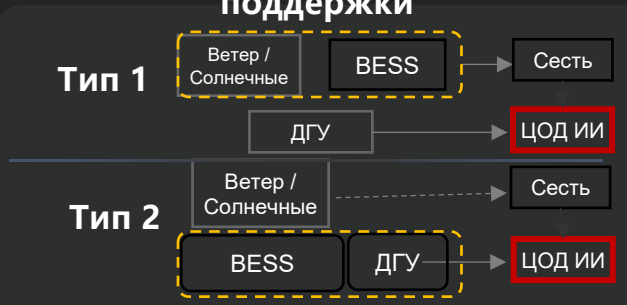
- Локальное подавление периодических колебаний мощности
- Активная / реактивная мощность / ограничение мощности
- Ограниченность поведения в точке подключения

Общая основа: моделируемость | симулируемость | тестируемость | верифицируемость

Переход от собственной надёжности к системной управляемости — новый порог, который обязан преодолеть ЦОД ИИ уровня GW

HUAWEI

Сейчас — Опора на Крупные Энергосети, в Будущем — Прямое Подключение к Зелёной Энергии

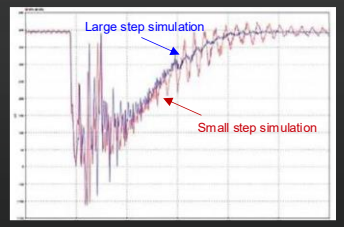
	Сценарий 1 Слабая сеть с ВИЭ (текущий основной сценарий)	Сценарий 2 Прямое подключение к зелёной энергии,	Сценарий 3 Самодостаточная микроэнергосеть (ЦОД ИИ уровня GW)
Схема	**Накопители для адаптации и поддержки** 	**Накопители для стабильнности и эффективнноси** 	**Накопители для надёжного электроснабжения** 
Сценария	• Энергосеть с высокой долей ВИЭ питает ЦОД; • Недостаточная прочность и инерция сети, ЦОД влияет на стабильность сети	• Политический стимул: ЦОД использует 80%+ высокую долю зелёной энергии; • Крупная энергосеть обеспечивает надёжность как страховку; • Высокий запрос на снижение CAPEX и OPEX	Энергомощности не удовлетворяют требованиям строительства ЦОД, ЦОД должен быстро вводиться в эксплуатацию, а сопутствующая электросетевая инфраструктура строится медленно (3–7 лет); Сначала строят изолированную сеть, после готовности электросетевой инфраструктуры — подключают к энергосети
Регион	США, Финляндия, Ирландия, Испания, Португалия	Ближний Восток, северный регион Китая	**Северная Америка, Азиатско-Тихоокеанский регион, отдельные районы Европы**
Проект	**Финляндия XTX**, США xAI	Карамай,**Цинь Юнь, Century Internet**, Ближний Восток	Ирландия, Qinghai Mobile (примечание:**GW-класс ЦОД ИИ в Северной Америке**)

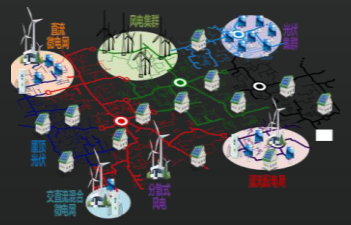
HUAWEI

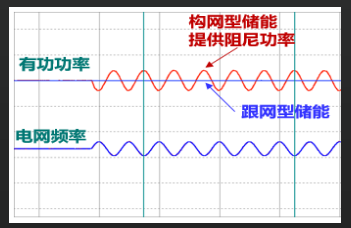
Платформа Симуляции Энергосети: Посредством Накопителей Энергии с Формированием Сети + Полномасштабной Симуляции «Источник–Сеть–Нагрузка–Накопитель»

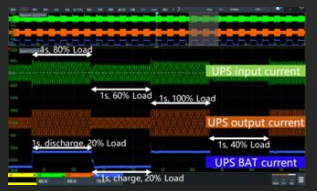
Надёжность системы | **Оптимальное проектирование** | **Плавное масштабирование** | **Оптимизация эксплуатации**

