

A white robotic arm is positioned in the center of a server room, reaching out towards the server racks. The room is filled with rows of black server racks on both sides, illuminated by blue light. The ceiling has several square skylights. A semi-transparent blue banner is overlaid on the lower half of the image, containing the title text.

ЦОД без... Тенденции отрасли дата-центров

Барсков Александр,
директор по контенту ИКС-холдинг

Сегодня «в программе» :

- Могут ли ЦОДы обойтись без дизель-генераторов
- Перспективы фрикулинга. ASHRAE опять меняет «правила игры»
- Есть ли ~~жизнь на марсе~~ ЦОДы без людей

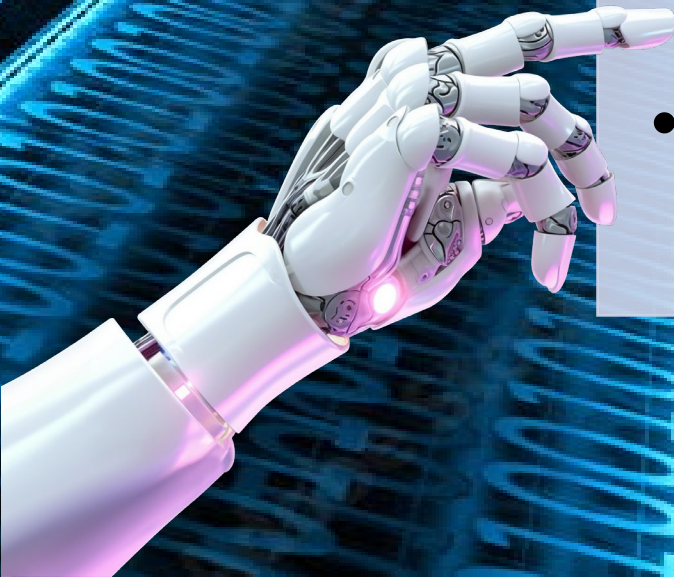
Модные тренды ЦОДостроения

- ЦОД без компрессоров
- ЦОД без ДГУ

ESG

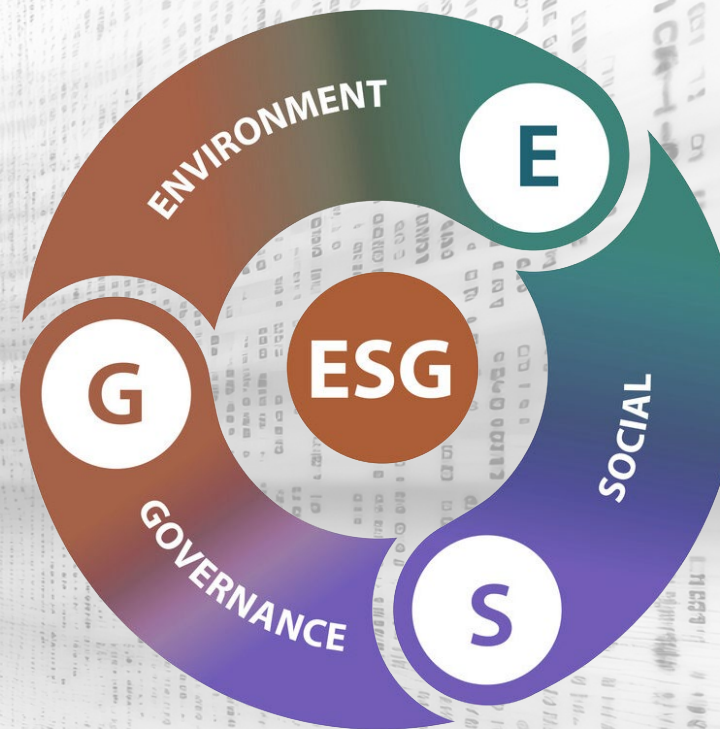
- ЦОД... без людей

AI



Что такое ESG

ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance) — это совокупность характеристик, которые компании внедряют в свои практики управления, чтобы решать экологические, социальные и корпоративные проблемы.



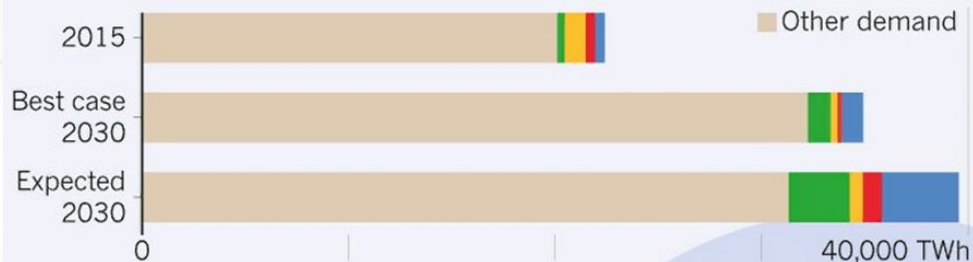
~~Устойчивое развитие~~

Экологичность и энергоэффективность - ЭиЭ

Почему «зеленая» повестка

Сейчас ЦОДы используют 1-2% генерируемого электричества, к 2030 году этот показатель может вырасти до 10%

