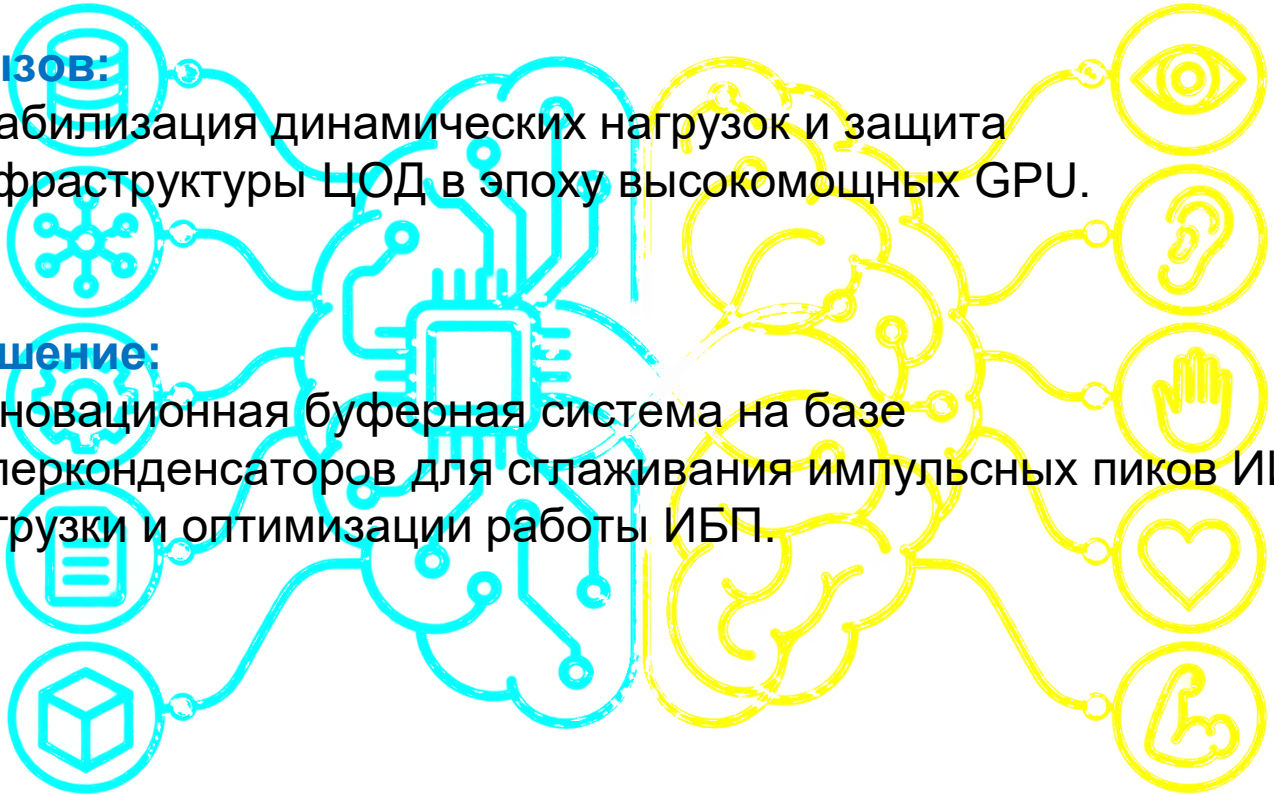
Delta Electronics APURA: Энергетический щит для ИИ-фабрик



DCS EMEA Central Asia and the Caucasus, Andrey Zuev
11/2026

Вызов и Решение

Вызов:
Стабилизация динамических нагрузок и защита инфраструктуры ЦОД в эпоху высокомощных GPU.



Решение:
Инновационная буферная система на базе суперконденсаторов для сглаживания импульсных пиков ИИ-нагрузки и оптимизации работы ИБП.

Основные положения ИИ-инфраструктуры

От математических моделей к физическому железу

Искусственный Интеллект (ИИ) и Нейросети:

ИИ

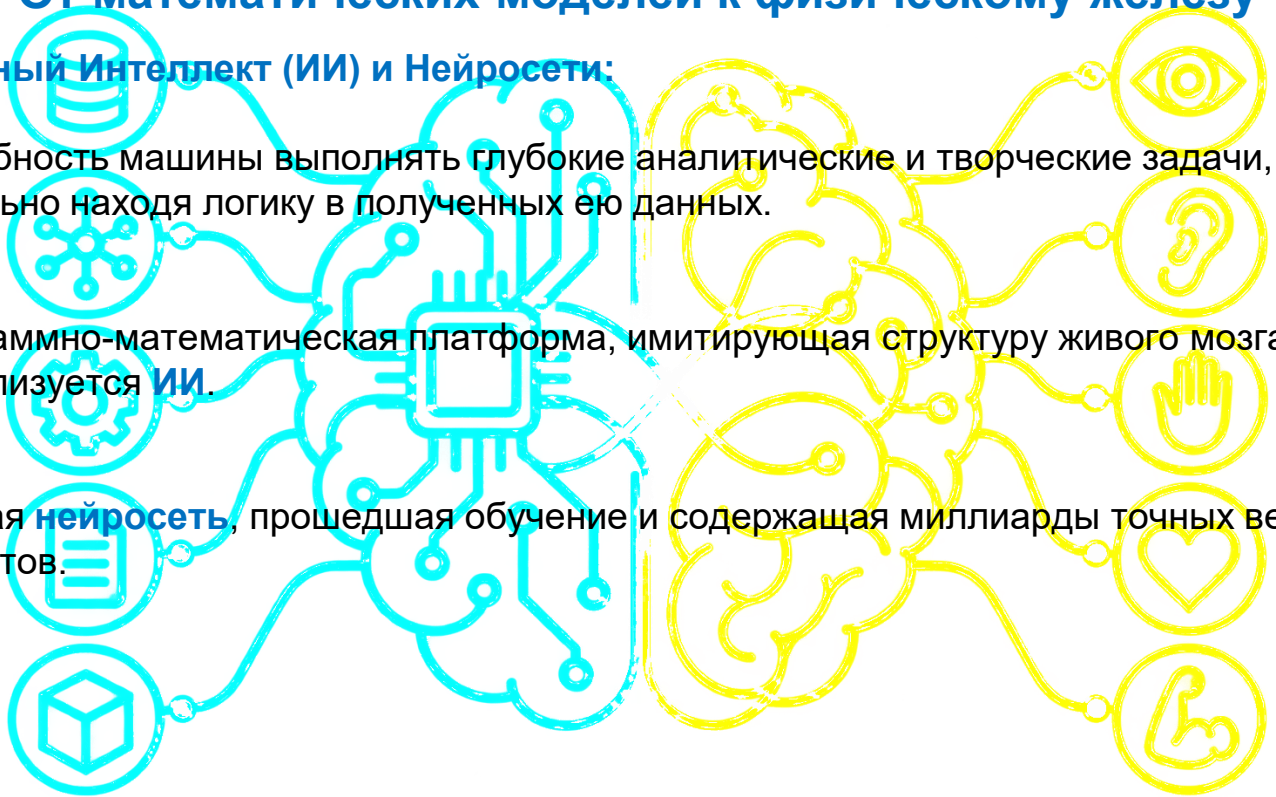
— это способность машины выполнять глубокие аналитические и творческие задачи, самостоятельно находя логику в полученных ею данных.

