

# Инновационные решения в области кондиционирования IT и Телеком объектов



**DLC (прямое жидкостное охлаждение) –  
знания, опыт, решения**

Ирина Арпина,  
заместитель генерального директора  
HTS

Юрий Мигаль,  
руководитель департамента внедрения и эксплуатации  
РСК Технологии (Группа компаний РСК)

[www.h-ts.ru](http://www.h-ts.ru)

## О компании HTS

- Крупнейший дистрибьютор систем прецизионного охлаждения в РФ
- С 1991 г. на рынке кондиционирования ЦОД и технологических помещений
- Офисы в Москве и Санкт-Петербурге, сервис-партнеры по России
- Горячая линия технической поддержки



Прецизионные  
кондиционеры



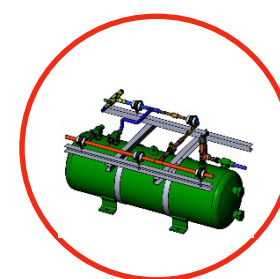
Моноблочные  
кондиционеры



Чиллеры



Градирни





Устройства  
зимнего пуска



Учебный  
VR-тренажер

# Архитектура и исходные данные: мы знаем, как устроена система

- Используем полный опросный лист, заимствованный из практики РСК: фиксируем тепловые и гидравлические параметры нагрузки, требуемые температурные перепады, свойства теплоносителя (PG, EG, диэлектрики), а также «часто упускаемые» параметры – габариты, массу, фильтрацию, химическую совместимость.
- Учитываем климатические особенности, профиль источника холода (чиллер, dry cooler, адиабатический охладитель) и сезонную доступность free-cooling уже на этапе сбора данных.

Опросный лист для модернизации ЦОД технологией прямого жидкостного охлаждения

Параметр	Значение / единицы измерения	Требуемое / имеющееся значение
Регион		
Действующий ЦОД	да	
	нет	
Новый ЦОД	да	
	нет	
Greenfield (создание ЦОД «с нуля» на новом, ранее не застроенном участке, без ограничений, связанных с существующей инфраструктурой или устаревшими системами)	да	
	нет	
Brownfield (модернизация или расширение существующего ЦОДа или использование старых промышленных объектов)	да	
	нет	
<b>Укажите параметры существующего ЦОД при его модернизации</b>		
IT мощность	кВт	
Подведенная мощность	кВт	
Возможная максимальная подведенная мощность	кВт	
Свободная мощность на ИБП	кВт	
Свободная мощность на ДГУ/сети	кВт	
Количество стоек ЦОД/машинный зал	шт.	
Наличие сертификата TIER	3\4\нет	
<b>Укажите целевые параметры ЦОД с прямым жидкостным охлаждением (DLC) после модернизации или строительства</b>		
Целевая мощность IT	кВт	
Целевая мощность на стойку	кВт	
Целевая мощность IT на DLC	кВт	
Модернизация ЦОД/машинный зал	да\нет	
Новый машинный зал с DLC	да\нет	
Требование по резервированию оборудования DLC	N+R	
Требование к сертифицированию DLC по UI TIER	3\4\нет	
Установка DLC в стандартные 19" стойки	да\нет	
Интеграция системы XC DLC в существующую\центральную XC	да\нет	

# Расчёт и подбор CDU: мы знаем, что и как считать

- Проводим тепловой расчёт с поправкой на реальные свойства гликолевых смесей (PG 25%, EG 40%), точно выводим требуемый расход через выбранный  $\Delta T$  в технологическом контуре.
- Выполняем полный гидравлический расчёт: суммируем сопротивления контурных элементов, определяем рабочую точку насосов в зоне максимального КПД, учитываем влияние гликоля на потери давления.



# Расчёт и подбор CDU: мы знаем, что и как считать

- Прогнозируем и закладываем в баланс электрическую мощность насосов и электроники CDU как дополнительное тепловыделение – особенно значимое для установок мегаваттного класса.
- Используем унифицированные инженерные шаблоны расчётной записки (сводная таблица мощностей, насосные и системные кривые, риски и допущения) – это позволяет избежать типовых ошибок и унифицировать проектную документацию.