Global electricity demand



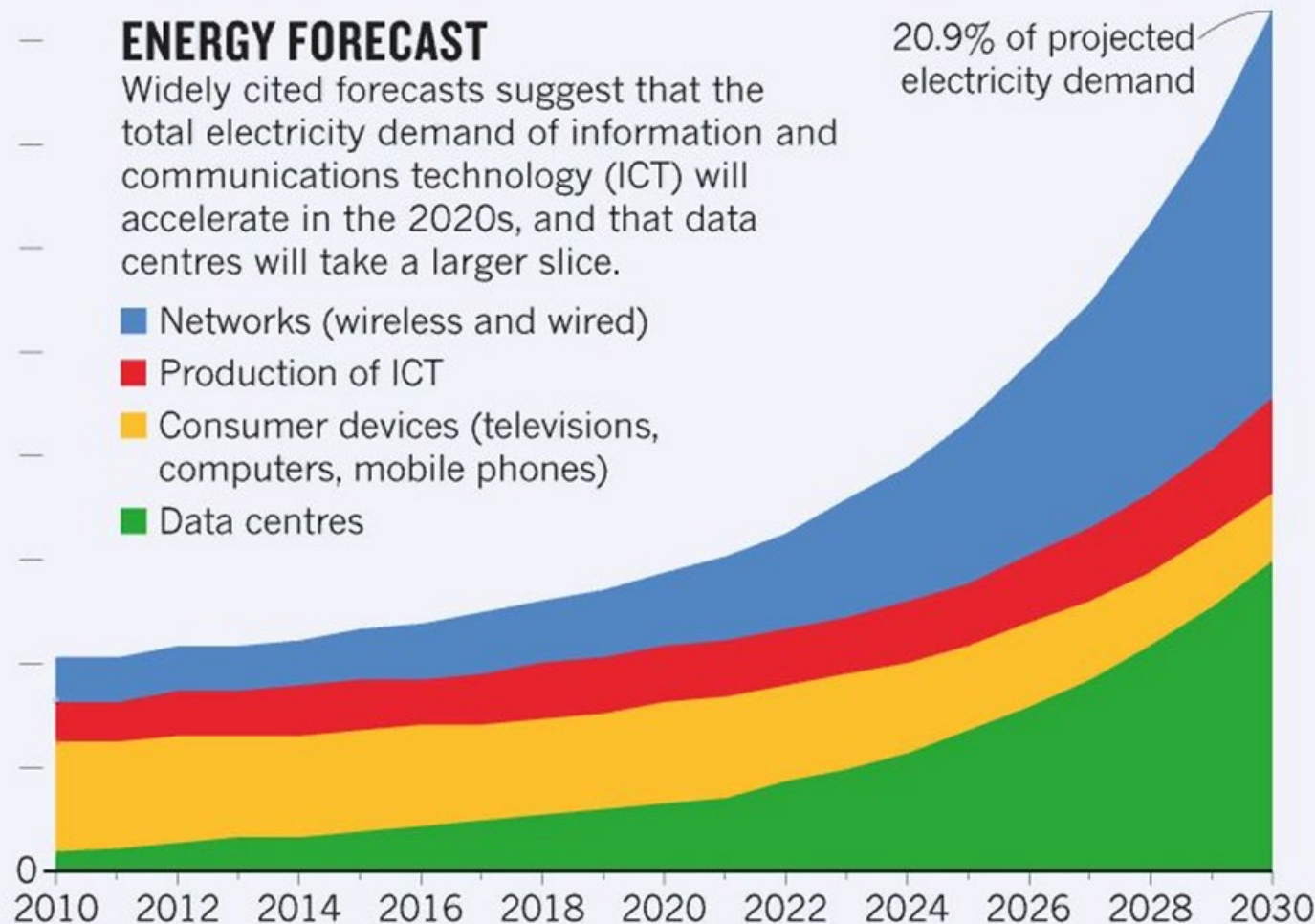
9,000 terawatt hours (TWh)

ENERGY FORECAST

Widely cited forecasts suggest that the total electricity demand of information and communications technology (ICT) will accelerate in the 2020s, and that data centres will take a larger slice.

- Networks (wireless and wired)
- Production of ICT
- Consumer devices (televisions, computers, mobile phones)
- Data centres

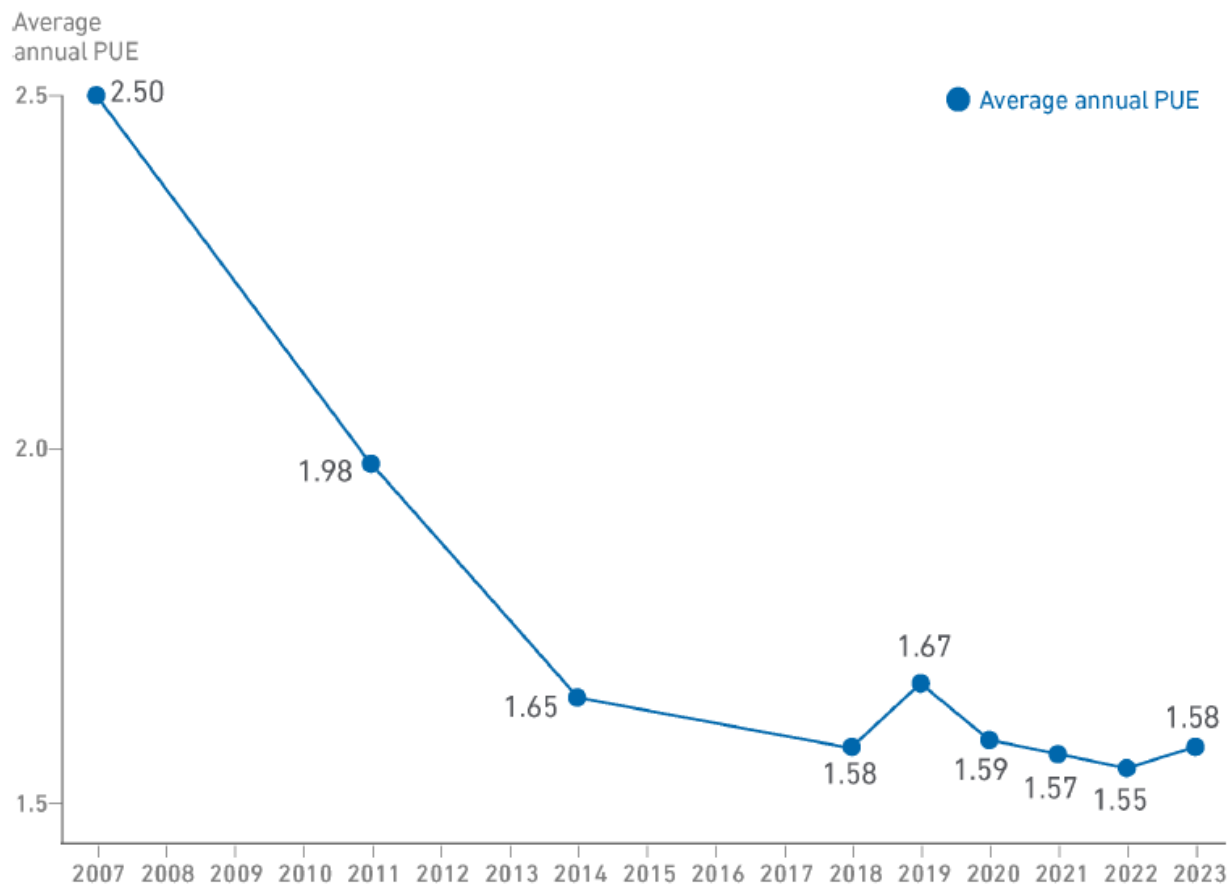
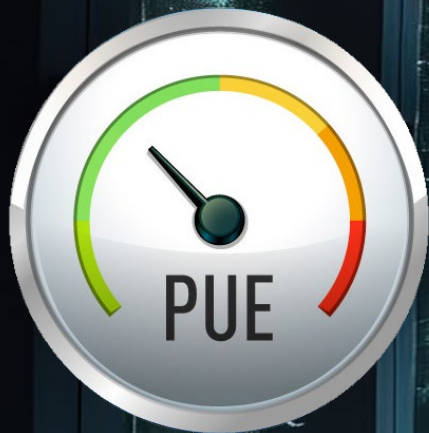
20.9% of projected electricity demand