Нейросеть

— это программно-математическая платформа, имитирующая структуру живого мозга, на базе которой реализуется **ИИ**.

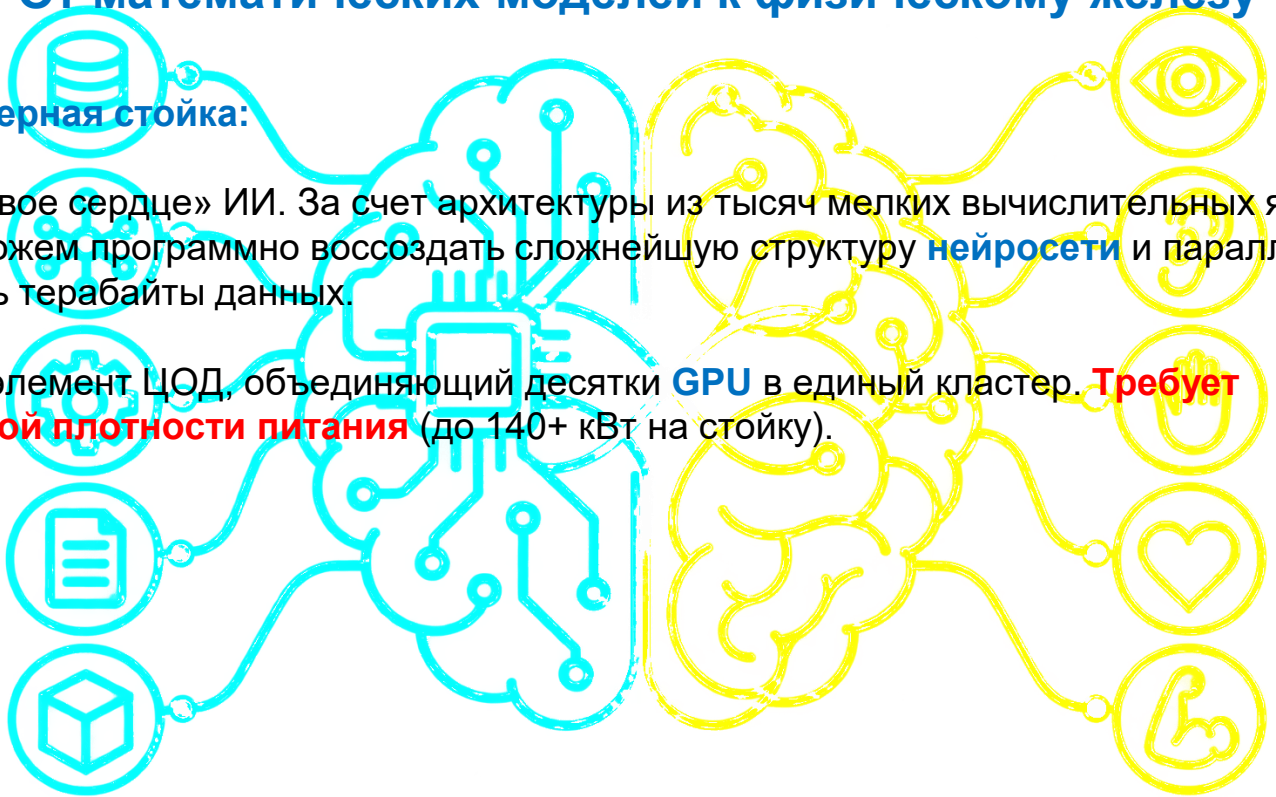
Модель ИИ:

— Конкретная **нейросеть**, прошедшая обучение и содержащая миллиарды точных весовых коэффициентов.



Основные положения ИИ-инфраструктуры

От математических моделей к физическому железу



GPU и Серверная стойка:

Чип GPU:

— «Кремниевое сердце» ИИ. За счет архитектуры из тысяч мелких вычислительных ядер (Tensor Cores) мы можем программно воссоздать сложнейшую структуру **нейросети** и параллельно перемножать терабайты данных.