ШАБЛОН РАСЧЁТНОЙ ЗАПИСКИ (ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ)		
Название проекта: _____	Инженер: _____	Дата: _____
<input type="checkbox"/>	<b>1</b> Введение	• Краткое описание зоны DLC, объёма и цели расчёта.
<input type="checkbox"/>	<b>2</b> Исходные данные	• Перечень полученных данных от заказчика (см. опросный лист). • Принятые допущения.
<input type="checkbox"/>	<b>3</b> Тепловой расчёт	• Сводная таблица мощностей (серверы, стойки, суммарно). • Расчёт расхода при принятом $\Delta T$ (формула + численные значения). • Корректировки для гликолей, дизэлектриков.
<input type="checkbox"/>	<b>4</b> Гидравлический расчёт	• Перечень сопротивлений (cold plates, коллекторы, БРС, шланги). • Схема трубопроводов и длины. • Расчёт падения давления и подбор насоса(ов). • График насосной кривой и рабочая точка.
<input type="checkbox"/>	<b>5</b> Подбор теплообменника и расчёт КПД CDU	• Тип теплообменника (пластинчатый/трубчатый), площадь/коэффициент теплопередачи. • Запас по мощности: рекомендуемый %.
<input type="checkbox"/>	<b>6</b> Резервирование и надёжность	• Схема резервирования насосов/критических компонентов. • Резервные сценарии и их влияние на рабочие параметры.
<input type="checkbox"/>	<b>7</b> Учет насосного тепла и дополнительные потери	• Расчёт электрической мощности насосов и добавляемое тепловыделение.
<input type="checkbox"/>	<b>8</b> Взаимодействие с facility-контуром	• Требования к supply/return чиллера или drycooler. • Рекомендации по buffer tank и decoupling.
<input type="checkbox"/>	<b>9</b> Риски и допущения	• Перечень основных рисков и влияющих факторов.
<input type="checkbox"/>	<b>10</b> Выводы и рекомендации	• Краткие технические рекомендации и рекомендации по дальнейшим шагам.

# Системный подход и практика внедрения: мы знаем, зачем нужны правила

- **Рассчитываем высокотемпературные режимы и потенциал free-cooling**

Адаптируем решение под любые источники холода с учётом российского климата — без привязки к конкретному оборудованию.

- **Подбираем оборудование для DLC по лучшим отраслевым практикам**

Учитываем ограничения параллельной работы CDU и насосов, предусматриваем защиту от гидравлической разбалансировки.

- **Закрываем практические потребности эксплуатации**  
Держим склад ЗИП для CDU, выполняем пусконаладку, подбираем недостающие датчики и интегрируем систему в верхнеуровневую автоматизацию.

### ПРИМЕР РАСЧЁТА С ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ PG25

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ (PG 25%)			2. ТЕПЛОВЫЙ РАСЧЁТ		3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ						
Пропиленгликоль 25% (PG25) водный раствор			Тепловая нагрузка (Q)	400	кВт	Элемент системы	Кол-во	Сопротивление			
Концентрация пропиленгликоля	% масс.	25	Температура на подаче (t <sub>1</sub> )	40	°С			ζ (коэф.)	Σζ		
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	1030	Температура на обратке (t <sub>2</sub> )	50	°С	Запорная арматура (шаровой кран)	4	0,05	0,20		
Теплоёмкость	кДж/(кг·К)	3,76	ΔТ (t <sub>2</sub> - t <sub>1</sub> )	10	К	Фильтр сетчатый	1	1,50	1,50		
Теплопроводность	Вт/(м·К)	0,45	Теплоёмкость PG25 при средней t (45 °С)	3,79	кДж/(кг·К)	Теплообменник	1	4,00	4,00		
Динамическая вязкость	мПа·с	2,60	Плотность PG25 при средней t (45 °С)	1027	кг/м <sup>3</sup>	Регулирующий клапан	1	2,50	2,50		
Температура замерзания	°С	-10	<b>Расход теплоносителя</b>			Повороты 90°	6	0,30	1,80		
Кинематическая вязкость	мм <sup>2</sup> /с	2,52	$\dot{m} = \frac{Q}{c_p \cdot \Delta T} = \frac{400}{3,79 \cdot 10} = 10,55 \text{ кг/с}$			Тройники	2	0,20	0,40		
<i>i</i> Свойства указаны при 40 °С. В расчётах учитывается зависимость свойств от температуры.			<b>Объёмный расход</b>			<b>Суммарный коэффициент сопротивления Σζ</b>					
			$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{10,55}{1027} = 0,01027 \text{ м}^3/\text{с} = 36,97 \text{ м}^3/\text{ч}$			10,40					
			5. ПОДБОР НАСОСА И РАБОЧАЯ ТОЧКА		4. ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В КОНТУРЕ						
			<b>Результаты подбора насоса</b>			Расход	36,97	м <sup>3</sup> /ч			
			Требуемый расход	36,97	м <sup>3</sup> /ч		Диаметр трубопровода (внутр.)	DN65 (65 мм)			
			Требуемый напор (с запасом 10%)	31	м		Скорость потока	1,12	м/с		
			Выбранный насос	Wilo Stratos MAXO 40/0,5-12		Плотность PG25 (средняя t)	1027	кг/м <sup>3</sup>			
			Рабочая точка насоса	Q = 36,97 м <sup>3</sup> /ч H = 31 м		Динамическая вязкость (средняя t)	2,10	мПа·с			
			КПД насоса в рабочей точке	72		%		Число Рейнольдса	34 700	-	
			Потребляемая мощность	2,35		кВт		Коэффициент трения (λ)	0,024	-	
						Эквивалентная длина трубопровода (L <sub>экв</sub> )	72	м		<b>Потери давления в контуре (ΔP)</b> (с учётом местных сопротивлений)	
						<b>61,2</b>		<b>кПа</b>			
			<b>ИТОГ:</b> Для тепловой нагрузки 400 кВт при параметрах подачи 40 °С и обратки 50 °С и теплоносителя PG25 требуется расход 36,97 м <sup>3</sup> /ч. Суммарные потери давления в контуре составляют 61,2 кПа. Подобран насос с рабочей точкой в зоне максимального КПД.								