Высокое энергопотребление стало проблемой для отрасли ЦОДов

	Ограничение	Следствие
Сингапур	Трехлетний мораторий на строительство новых ЦОДов с 2019 г.	Новые объекты должны обеспечивать значение PUE не более 1,3
Дублин (Ирландия)	Фактический запрет на строительство новых ЦОДов из-за отказа в подключении к электросети EirGrid (с января 2022 г.)	Ожидается ужесточение процесса подачи заявок и более строгие требования к ЭиЭ
Нидерланды	Годовой мораторий на новое строительство в муниципалитетах Амстердама и Харлеммермера с 2019 г.	Введены более строгие правила в части ЭиЭ, устанавливающие PUE не выше 1,2.
Гротон (шт. Коннектикут, США)	Годовой мораторий на строительство новых ЦОДов (>465 кв. м) с июня 2022 год.	После отмены ожидается ужесточение экологических норм и правил по шуму для новых объектов.
Франкфурт (Германия)	Ограничения на строительство ЦОДов в определенных зонах с июня 2022 г.	Ожидаются новые требования к повторному использованию тепла, многоэтажному строительству и соблюдению строгих стандартов эффективности

Как повысить энергоэффективность, когда PUE вышел на плато



UPTIME INSTITUTE GLOBAL SURVEY OF IT AND DATA CENTER MANAGERS 2023

uptime
INTELLIGENCE

ЦОД без компрессоров



Основные драйверы:

- Экономия (снижение OPEX)
- Повышение допустимой температуры эксплуатации ИТ-оборудования



Основные барьеры:

- Повышение энергетической плотности
- Температурные катаклизмы



Фрикулинг в ЦОДах

Изменение рекомендаций ASHRAE позволяет существенно расширить географию применения «зеленого» охлаждения.

Класс ИТ-оборудования	Температура, °C	Влажность, %
A1	15–32	8–80
A2	10–35	8–80
A3	5–40	8–80
A4	5–45	8–80

2004

В первой редакции рекомендаций Thermal Guidelines for Data Processing Environments (2004 г.) установлен температурный предел **в +25°C**;

2008

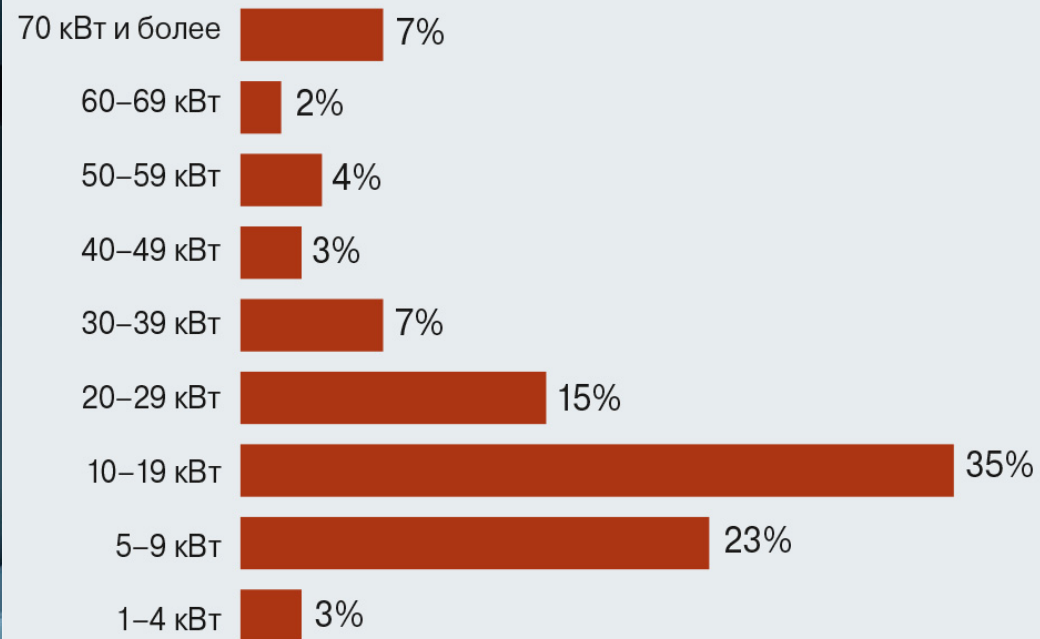
Во второй (2008 г.) – он повышен **до +27°C**;

2011

В рекомендациях 2011 г. появились два новых класса ИТ-оборудования — A3 и A4, для них допустимый температурный диапазон расширен **до +40°C и +45°C** соответственно

Рост энергетической плотности

**Какова максимальная мощность серверных стоек
в ваших ЦОДах? (n = 162)**



Ужесточение требований

2021

В пятом издании Рекомендаций ASHRAE добавлен новый класс ИТ-оборудования -- H1.

К классу H1 отнесены системы с тесно интегрированными высокопроизводительными компонентами (процессорами, ускорителями вычислений, микросхемами памяти и сетевыми контроллерами).

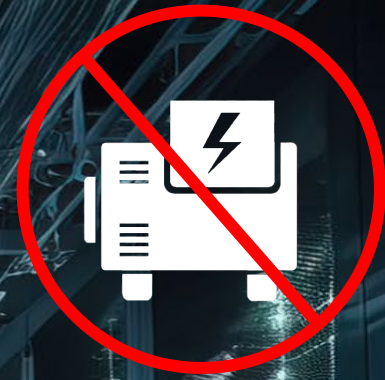
Для эффективного охлаждения подобных систем с высокой плотностью комплектующих ASHRAE рекомендует эксплуатировать в температурном диапазоне **18--22°C**.