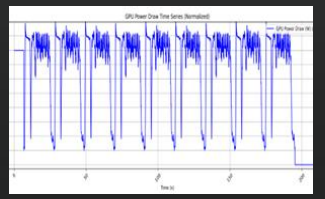
	Источник	Сеть	BESS	Нагрузка
Способность симуляции	➢ Симуляция стабильности электроснабжения	➢ Сертификации подключения к сети ➢ Подключения к слабой сети	➢ XIL-симуляция системы ➢ Симуляция безопасности	**UPS** Полунатурная симуляция UPS **Колебания AI-нагрузки** Симуляция нагрузки в цепочке «сервер–чип»
Сценарии симуляции	**Стабильность многоисточниковой системы «ВИЭ–накопитель–нагрузка»**	**Стабильность слабой сети и проверка сетевой структуры**	**Регулирование частоты и напряжения, интеграция резервирования**	**Модель колебаний AI-нагрузки, влияние на стабильность энергосети**

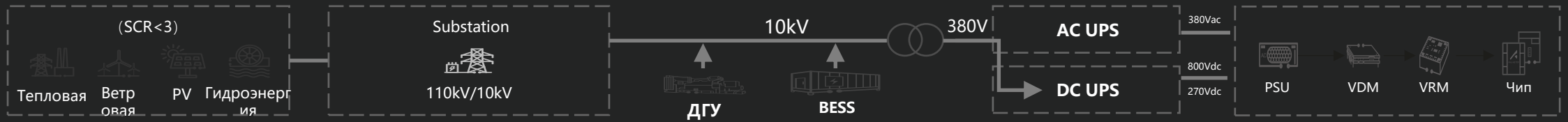












HUAWEI

Создание Безопасного, Надежного и Полного Жизненного Цикла Интеллектуальные вычисления с надежной архитектурой, продуктами, управлением и услугами

Профессиональные услуги

От развертывания до обслуживания: превращение пассивного в проактивное

- **Высоконадежная архитектура**: Надежность на основе проектирования
- **Интеграция и внедрение**: Нет рисков на этапе развертывания
- **O&M**: От реактивного к проактивному

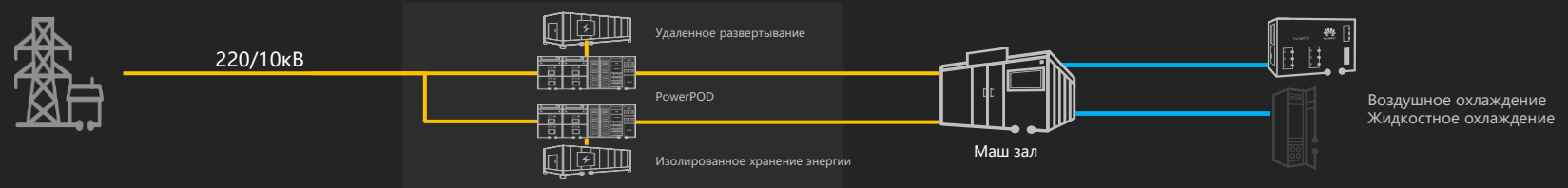
Интеллектуальное управление

ЦОД для ИИ, ИИ для ЦОД

ИИ для ЦОД

Высоконадежная архитектура

Распределенная архитектура, изолированное хранение энергии



Высоконадежные продукты

Полная системная безопасность, сквозное управление и контроль всей цепочки

- **Модульный уровень**: Отсутствие распространения неисправностей модуля
- **На уровне шкафа**: Высоконадежный ИБП, самый безопасный литиевый аккумулятор
- **Уровень системы**: Нет травм или распространения ошибок

Дизайн · Входящие материалы · Производство · Тесты · Сеть · Процесс

HUAWEI

Надежность, Эффективность, Скорость и Устойчивость, Основные требования ЦОД ИИ

40x

IT Server Value

90 млн.

Эффективность источника питания повышена на 1%

350 млн.

100 000 карт обесценились за один месяц

Одно поколение в год

Скорость итерации, удвоение плотности мощности

Требование к ресурсам ЦОД ИИ 1 ГВт

Питание	8.76 млрд. кВтч электроэнергии, потребляемой в год	Топливо	600 ДГУ	Медь	3,250 км кабели питания и управления
					23,000 т меди для передачи электроэнергии
					1,500 т использование меди в трансформаторе

HUAWEI

Модульный, Интеллектуальный и Ориентированный на Продукт, от Интеграции на Месте до Поставки Продукта

Быстро

12месяцы → 3 месяца

Эластичный

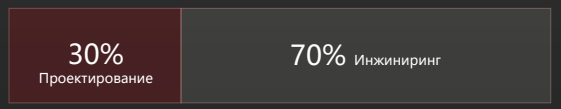
Разнообразные вычисления, совместимость между поколениями