# О Группе компаний РСК

- Ведущий российский разработчик инновационных энергоэффективных решений с жидкостным охлаждением для высокопроизводительных вычислений и центров обработки данных
- Более 15 лет специализации на создании комплексных решений для высокопроизводительных (High Performance Computing) и решений для поддержки задач искусственного интеллекта, машинного/глубокого обучения (AI/ML/DL)
- Более 10 лет опыта разработки, производства и эксплуатации CDU. 56 работающих CDU от Санкт Петербурга до Новосибирска.



Сервера РСК  
Торнадо



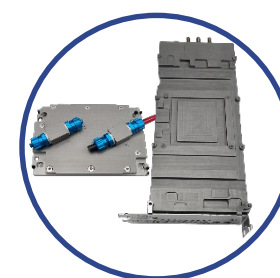
Системы  
хранения данных



Платформа  
оркестрации БазИС



Стойки и шасси



Пластины  
охлаждения CPU/GPU



Модули  
охлаждения (CDU)

# Мы готовы помочь в создании ЦОД для ИИ



- **Без альтернатив: 15 кВт с сервера.**

Более 3 кВт/U невозможно рассеять воздухом. Только прямое жидкостное охлаждение раскрывает потенциал систем уровня NVIDIA HGX B200 и следующих поколений ускорителей.

- **Рекордная плотность: до 500 кВт в 4 стойках**

Архитектура SuperPOD: 32 сервера высочайшей плотности (>120 кВт/стойку) размещаются в 4 стойках. Воздушные системы для этого не пригодны.

- **Эффективность 80/20**

80% тепла (чистая «рабочая» нагрузка) эффективно отводится. Лишь 20% (паразитное тепло) отводится воздухом.