Максимально допустимая температура для класса H1 -- **25°C**

ЦОД без дизель-генераторов

Основные драйверы:

- Зеленая повестка (ESG)
- Экономия (снижение CAPEX)
- Сокращение необходимой времени автономии
- Возможность оперативной миграции ИТ-нагрузки



Основные барьеры:

- Отсутствие экономически оправданной альтернативы в качестве автономного источника электроэнергии на площадке ЦОД



Солнечные батареи vs Ветрогенераторы vs ТЭ

Solar PV

3.1 acres/GWh/Yr

Wind
0.28

PureCell® Fuel Cell Systems
0.01



1 MW Bloom Energy



1 MW Solar PV Facility

Solar requires 12,500% more space than Bloom

Топливные элементы vs ДГУ



VS



	ТЭ	ДГУ
CAPEX, \$/kW	1800-2000	450
Стоимость топлива, \$/kg	6,68	4,84

Источник: Vertiv

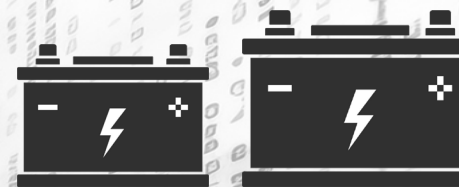
АКБ vs ДГУ

Генерация/накопление
энергии



- Стоимость ЛИ АКБ (LFP) на 4 ч сопоставима со стоимостью ДГУ (1 МВт)
- НИ АКБ (Na-ion) примерно в 5 раз дешевле ЛИ АКБ -- 20 ч автономии при тех же расходах

СК АКБ vs ЛИ АКБ vs суперконденсаторы



Характеристика	Суперконденсатор	СК АКБ	ЛИ АКБ
Напряжение, В	48-62	12-24	12-24
Мин. t эксплуатации, град. С	-40	-20	-20
Макс. t эксплуатации, град. С	+75 (80)	+40	+45
Число циклов	Более 1 млн	300	10 тыс.
Срок эксплуатации, лет	5-20	0,5-5	3-10
Плотность энергии, Вт·ч/л	1-10	100-290	250-650
Плотность мощности, Вт/л	1000-10 000	100-1000	850-3000
КПД, %	>98	~70	80-90
Время разряда	Секунды или минуты	Часы	Часы

Источник: Eaton

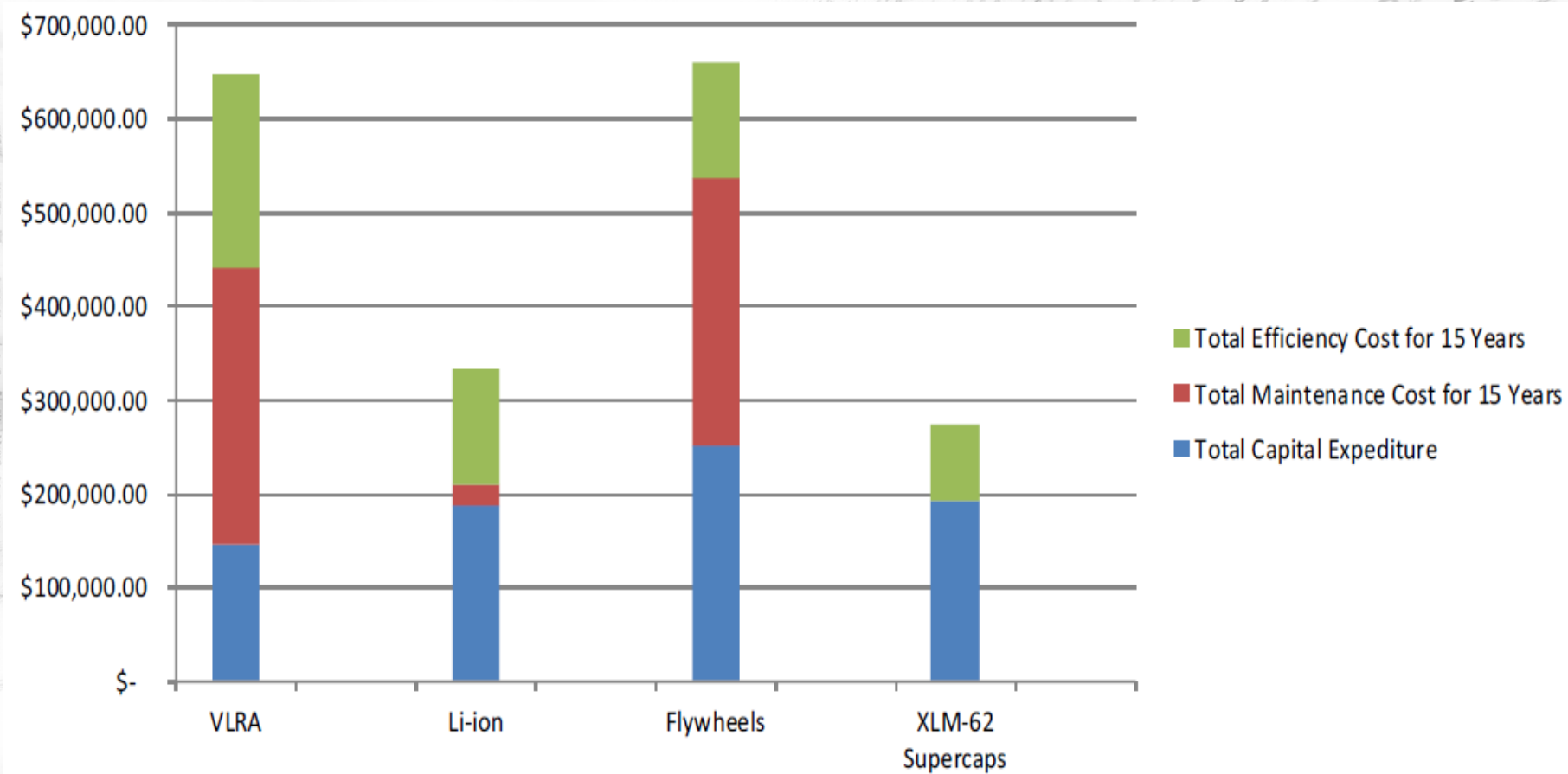
АКБ vs Маховики vs Суперконденсаторы

Характеристика	Суперконденсатор (20 блоков)	ЛИ АКБ	Маховик
Диапазон напряжения, В (DC)	570 to 360	538 to 410	520 to 400
Температурный диапазон, град. С	-40 to +65	+18 to +28	-10 to +40
Макс. мощность, кВт	300	150	300
Запасенная энергия, кВт·ч	1.39	32.6	1.67
Срок службы, лет*	20	15	20
Размер (ШхДхВ), см	62 x 85 x 213	65 x 60 x 229	76 x 76 x 187
Вес, кг	550	550	760

