

Delta Electronics APURA: Энергетический щит для ИИ-фабрик

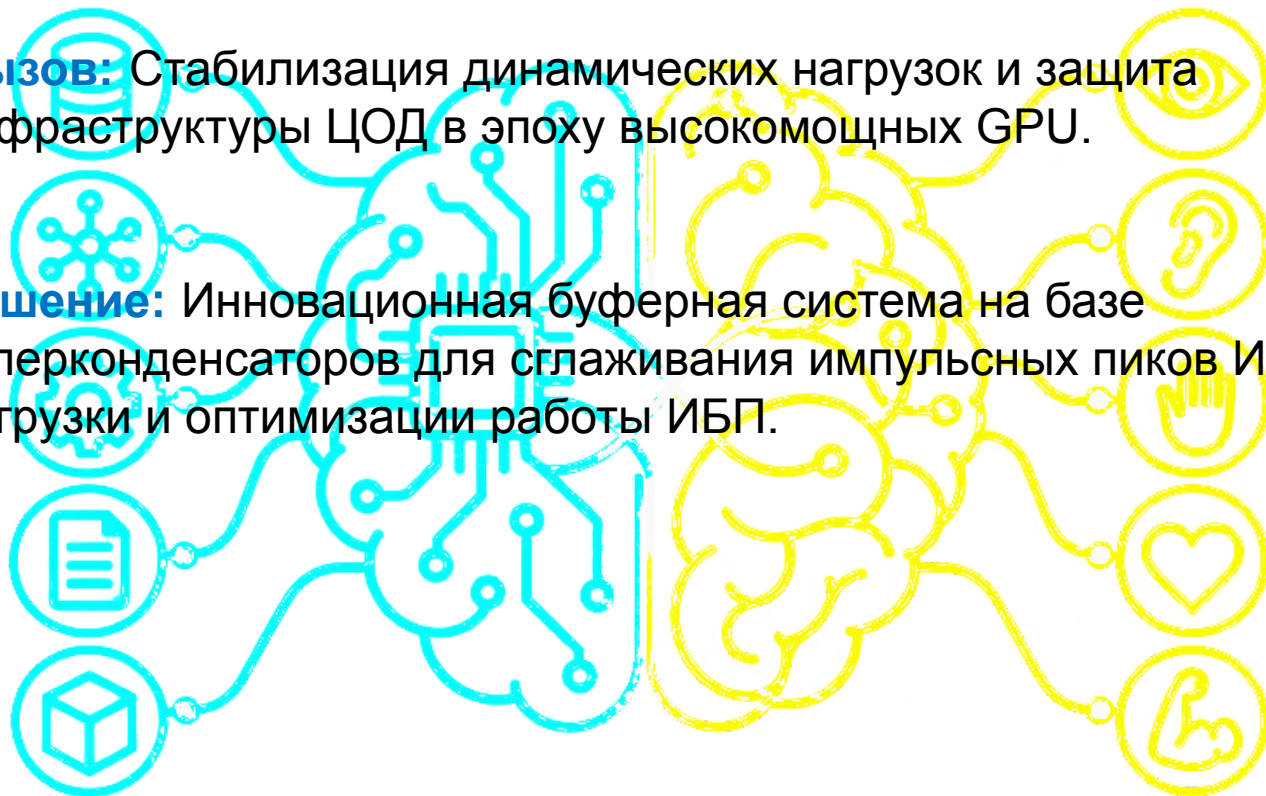
DCS EMEA Central Asia and the Caucasus, Andrey Zuev
09/2026



Вызов и Решение

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

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):