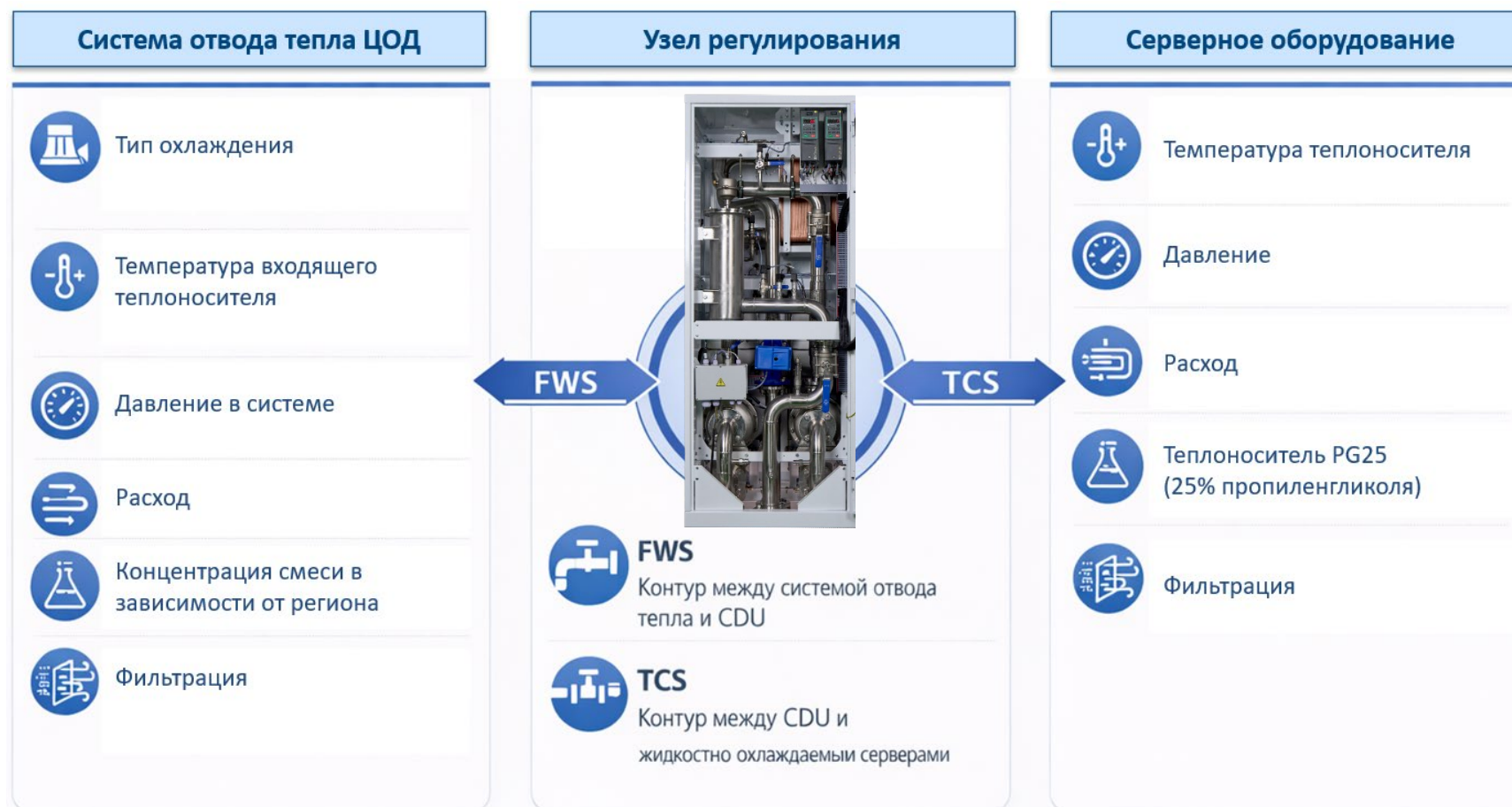
- **Масштаб без компромиссов**

Жидкостное охлаждение — единственная технология, позволяющая строить масштабируемые кластеры для ИИ с прогнозируемым TCO.



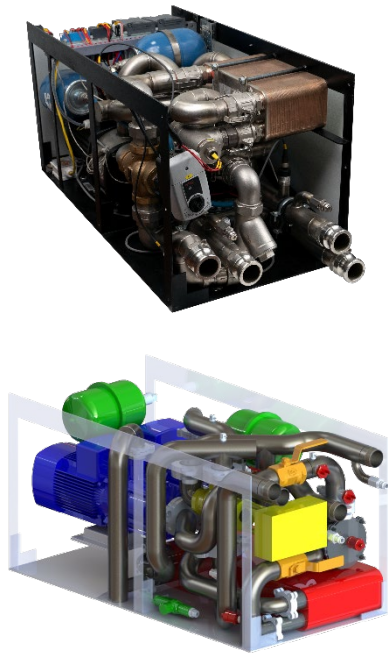
# Узел регулирования (CDU) как системная граница

- Естественная граница ответственности между ИТ и инженерной инфраструктурой — по вопросам обслуживания, ответственности и локализации отказов;
- Схождение четырёх областей: электропитание, гидравлика, управление и сервис;
- CDU — точка локализации отказа;
- Опыт PCK – построение систем от ИТ до инфраструктуры.

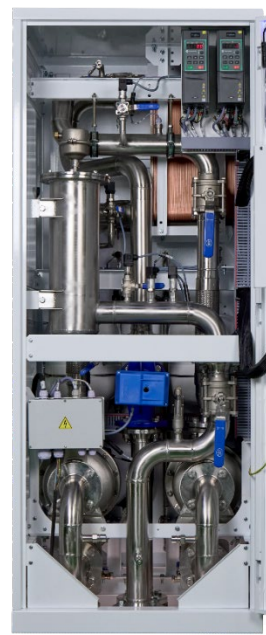


# Широкий модельный ряд CDU под любые задачи

Вся линейка узлов регулирования, передовые технологии жидкостного охлаждения и комплексная поддержка, включая проектирование, оперативные поставки и сервисное обслуживание на всей территории России и стран СНГ доступны через официального дистрибьютора - компанию HTS.



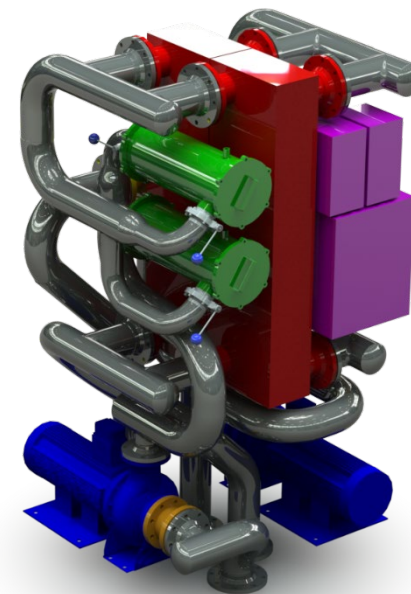
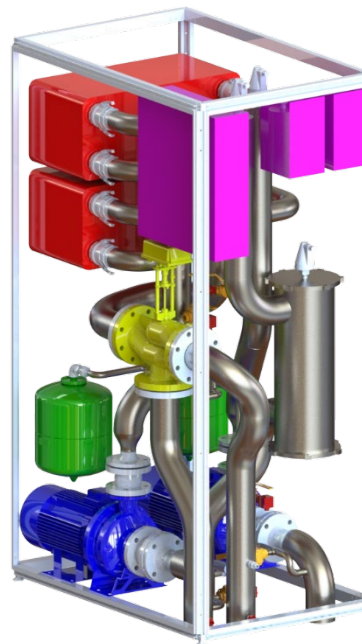
**PCK CDU-HM 240**