Стойка ИИ:

— Базовый элемент ЦОД, объединяющий десятки **GPU** в единый кластер. **Требует колоссальной плотности питания** (до 140+ кВт на стойку).

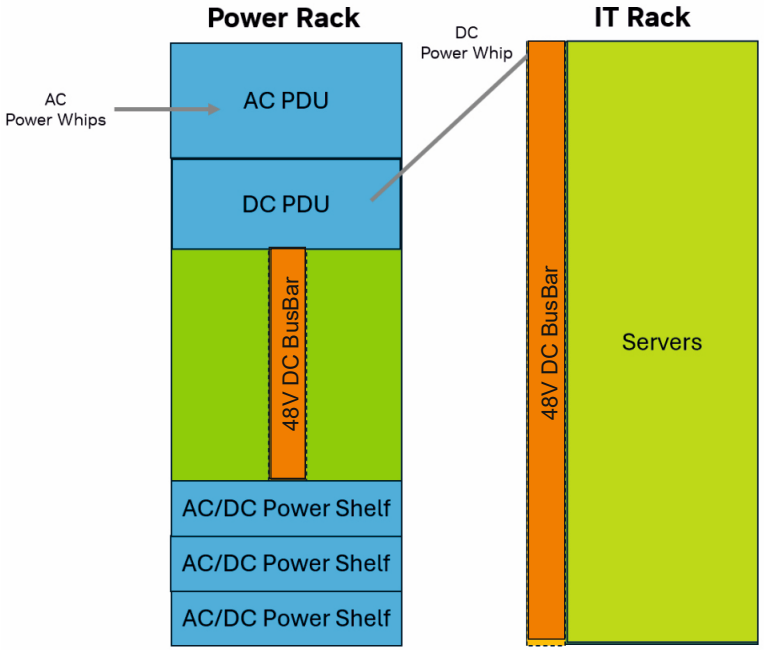
Архитектура ИИ-стойки и инфраструктурный вызов

Вызов: Обеспечить питанием и охлаждением экстремальную плотность ИИ-вычислений

Двухстоечная топология (Dual-Rack Layout): Для работы современных Супер-моделей ИИ-инфраструктура физически разделяется на два взаимосвязанных шкафа:

Стойка питания (Power Shelf Unit): Содержит централизованную полку питания (**Power Shelf**) из массива мощных выпрямителей. Она принимает переменный ток высокого напряжения из сети ЦОД и трансформирует его в **48 В постоянного тока (DC)**.

Вычислительная стойка (Compute Rack): Плотный массив ультратонких **1U-серверов**, которые задвигаются в шкаф и через ножевые разъемы автоматически подключаются к вертикальным медным шинам питания 48 В.



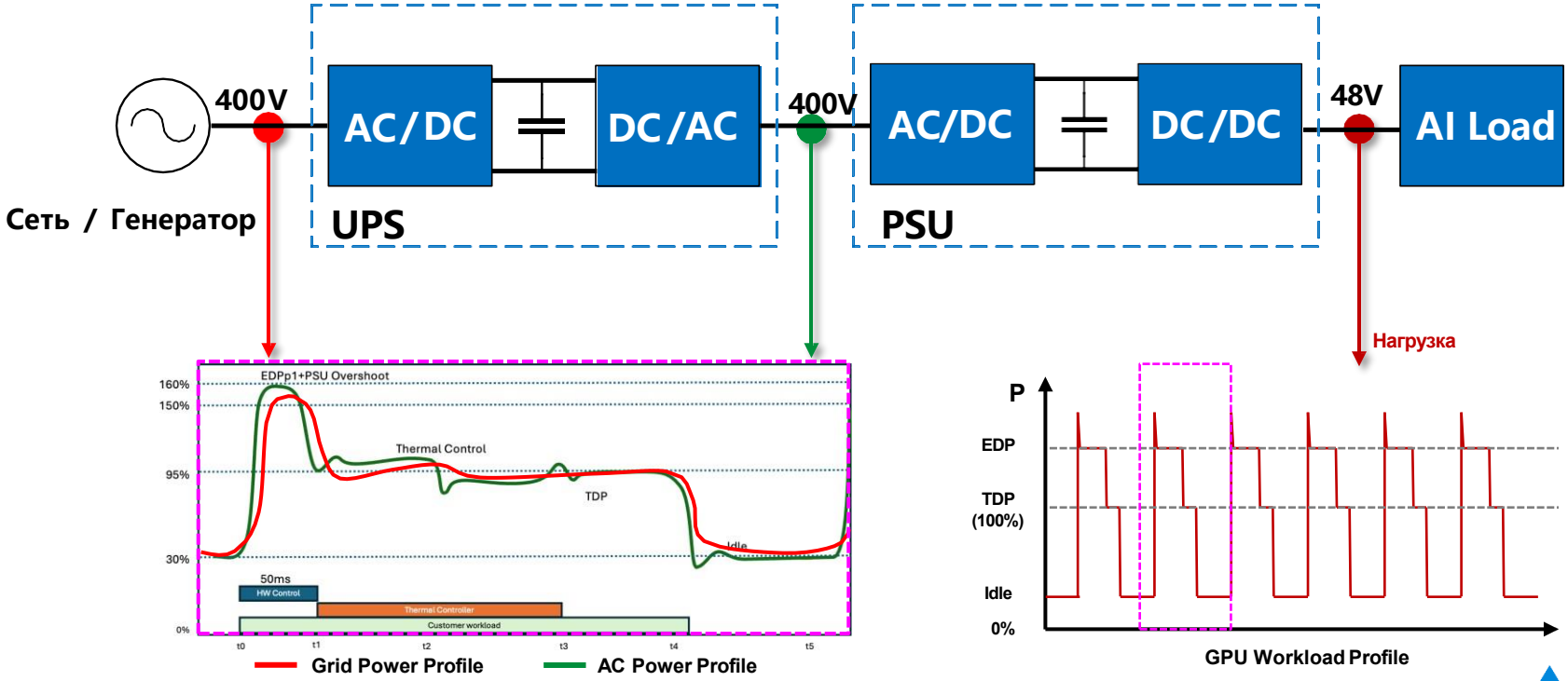
Архитектура ИИ-стойки и инфраструктурный вызов