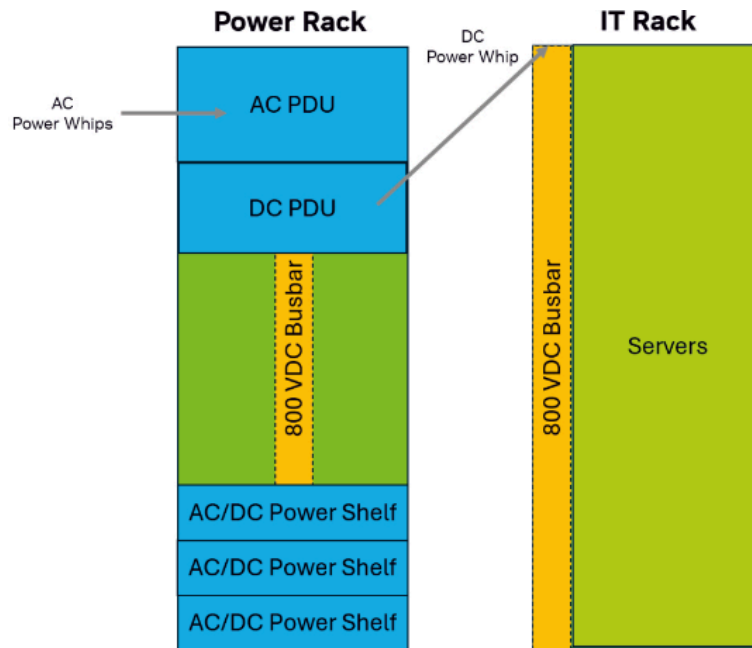
Для работы современных Супер-моделей ИИ-инфраструктура физически разделяется на два взаимосвязанных шкафа:

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

«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). Высоочастотный ШИМ-инвертор онлайн-ИБП физически не успевает динамически отработать микросекундные всплески, что приводит к:

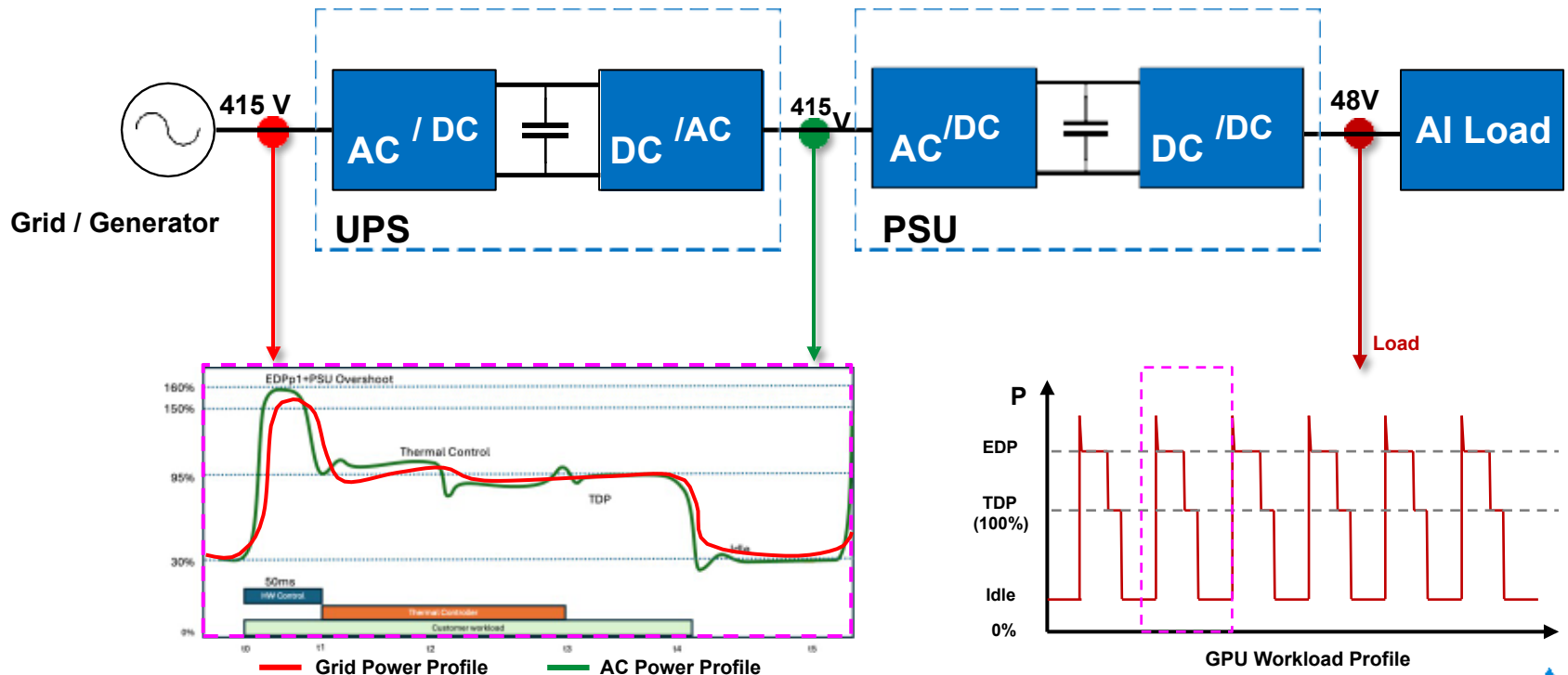
Перегреву и ускоренному износу IGBT-полупроводников инвертора ИБП.