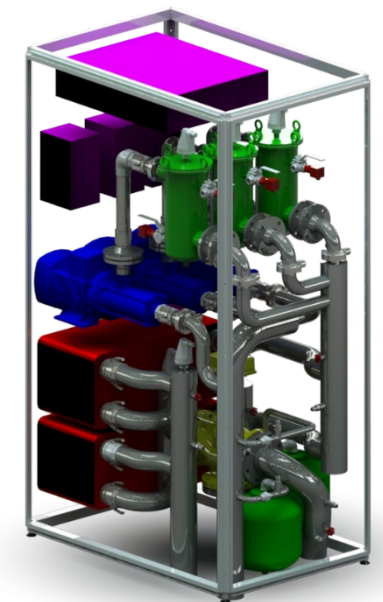
**PCK CDU-HM 600**



**PCK CDU-HM 1200**



**PCK CDU-HM 2400**

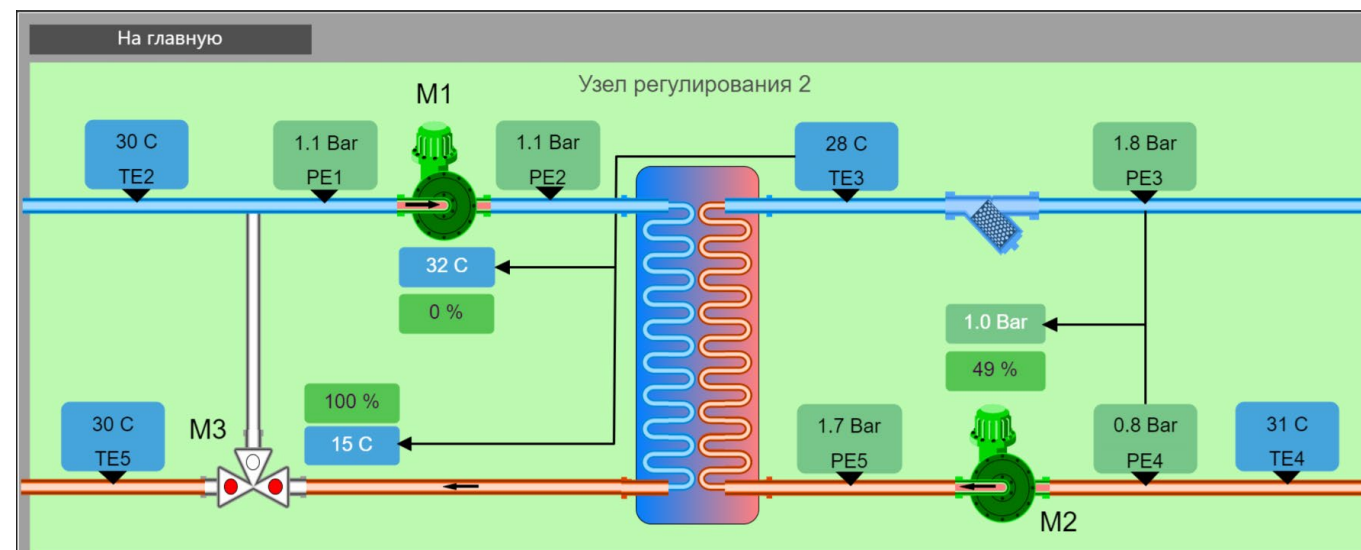


**PCK CDU 1200**

# От «просто насоса» к интеллектуальному центру

**CDUHM RSC: высокий уровень интеллектуального управления**

Функция	CDUHM PCK
Управление насосами	Адаптивное (по нагрузке и $\Delta P$ )
Управление CDU	Автоматическое, плавающие уставки
Отказ ПЛК	Продолжение работы (аварийный режим)
Управление внешним агрегатом	Встроенное, через тот же ПЛК



# Повышение энергоэффективности DLC в условиях отечественных дата-центров

## Что меняет DLC: перераспределение 1 МВт

Параметр	Воздух + чиллеры	DLC
Потребление вентиляторов серверов	150–180 кВт	20–40 кВт
Полезная мощность на CPU/GPU	820–850 кВт	960–980 кВт
PUE	1,5–1,6	1,05–1,1

При одинаковой ИТ-нагрузке DLC даёт на 100–160 кВт больше полезных вычислений. Это как добавить несколько серверов, увеличить доходность дата-центра.

## Экономия на электроэнергии: пример 1 МВт

### Расчёт для РФ (тариф 4,72 руб/кВт·ч)

- Воздух (PUE=1,6): 66,2 млн руб/год;
- DLC (PUE=1,08): 44,7 млн руб/год;
- Экономия = 21,5 млн руб/год.

Только электроэнергия, без учёта экономии на площади и инженерных системах.