Экстремальные токи и броски нагрузки:
Внутри каждого 1U-сервера находятся «кремниевые сердца ИИ» — **4 мощных чипа GPU**.
Из-за колоссальной плотности вычислений один тонкий 1U-сервер потребляет около **5 кВт**, забирая с шины 48 В ток порядка **100 Ампер**.
При синхронном запуске тензорных матричных преобразований на тысячах ядер возникают **мгновенные броски токов (di/dt удары)**, лавинообразно нагружающие энергосистему.

Инфраструктурный барьер — Охлаждение (это другая история):
Суммарная мощность такого двухстоечного комплекса достигает **140 кВт и более** на один стойку.
Выделение 5 кВт тепла в объеме всего 1U делает классическое воздушное охлаждение неэффективным. Система требует обязательного внедрения **прямого жидкостного охлаждения (Direct Liquid Cooling)**, где хладагент подводится прямо к кристаллам чипов.

Проблема ЦОД: Экстремальные токи и стресс для ИБП

Типовая структура электропитания ИИ-нагрузки в ЦОД



Проблема ЦОД: Экстремальные токи и стресс для ИБП

«Эффект расчески» — ЧИМ-вычисления нейросети разрушают ШИМ-инвертор ИБП

1200 Ампер на чип: Напряжение на ядрах GPU составляет всего **~0.8 В**. Чтобы обеспечить чип мощностью в 1000 Вт, локальные фазы питания (VRM) на плате 1U-сервера суммируют ток до фантастических **1200 А при 0.8 В** (до 5000 А на лоток!).

Импульсный хаос нагрузки: Характер работы нейросети — частотно-импульсная модуляция (ЧИМ), пулеметные очереди вычислений (фазы Prefill / Decoding). Синхронный старт тысяч ядер GPU за наносекунды порождает лавинообразные **di/dt удары тока** (взлет от 10% до 100% мощности мгновенно).

Тепловой шок силовой электроники: Этот ЧИМ-импульс пробивает Power Shelf обратно в сеть переменного тока (AC). Высокочастотный ШИМ-инвертор онлайн-ИБП физически не успевает динамически отработать микросекундные всплески, что приводит к:

Перегреву и ускоренному износу IGBT-полупроводников инвертора ИБП.

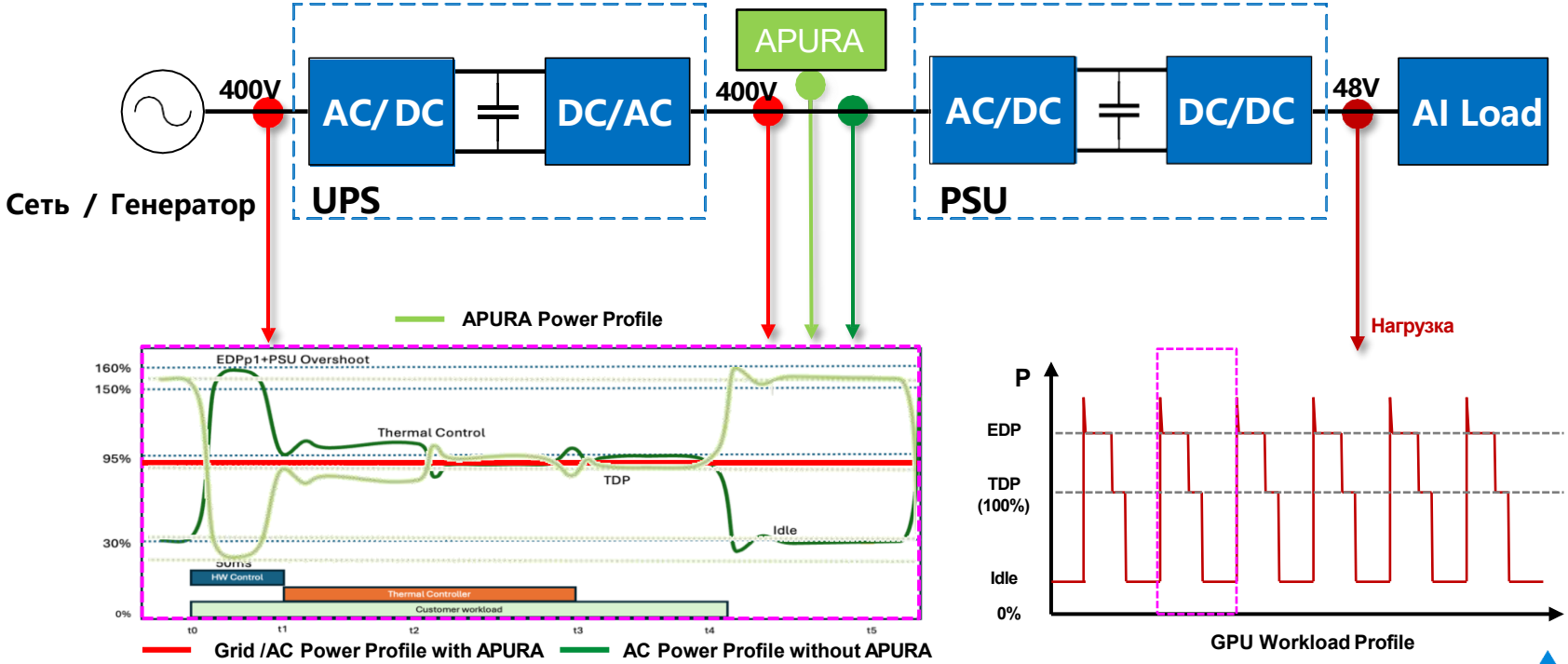
Глубоким просадкам напряжения (*Voltage Sags*) и риску ложного срабатывания защиты.