*эксплуатация при температуре +28°C

Источник: Eaton

АКБ, маховики или суперконденсаторы



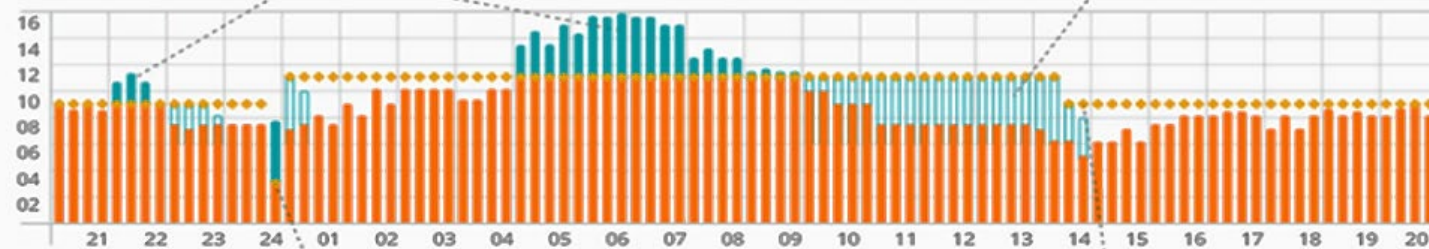
Источник: Eaton

Software Defined Power

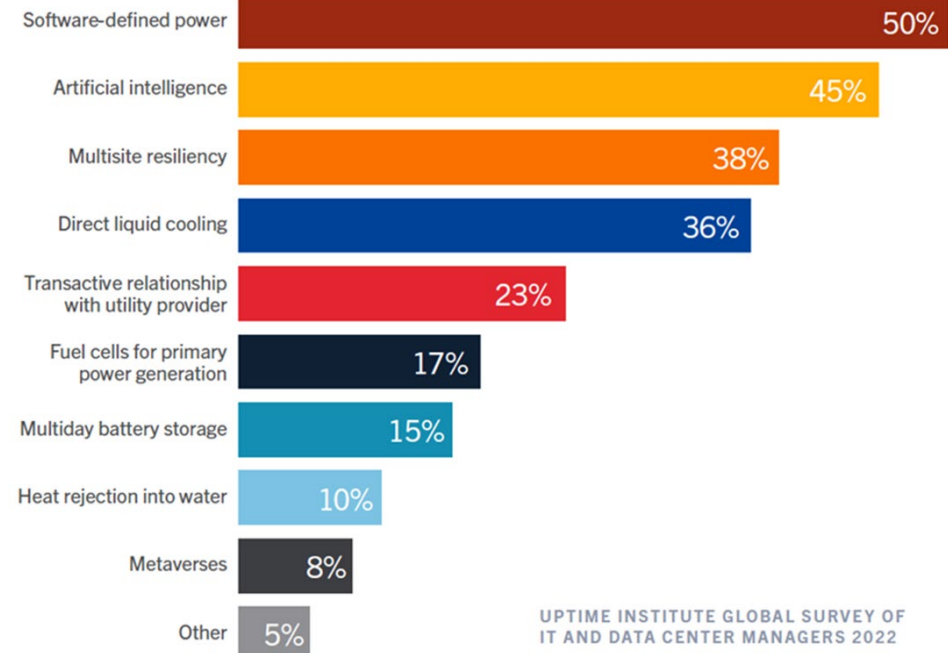
16 kW Rack Running with 8~10 kW of Utility Power

Batteries shave peaks by supplying power for peak load events

Batteries automatically recapture power during low utilization events



X HOUR OF DAY Y LOAD IN KWH TOTAL CACHE ASSIST RACK SHIFT BUDGET TOTAL CACHE ASSIST TOTAL UTILITY LOAD



UPTIME INSTITUTE GLOBAL SURVEY OF IT AND DATA CENTER MANAGERS 2022

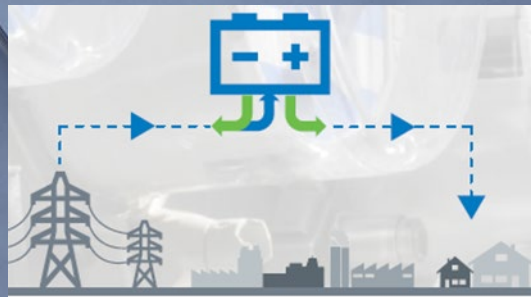
UptimeInstitute | INTELLIGENCE

Основные инновации для повышения эффективности ЦОДа

ЦОДы и энергетики



Прошлое: электроэнергия – классический **товар**, использовалась потребителем сразу при поступлении



Настоящее: возможность хранения электроэнергии, использование накопленной энергии превращают ее в **актив**



Будущее: ЦОДы делятся энергией, быстро отвечая на инциденты в распределительной сети, ЦОДы и энергетики становятся **партнерами**