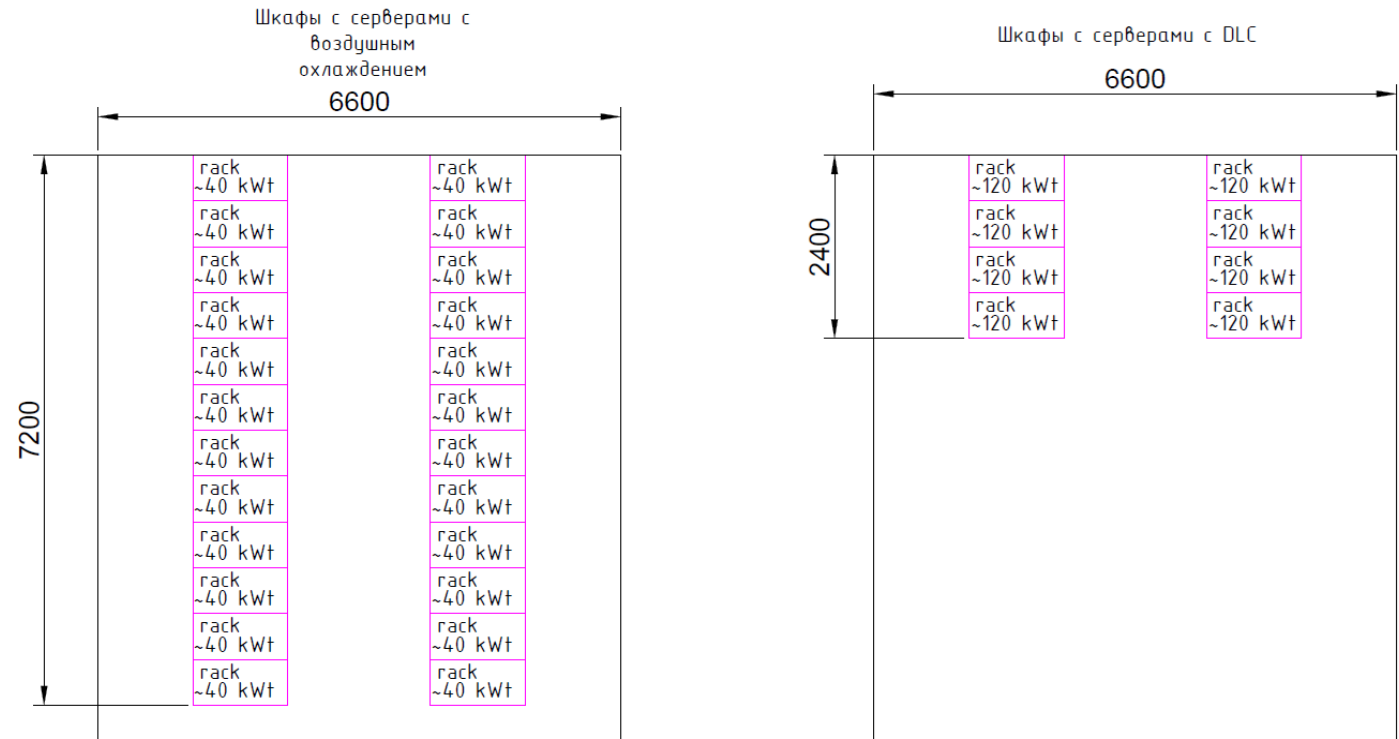
# Рост плотности как скрытый источник эффективности

## 1 МВт ИТ-нагрузки:

- Воздух (40 кВт/стойку) → 25 стоек
- DLC (130 кВт/стойку) → 8 стоек

## Экономия CAPEX:

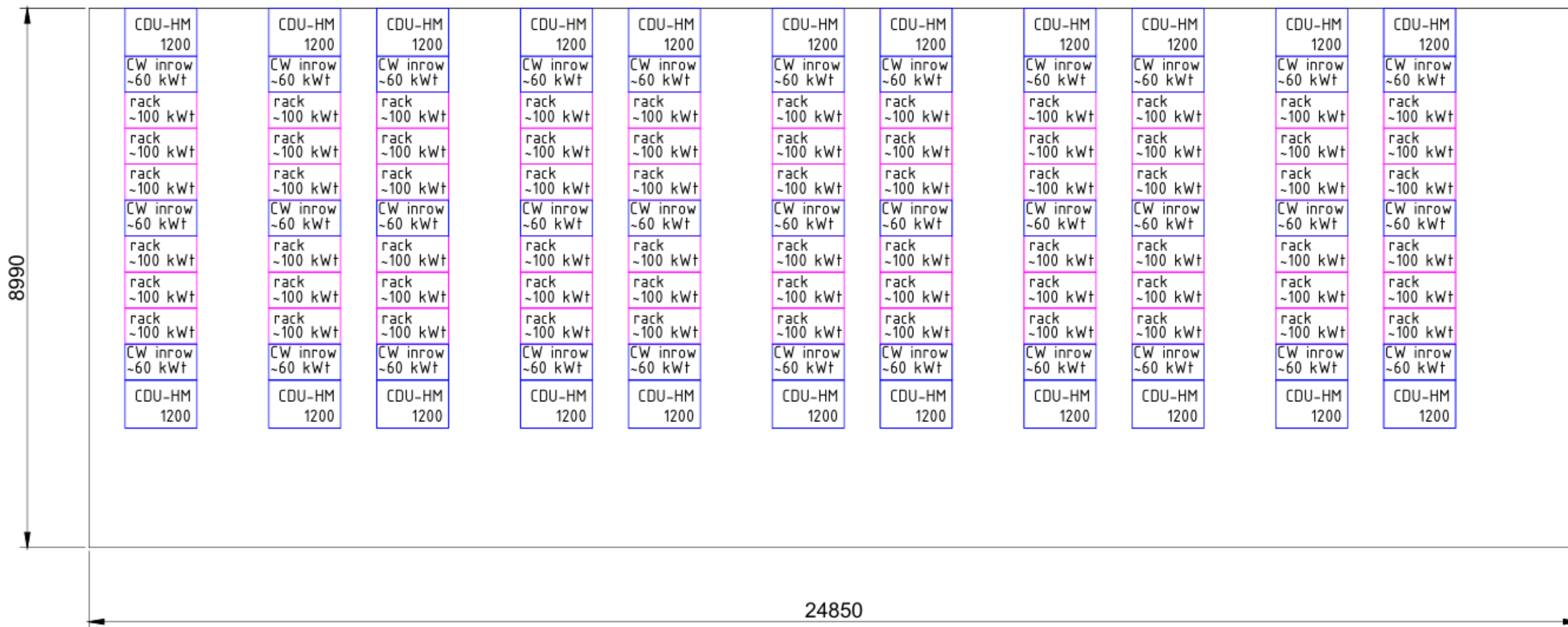
- Меньше PDU, коммутаторов, кабелей
- Высвобождение площади → дополнительные стойки или сокращение аренды