Вынужденной переплате за избыточную мощность ИБП (Oversizing) ради компенсации пиков

Точка интеграции Delta Electronics APURA

Идеальный физический буфер энергии

Структура электропитания ИИ-нагрузки в ЦОД с применением APURA



Принцип работы: Физика суперконденсаторов

APURA - Advanced Power Utilization and Regulation Appliance/Усовершенствованное Устройство для управления энергопотреблением

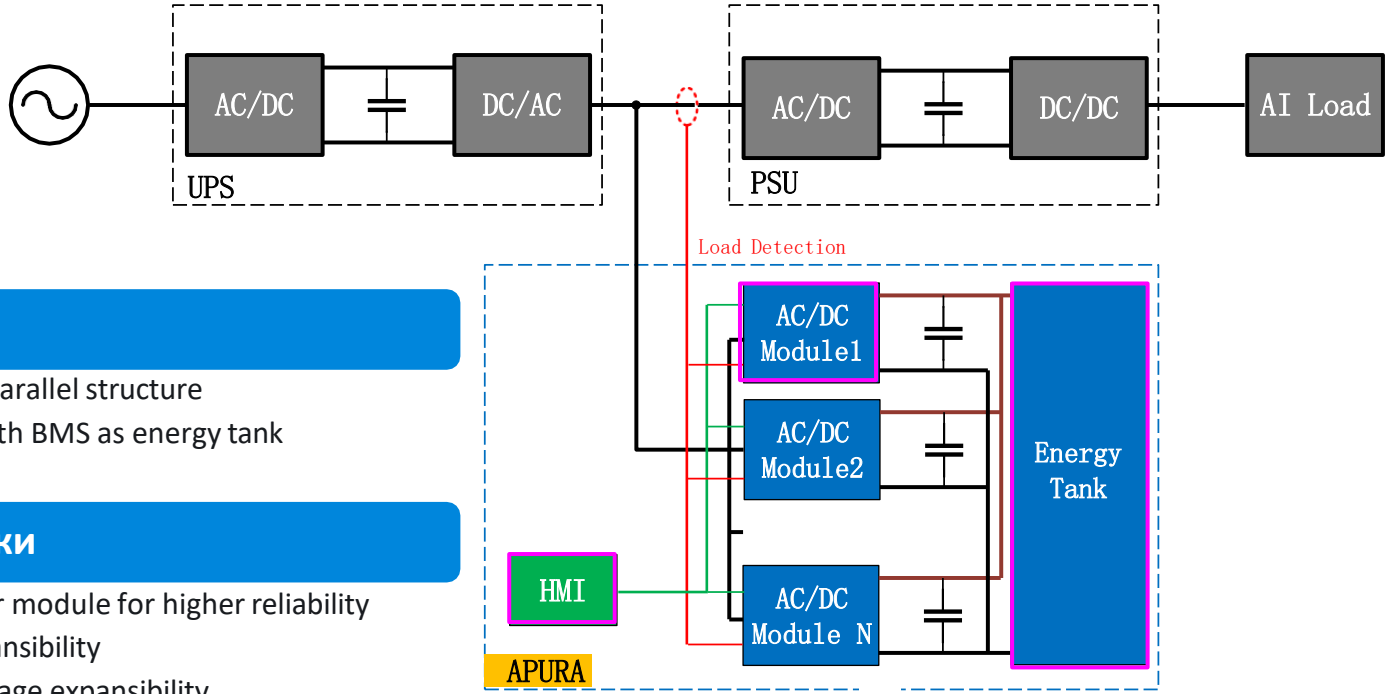
Почему суперконденсаторы, а не аккумуляторы?

Мгновенный заряд и разряд: Аккумуляторы работают на медленной химии — они могут быстро отдать ток, но не успевают зарядиться за миллисекунды между импульсами ИИ. Суперконденсаторы LIC (Lithium-Ion Capacitors) работают на электростатическом принципе: они **заряжаются и разряжаются одинаково мгновенно**.

Динамическая компенсация:
В микросекунду скачка тока (GPU Spike) APURA мгновенно разряжает суперконденсаторы, обеспечивая Power Shelf мощностью локально.
В микропаузу вычислений APURA мгновенно подзаряжается от сети стабильным низким током.

Идеальный результат: Дикие «скалы» ИИ-нагрузки полностью нивелируются. Инвертор ИБП видит только **плавную, предсказуемую и ровную горизонтальную линию нагрузки**.