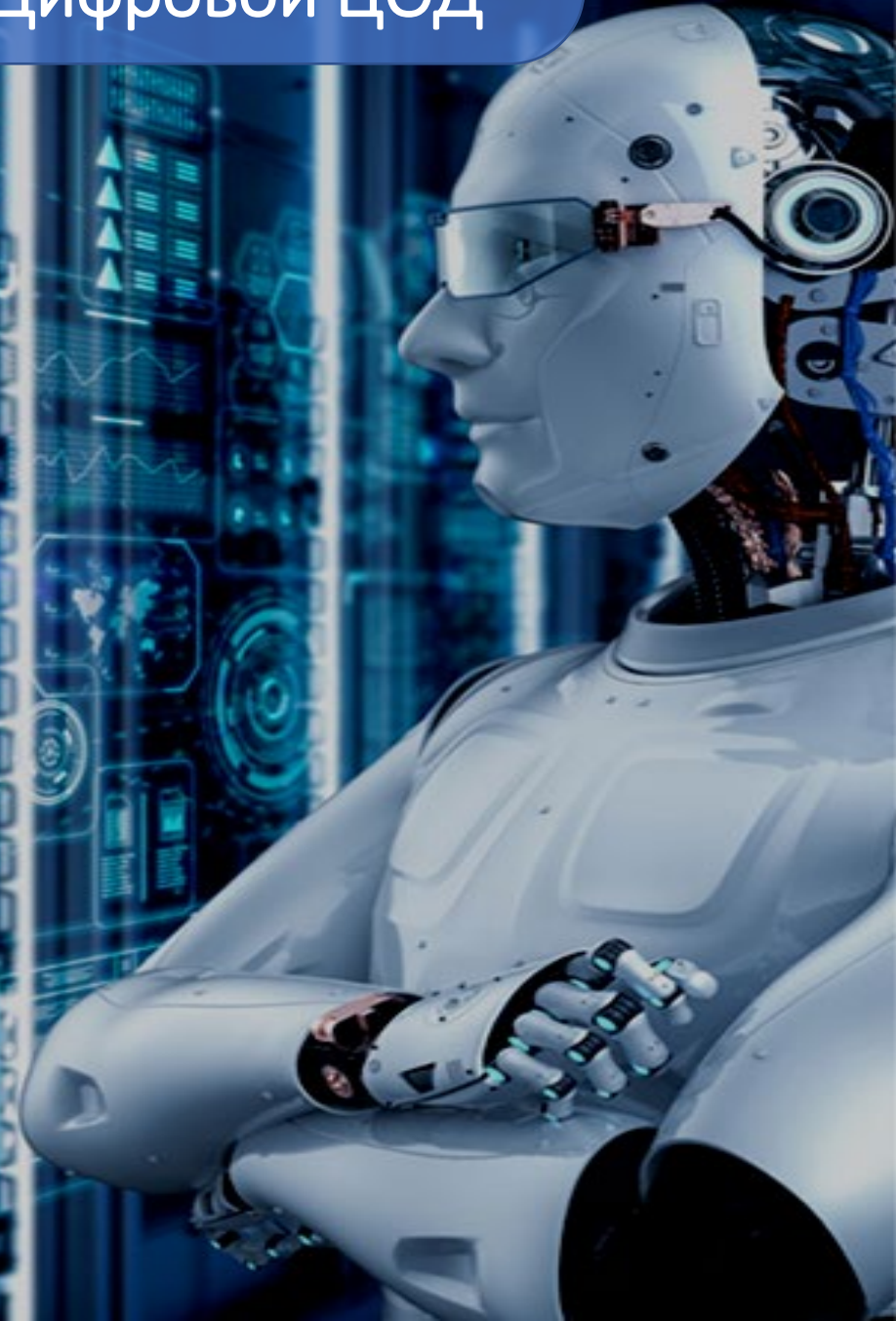
Основные драйверы

Сокращение OPEX: ФОТ – это существенная статья расходов

Недостаток квалифицированных ресурсов: актуально для всего мира

Снижение воздействия человеческого фактора: больше половины всех отказов вызвано человеческим фактором

Пандемия – резервирование человеческих ресурсов



ЦОД без людей

Человеческий фактор выходит на первое место

- Люди – слабое звено ЦОДов



- Резервирование человеческого ресурса ($N+1$, $2N$)

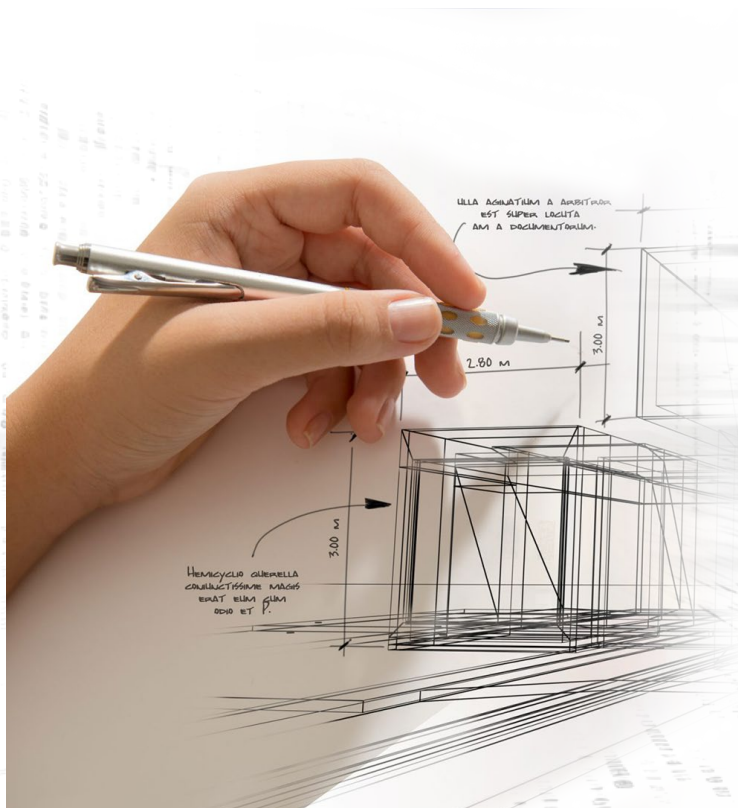


- Меры по повышению защиты здоровья



Основные ограничения:

- Подход к проектированию ЦОДа как здания «для людей»
- Ggreenfield – возможность комплексной автоматизации, Brownfield – только выборочное применение
- Наиболее применимо для корпоративных ЦОДов и edge-ЦОДов
- Дефицит положительного опыта – барьер для массового применения цифровых технологий



Мониторинг состояния и регулярные обходы

Обходы объекта

- Температурные измерения
- Запахи
- Вибрация и шум
- Протечки
- Наличие посторонних предметов
- Нарушение доступа