# Подберем решение для вашей бизнес модели - масштабирование по мере необходимости

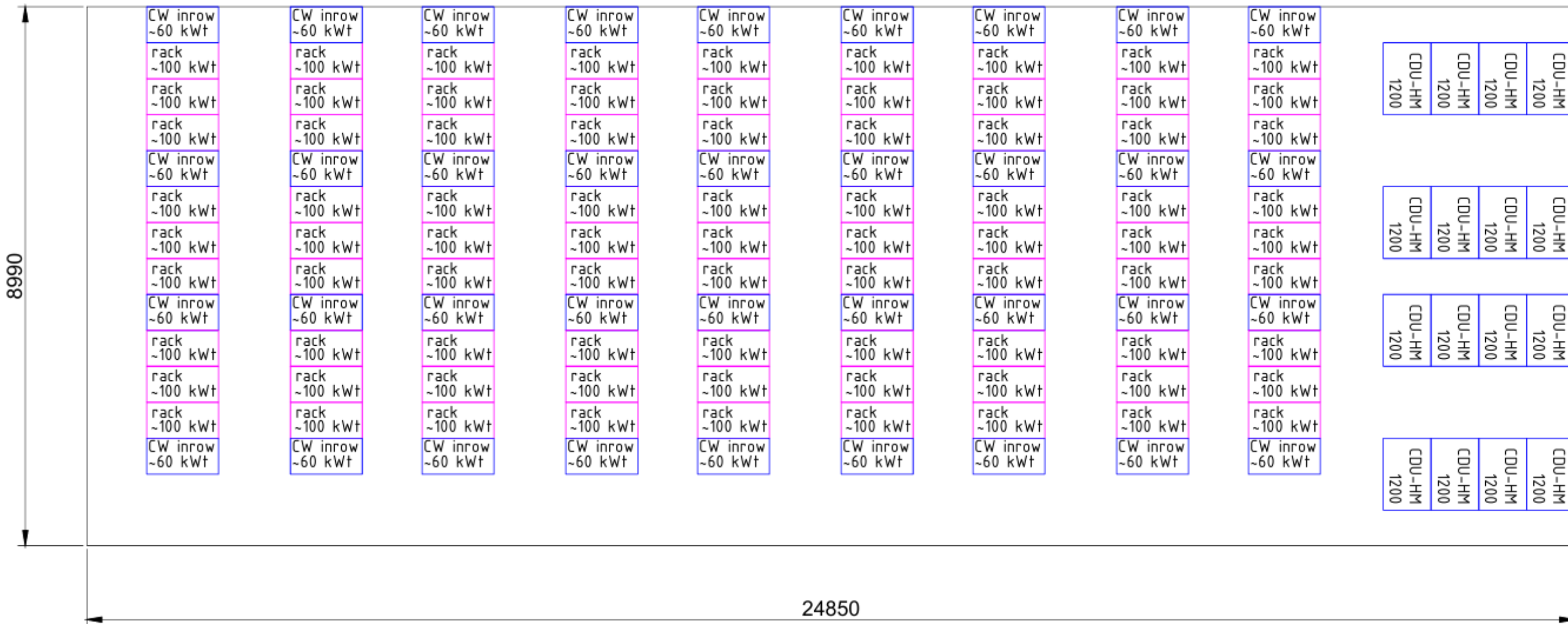
66 racks  
1 rack - 100 kWt  
Total 6600 kWt