APURA общая информация



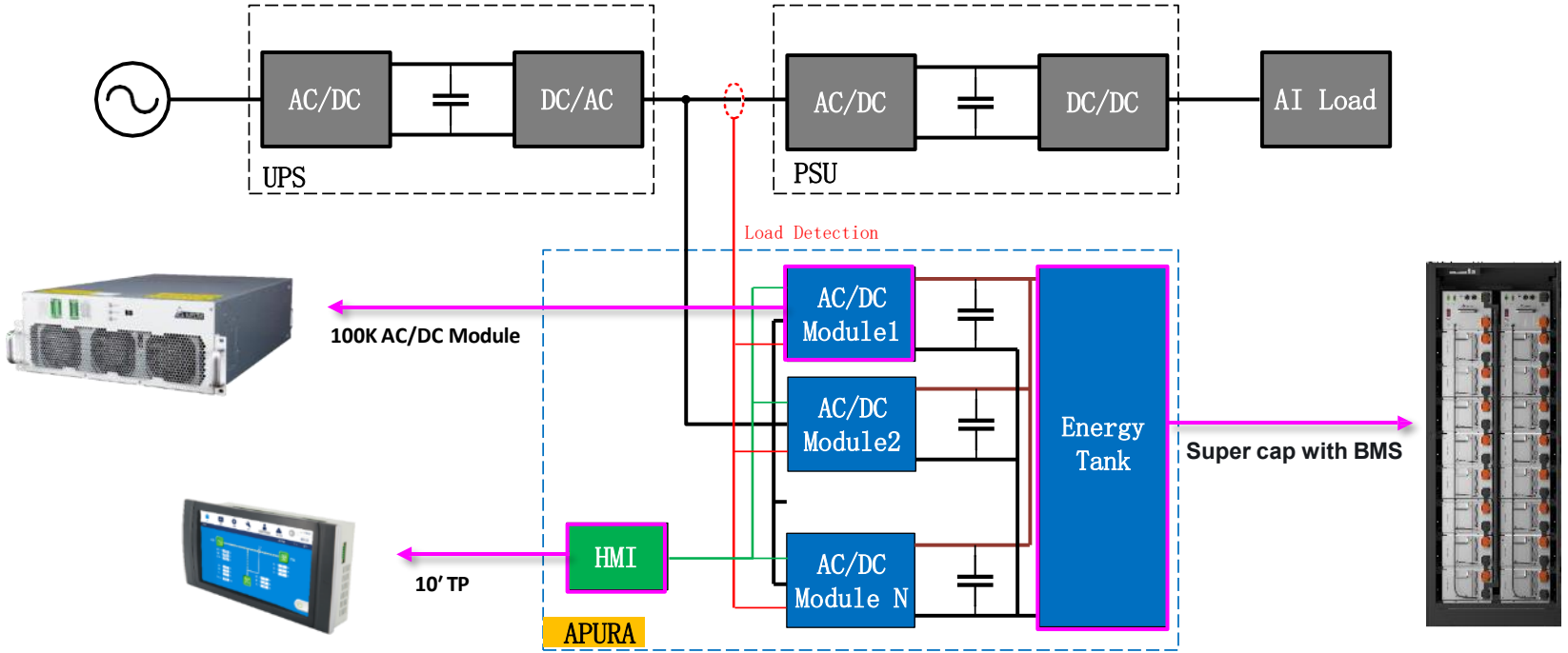
Структура

- Modular AC/DC parallel structure
- Super cap (SC) with BMS as energy tank
- 10’ TP as HMI

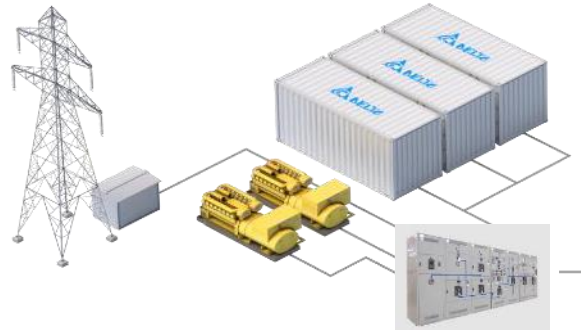
Характеристики

- Redundant power module for higher reliability
- Good power expansibility
- Good energy storage expansibility

APURA общая информация



ИБП и APURA совместная интеграция



Demonstrates different devices integrated in system connection



Li-ion Battery LZH



DPH G3 1250kVA



ACCT APURA



AI Workload

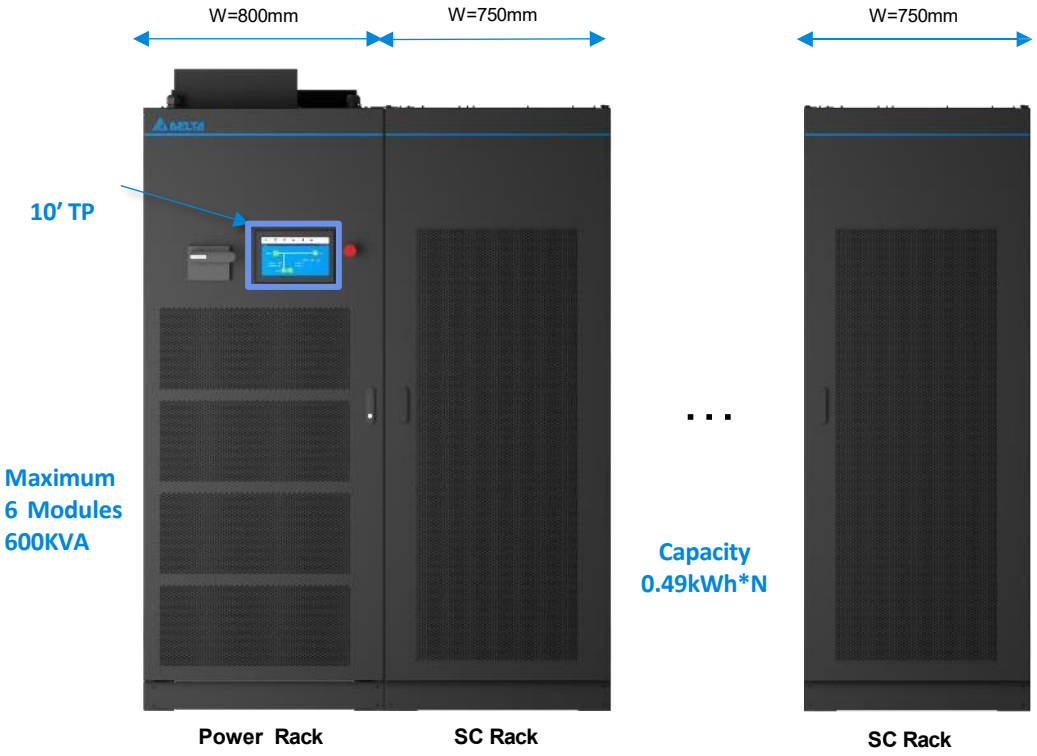
Система APURA



Управляйте влиянием рабочих ИИ нагрузок и оптимизируйте производительность

- Снятие пиков и заполнение впадин
- Управление скоростью изменения тока
- Возможность компенсации реактивной составляющей нагрузки
- Сглаживание тока в сети в условиях импульсной нагрузки