Высококачественный

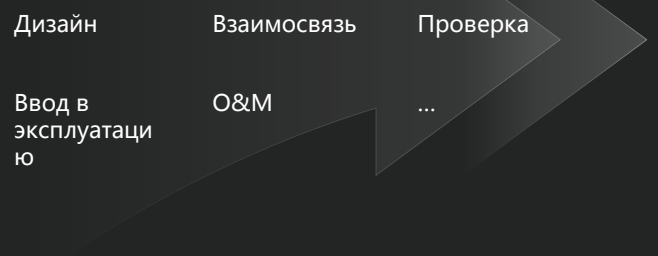
Контроль качества продукции на уровне завода

Традиционный режим строительства DC

Каждый проект уникален и имеет сложную конструкцию

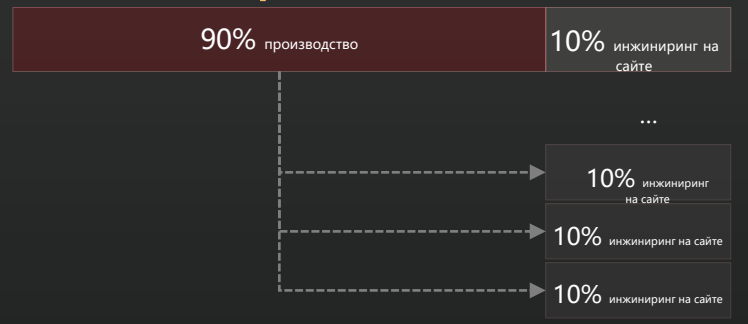


Ориентированный на будущее



Режим продуктовизации ЦОД ИИ

Ранняя стандартизация, простые операции на месте и многопроектная репликация



HUAWEI

Интеграция Систем, Инженерная Продукция ЦОД ИИ

Компоненты

Сертификация SEARI, TLC, CQC, CE, TÜV, и т.д.

Первое в мире
≤ 20 мс отключение

Первая в мире
5-уровневая система гашения дуги



Глубинный автоматический выключатель

сэкономленное место в стойке 1.5R

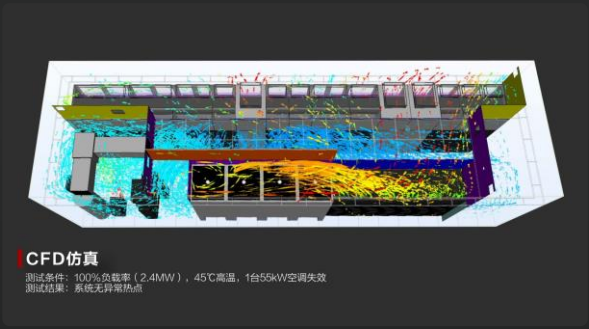
Нагрузка с периодическим отключением⟶
Отключение нагрузки 0
≥ 30 мс отключение, ⟶ ≤20 мс отключение

Полная серия ЦОД ИИ "основанный на продукте" функциональные модули



Системная интеграция аппаратного и программного обеспечения

Решение ≠ Комбинация продуктов



HUAWEI

Взгляд в Будущее: Инновации и Инвестиции на Системном Уровне в Различных Областях для Развития Ключевой Конкурентоспособности



TaiShan UPS

PowerPOD 5.0





DC UPS

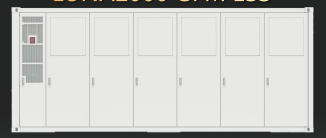


Energy router



SmartLi 5.0

LUNA2000 GFM ESS



Электротехника	Фундаментальные технологии: высокоплотный блок питания и эффективное 3-уровневое выпрямление
Разработка компонентов	Основные компоненты: устройства на основе GaN, высокоскоростные управляющие микросхемы и переключатели
Алгоритм и симуляция	Технологии GFM: FFR, HVRT и LVRT, а также быстрый переключение
Возможности тестирования	Глубокое тестирование: среда для испытаний на экстремальные климатические условия мощностью 3,15 МВт
.....	

HUAWEI

Всесторонние тесты, Ранняя Проверка, Высоконадежная Доставка

33 пункта

Специальные испытания на надежность для PowerPOD



- Электрический стресс-тест
- Допуск на колебания нагрузки ±20%
- Тест на воздушную гигроскопическую пыль (AHD)
- Адаптивность к суровым условиям улучшена на 90%
- Тест на старение
- Уровень отказов устройства снижен на 80%
- ...