независимые ряды



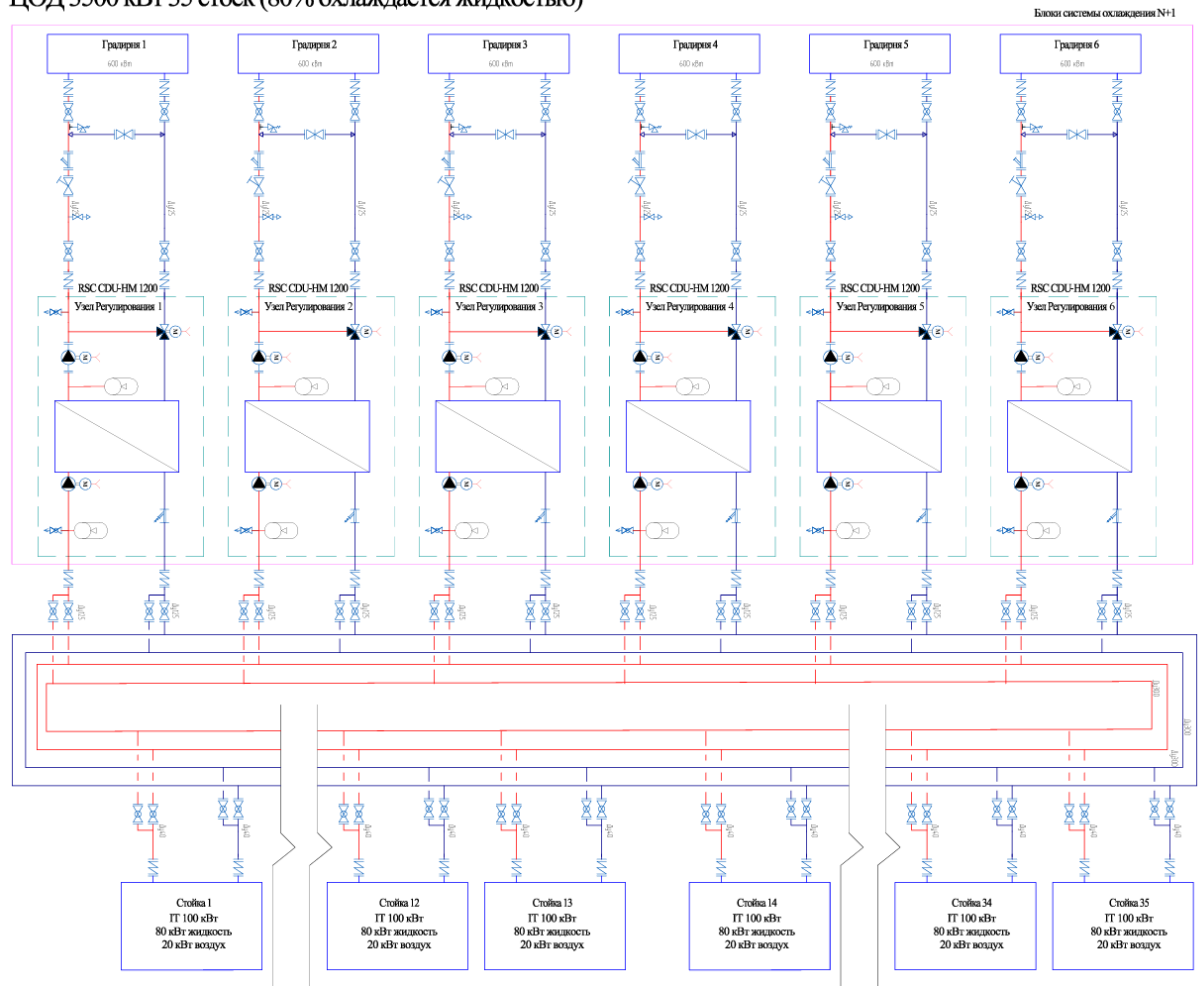
# Максимальная мощность на той же площади

81 racks                      при кластера по 2700 кВт  
 1 rack - 100 кВт  
 Total 8100 кВт



# Поможем в создании ЦОД ИИ с требуемым уровнем Tier

ЦОД 3500 кВт 35 стоек (80% охлаждается жидкостью)



## Соответствие проектных решений для CDU уровню Tier

Уровень Tier	Домен отказа	Обслуживание без остановки ИТ	Уровень приемлемости	
2	Резервирование компонентов	Общий (shared)	Нет, требуется останов ИТ	Неприемлемо
3	Обслуживаемость без остановки	Общий (shared)	Да, обслуживание без остановки ИТ	Очень высокий, баланс стоимости и доступности
4	Полная отказоустойчивость	Полностью независимый	Да, обслуживание без остановки ИТ	Редко, дорого

# Обеспечение надежности и безопасности: от пилотных проектов к промышленной эксплуатации

## Новый уровень безопасности: независимый блок мониторинга и отключения РСК

### Блок мониторинга и аварийного отключения:

- Отдельное устройство, не зависящее от CDU;
- Подключается к датчикам (температура, давление, протечка, расход);
- Имеет два независимых ввода питания (основной + резервный);
- Корпус IP54 (защита от брызг);
- Устанавливается в нулевой юнит стойки, под фальшполом или сбоку.

Это устройство — ваш второй контур безопасности. Оно смотрит на те же параметры, что и CDU, но принимает решение об отключении самостоятельно.



## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Присоединяйтесь к нам в социальных сетях:



### Центральный офис:

Санкт-Петербург,  
проспект Добролюбова, д. 11, лит.Е,  
БЦ «Добролюбов»  
Тел.: (812) 363 11 93  
spb@h-ts.ru



### Московское представительство:

Москва,  
ул. Стромынка, д. 4, корпус 1,  
Тел.: (495) 661 75 74  
msk@h-ts.ru