APURA – одиночная система



- Single system supports max 600KVA
- SC capacity selected as need w/ BMS
- SC capacity = 0.49kWh
- ≤ 0.98kWh in one SC cabinet
- Air forward in and upward out
- Pluggable module for easy maintain
- Footprint = 800mm（750mm）*1000mm

Single Cabinet Size (W*D*H) ≈ W*1000mm*2100mm

APURA – параллельная система



I/O Rack
(If Power Rack > 2)

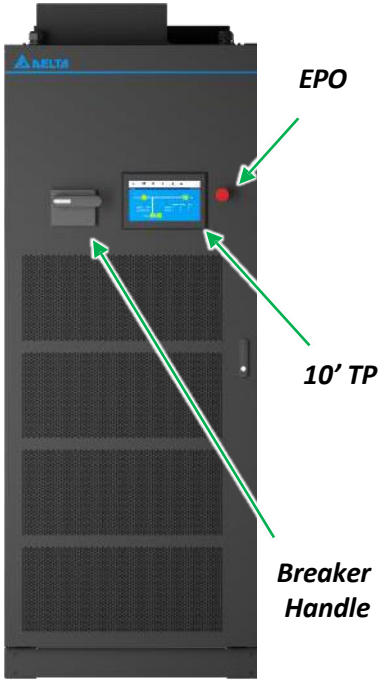
1st

2nd

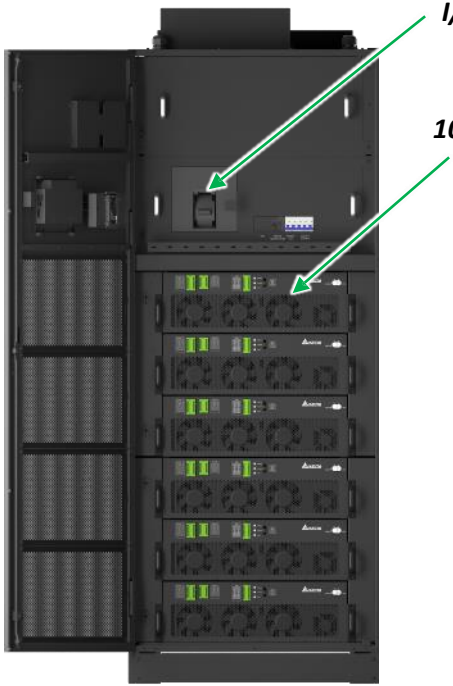
nth

Power rack with one Supercapacitor rack (W*D*H) ≈ 1550*1000mm*2100mm

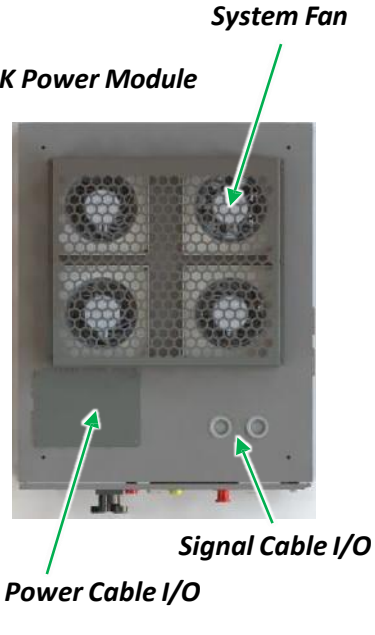
APURA – силовая стойка



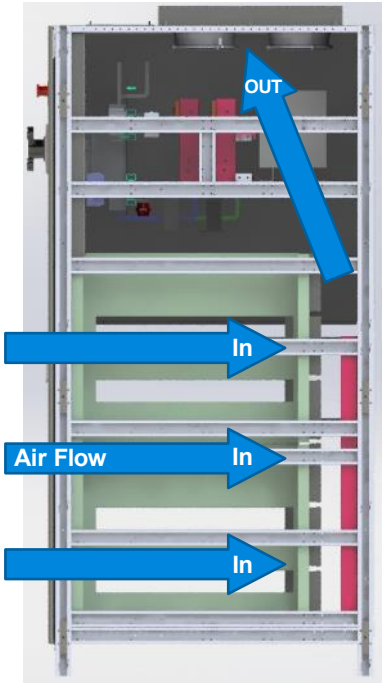
Front View



Front View (Open Door)