- Тест на повышение температуры
- Выявление 95% рисков теплового проектирования
- Антисейсмическое испытание
- 30% структурная антисейсмическая избыточность
- Заводские испытания
- Уровень неправильного подключения и пропусков кабелей снижен на 90%
- ...

Все сценарии, множество рабочих условий

Безопасно, как проверено



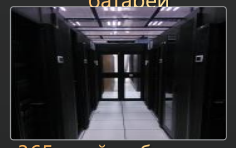
12 000+ тестовых случаев UPS



Экстремальное тестирование литиевых батарей



230 типов моделирования электросети



365 дней работы на реальном устройстве



1.7x
Строгая проверка сверх национальных стандартов

112 типов
Сервис аутентификации доступа

Все сценарии, множество рабочих условий

Безопасно, как проверено



Глобальный охват температуры и влажности
(от -40°C до 55°C, от 5% до 100% относительной влажности)

Самая сильная в мире солнечная радиационная среда
(1200 Вт/м²)

Наибольшая в отрасли устойчивость к ливням (20–210 мм/ч)

Самая сильная в отрасли снегопадная среда (50 мм/ч)

HUAWEI

Интеллектуальная Стринговая Энергосистема с Формированием Сети: LUNA2000 — Шесть Ключевых Возможностей Сетевого Формирования, Лидирующих в Отрасли



Первая в мире интеллектуальная стринговая платформа накопления энергии с формированием сети

Первый в мире сертификат характеристик SOC высшего уровня

Первый в мире сертификат безопасности высшего уровня

Ток короткого замыкания	Инерция	Подавление широкополосных колебаний	Первичное регулирование частоты	Чёрный старт	Переключение между режимами «сеть/автономно»
1–6× против 1,2× реактивного тока	0–20 с против 3–12 с постоянной времени инерции	0,1–100 Гц против 0,1–2,5 Гц	200 мс против 700 мс времени реакции на уровне станции	10 мин при GW против 1 ч при MW	0 мс при VSG против 20 мс при переходе от PQ к VSG

HUAWEI

Интеграция Фотовольтаики и Накопителей Энергии Открывает Новую Эпоху Сетевого Формирования во Всех Сценариях



New

SUN2000-400+KTL



New

LUNA2000-5.0MWH



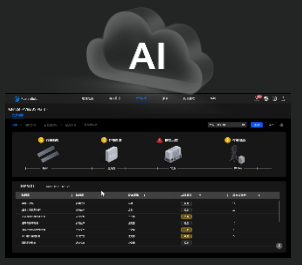
New

LUNA2000-PCS-SKID



New

SPPC+SPMS



New

FusionSolar Agent

Архитектура фотоэлектрическо-накопительной технологии с формированием сети

Системная архитектура

Алгоритмы формирования сети

Управляющие чипы

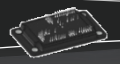
Фокус на продуктах

Watt/Heat/Battery

Высокодоступная стринговая архитектура

Технология координированного управления «фотовольтаика + накопитель»

Технология многоуровневой модуляции амплитуды и частоты напряжения



IGBT

Высокоперегружаемые, высоконадёжные силовые модули

Bit

Высокобезопасная двухуровневая силовая архитектура

Технология автономной синхронизации нескольких машин

Интеллектуальные цифровые управляющие чипы с высокой вычислительной мощностью

Открытая экосистема

Станционная платформа аппаратно-программной интеграции

Технология 100% синхронизации формирования сети множества фотоэлектрическо-накопительных станций

Широкополосная технология самостабилизации и управления стабилизацией

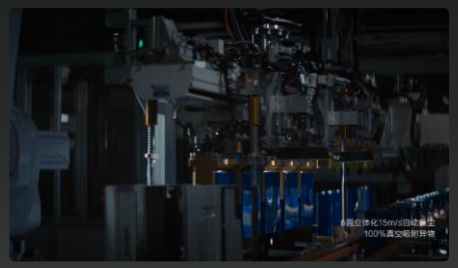


Чипы HiSilicon

HUAWEI

От Ячейки к Сети: Проектирование, Заново Определяющее Безопасность Накопителей Энергии

Ячейки К Сети



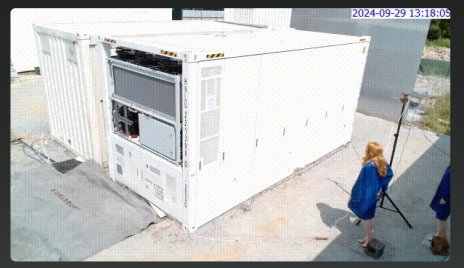
Совместное определение и разработка аккумуляторных элементов, выделенная производственная линия, CPK > 1,67