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

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

Проблема ЦОД: Экстремальные токи и стресс для ИБП

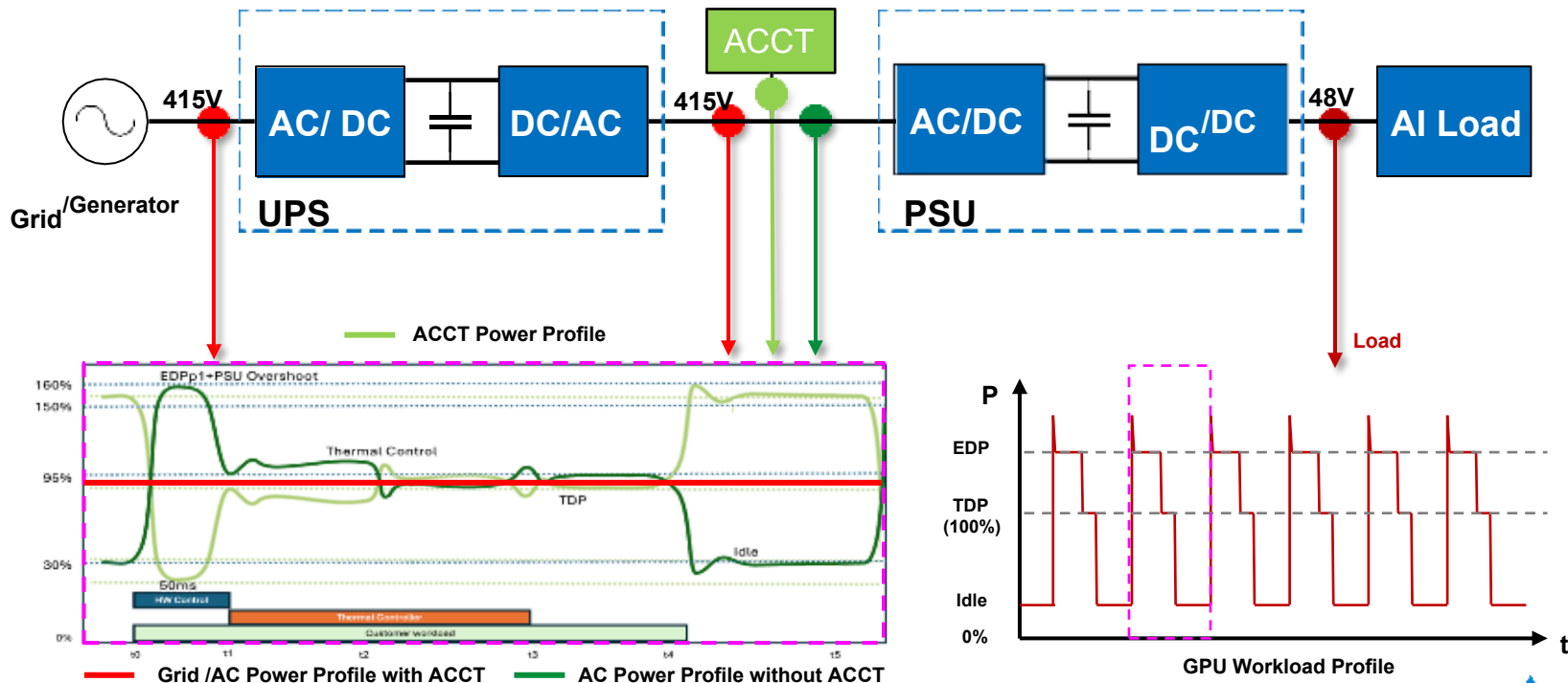
One Typical Power Structure Of AI Load In Datacenter



Точка интеграции Delta Electronics APURA

Идеальный физический буфер энергии

One Typical Power Structure Of AI Load In Datacenter



Принцип работы: Физика суперконденсаторов

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 (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**.

ACCT Specification

		APURA
Input Data	Nominal Voltage	380/ 400/ 415 Vac, 3P3W+PE
	Nominal Frequency	50/60 $\pm$ 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 (ТСО)

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.