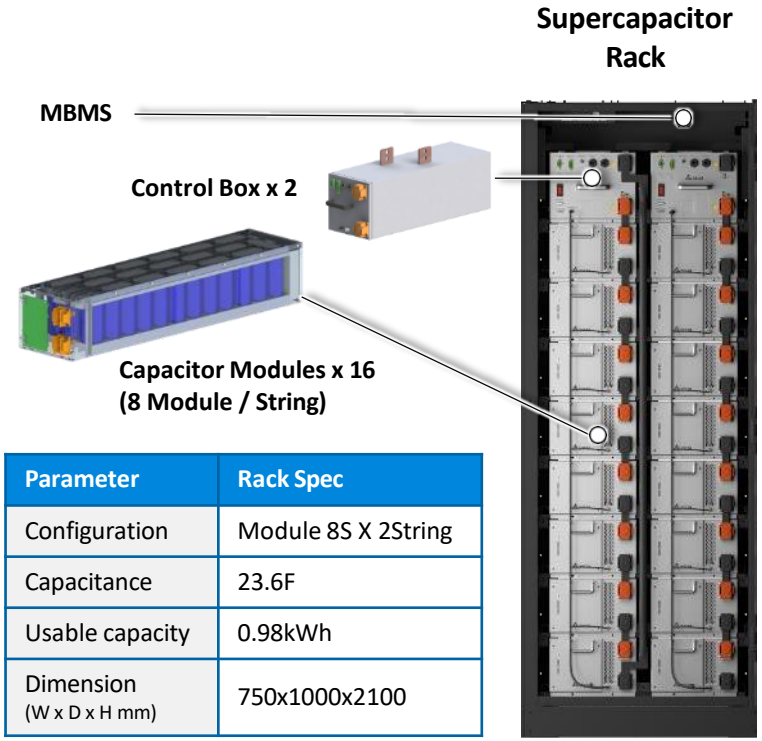


Top View

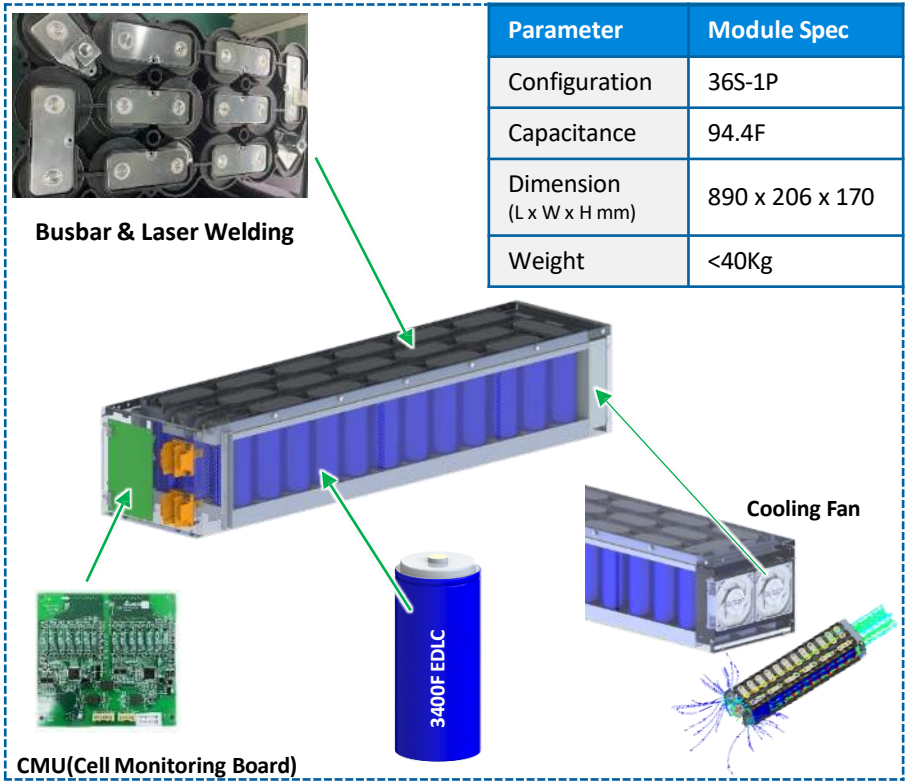


Right Side View

APURA – стойка супер конденсаторов



Parameter	Rack Spec
Configuration	Module 8S X 2String
Capacitance	23.6F
Usable capacity	0.98kWh
Dimension (W x D x H mm)	750x1000x2100



Parameter	Module Spec
Configuration	36S-1P
Capacitance	94.4F
Dimension (L x W x H mm)	890 x 206 x 170
Weight	<40Kg

APURA спецификация

		APURA
Input Data	Nominal Voltage	380/ 400/ 415 Vac, 3P3W+PE
	Nominal Frequency	50/60 ±5% Hz
	THDi	<2.5% with THDv <1% (full load)
Compensation	Capability	600kW / 1s one Super Capacitor rack
	Function	Peak shaving & Valley filling Current slew rate control Compensate load reactive component
Efficiency	Power Module	>97.5%
Response time		<10ms
Environment	Operation altitude	0 to 2000m. Up to 1000 meters above sea level without derating.
	Operation temperature	-10°C ~ 40°C with full output, 40°C ~ 50°C, de-rating 2% each 1°C,
Conformance	Safety	CE, IEC/ EN 6368-1
	EMC	IEC/ EN61000
Physicals	Dimension W x D x H (mm)	Power Rack 800 x 1000 x 2100, Super Capacitor Rack 750 x 1000 x 2100
	Weight (kg)	Power Rack 750kg, Super Capacitor Rack 1010kg

Экономический эффект и надежность (TCO)

Почему суперконденсаторы, а не аккумуляторы?

Снижение CAPEX (Устранение Oversizing): Больше не нужно переплачивать и покупать ИБП двойной мощности ради компенсации пиковых токов GPU. ИБП подбирается строго под номинальную мощность.

Продление ресурса ИБП и АКБ: Полное исключение теплового и динамического стресса IGBT-инвертора. Центральный ИБП больше не «дергает» аккумуляторные батареи на микросекундные всплески, сохраняя их жизненный цикл.

Надежность Grid-to-Chip (99%+ КПД): За счет ультранизкого внутреннего сопротивления суперконденсаторов, APURA работает с КПД выше 98-99%. Гарантированное отсутствие просадок напряжения обеспечивает непрерывную работу ИИ-моделей без сбоев.

Delta APURA — умная сила для умных вычислений.

Smarter. Greener. Together.