Максимально безопасная конструкция батарейного блока: тепловой разгон не распространяется за пределы блока



Направленное дымоудаление на уровне кластера, без ограничений на протяжении всего жизненного цикла

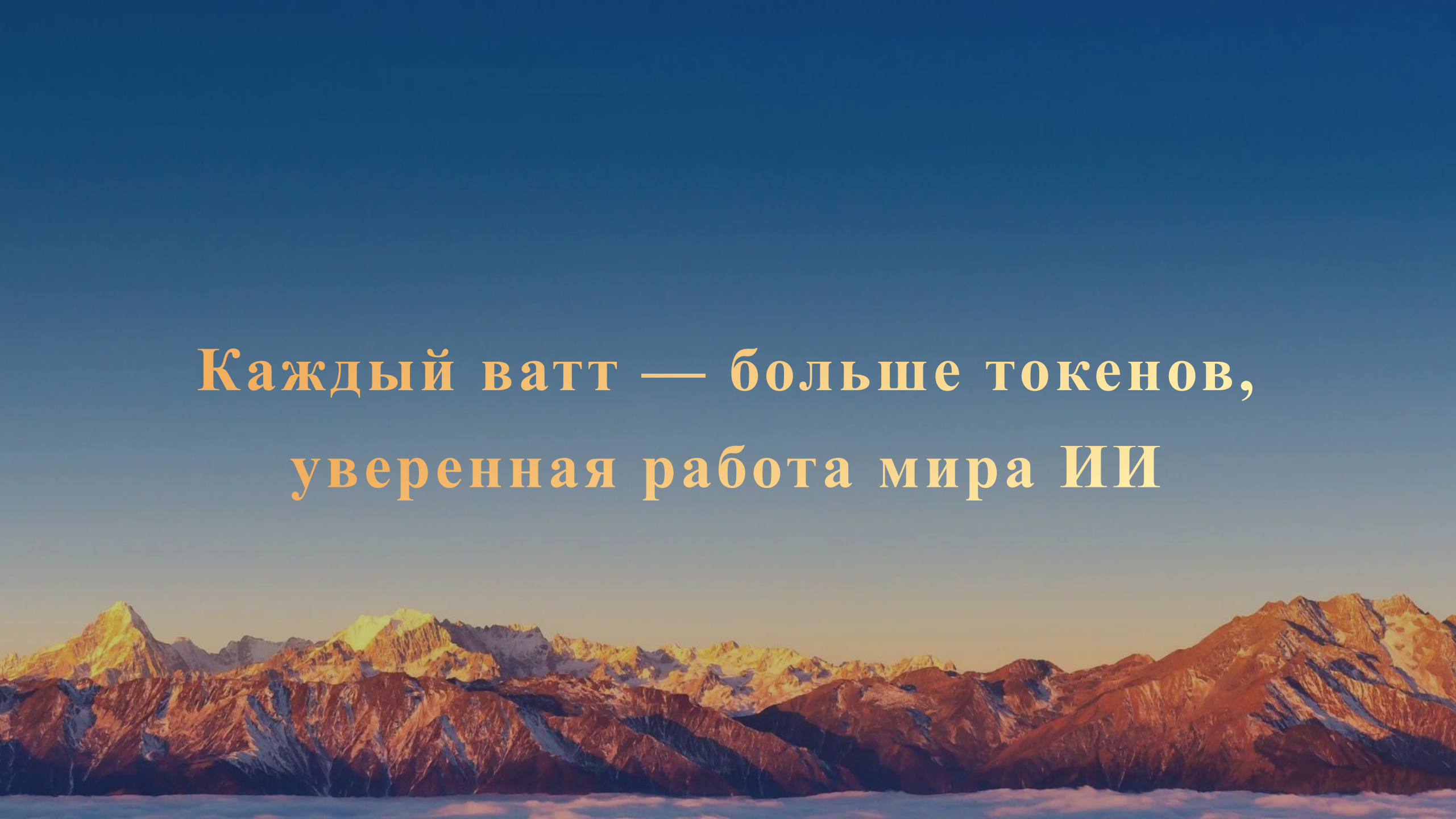


Направленный сброс давления — безопасно для людей



Двухуровневая архитектура со стринговыми преобразователями — отсутствие рисков при возмущениях в энергосети

HUAWEI


Каждый ватт — больше токенов,
уверенная работа мира ИИ