Удаленный мониторинг



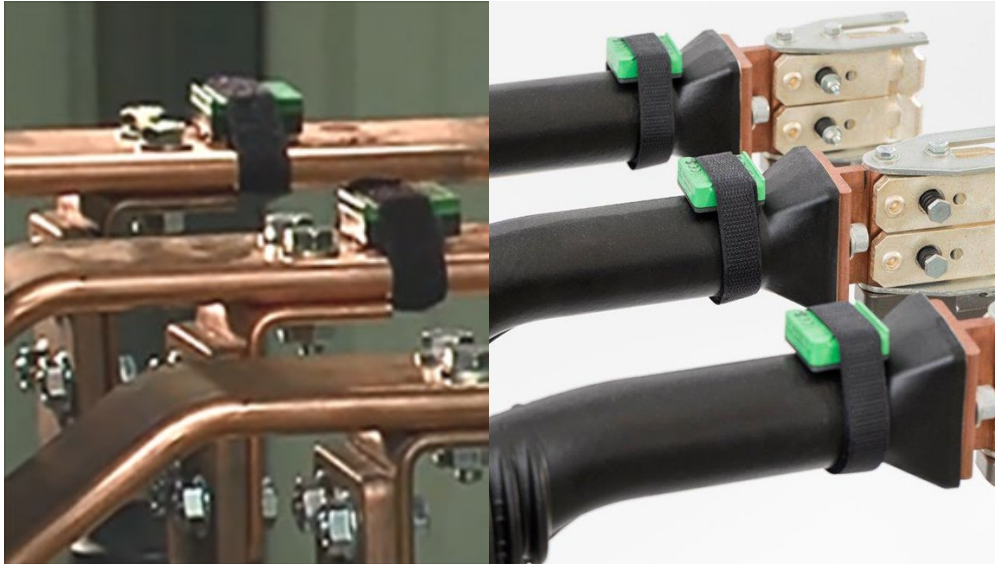
Любым человеческим органам чувств:

- глаза (зрение),
- уши (слух),
- язык (вкус),
- нос (обоняние),
- кожа (осязание, ощущение боли, температуры)
- вестибулярный аппарат (чувство равновесия и положения в пространстве, ускорение, ощущение веса)

есть замена в виде датчиков.

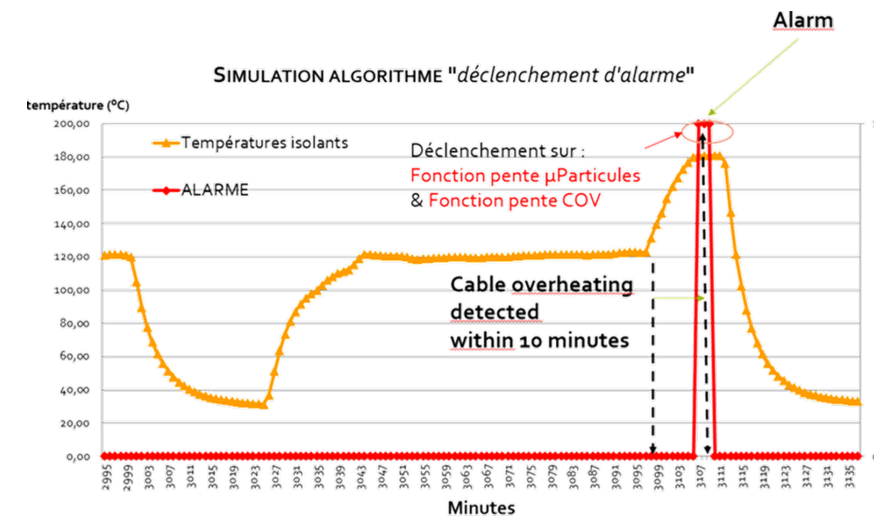
Примеры решений

Температурные измерения



- Кабельные соединения
- Шинопроводы
- Разъемные соединения

Обнаружение плавления изоляции



Примеры решений

Протечки



- Температура/влажность

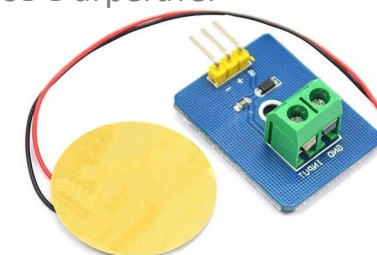


Вибрация

- Поршневые системы
- Компрессоры
- Электродвигатели
- Насосы
- Вентиляторы



Дефекты подшипников качения.
Дефекты подшипников скольжения.
Небаланс ротора механизма.
Изгиб вала механизма.
Увеличенные зазоры и люфты.
Электромагнитные проблемы электродвигателя.
Проблемы проточной части насосов.
Проблемы вентиляторов.
Проблемы редукторов.
Проблемы крепления механизма к фундаменту.
Проблемы ременных передач.
Проблемы центровки механизмов в агрегате.



Диагностические и аварийно-восстановительные работы

Скорость реакции 4ч

Если авария – нужно срочно изолировать/устранять =>

- Квалифицированный персонал должен быть локально
- Наличие ЗИП локально



Скорость реакции NBD

Изоляция за счет топологии,
устранение в рабочее время
Снижение требуемого уровня
квалификации, минимизация
уровня ЗИП



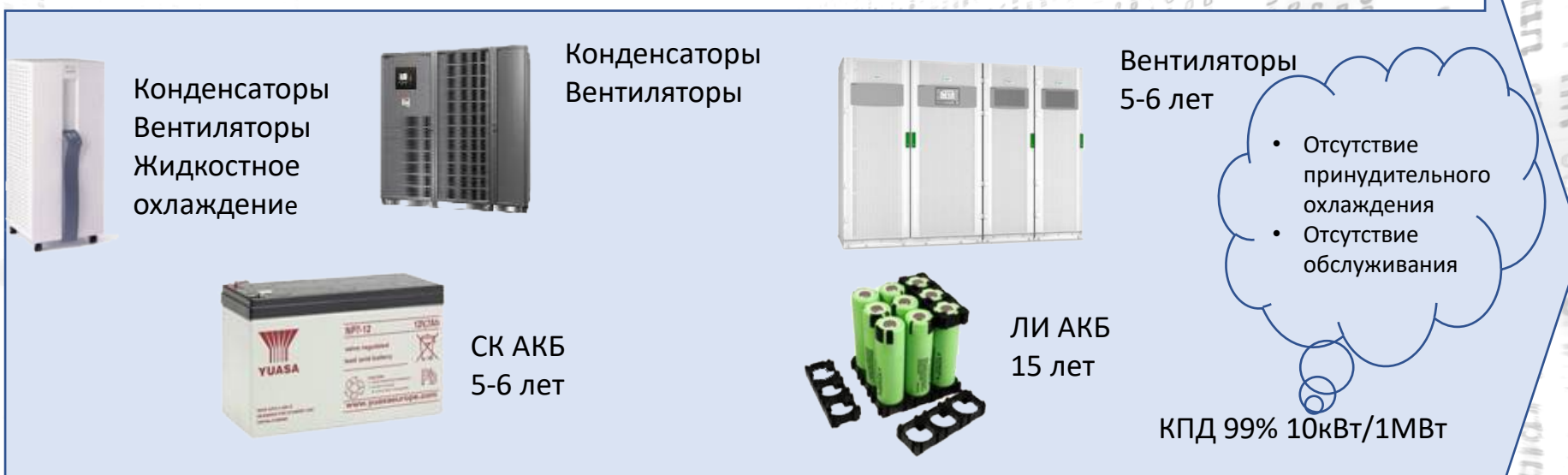
Регламентное обслуживание

Интервальное
обслуживание

Обслуживание по
состоянию

Обслуживание по
прогнозам

Бесперебойное электропитание



- Компоненты с небольшим сроком службы
- Высокая квалификация сервисного инженера

- Компоненты с длительным сроком службы
- Замена неквалифицированным персоналом (крупноузловая замена)

Роботы в ЦОДах

Робот-собака (в ЦОД Novva)
выполняет задачи мониторинга
температуры и состояния
оборудования, приветствия
гостей, СКУД (сканирование и
распознавание лиц)

Робот подключает

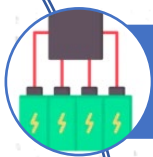


Роботы-охранники (в ЦОД Switch) оснащены
камерами 360°, системой ночного видения,
ультразвуковыми датчиками, 32-канальным
лидаром, системой 3D-навигации,
коммуникационной АВ-системой на базе ИИ
для взаимодействия с нарушителями

AI в ЦОДах. Примеры использования



Предиктивная аналитика (например, для планирования выделения ресурсов)



Интеллектуальное управление системами охлаждения и электропитания



Автономные системы мониторинга и ТО



Интеллектуальные платформы управления рабочей нагрузкой

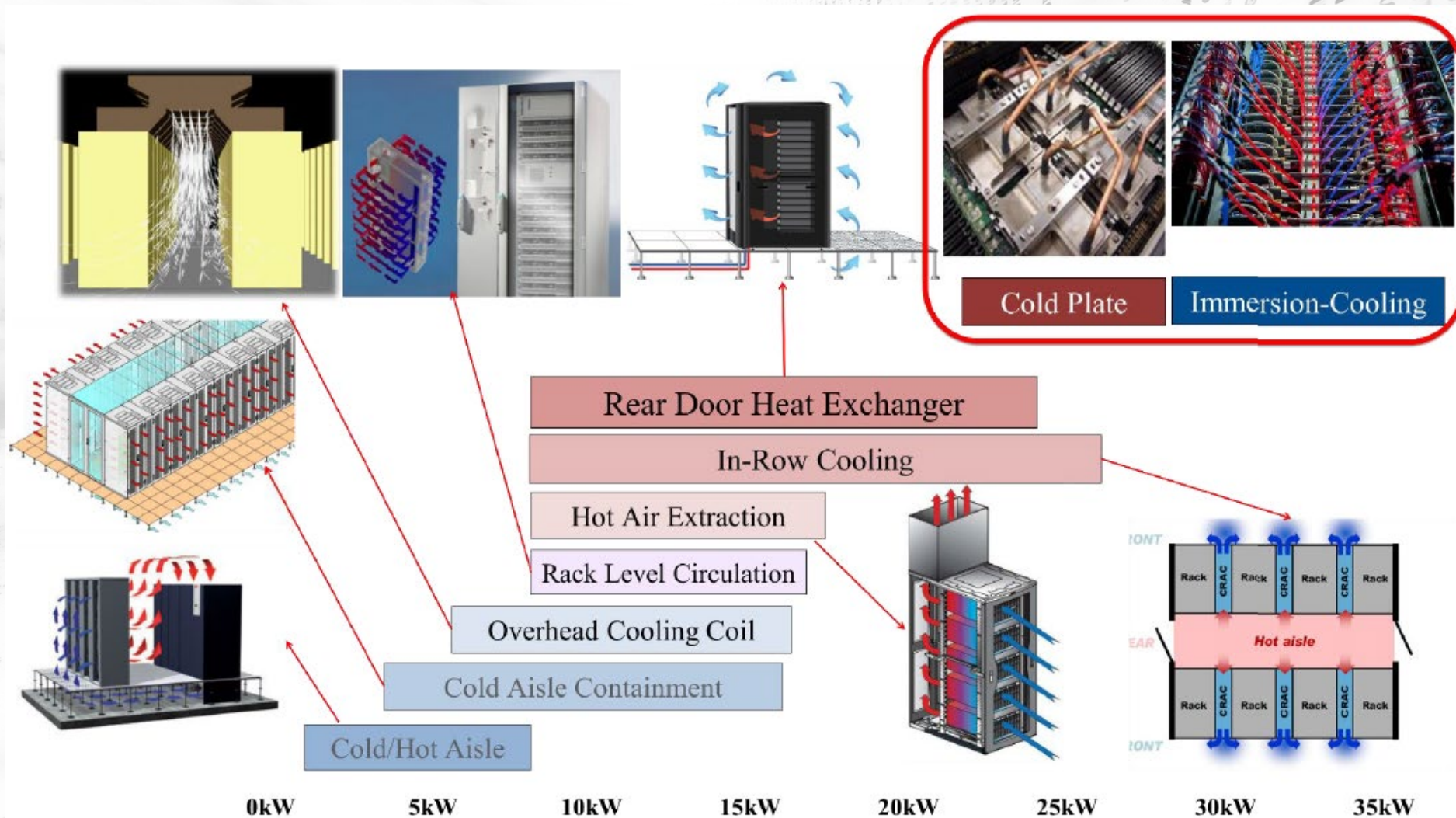


Автоматизированное управление выделением и конфигурированием ресурсов

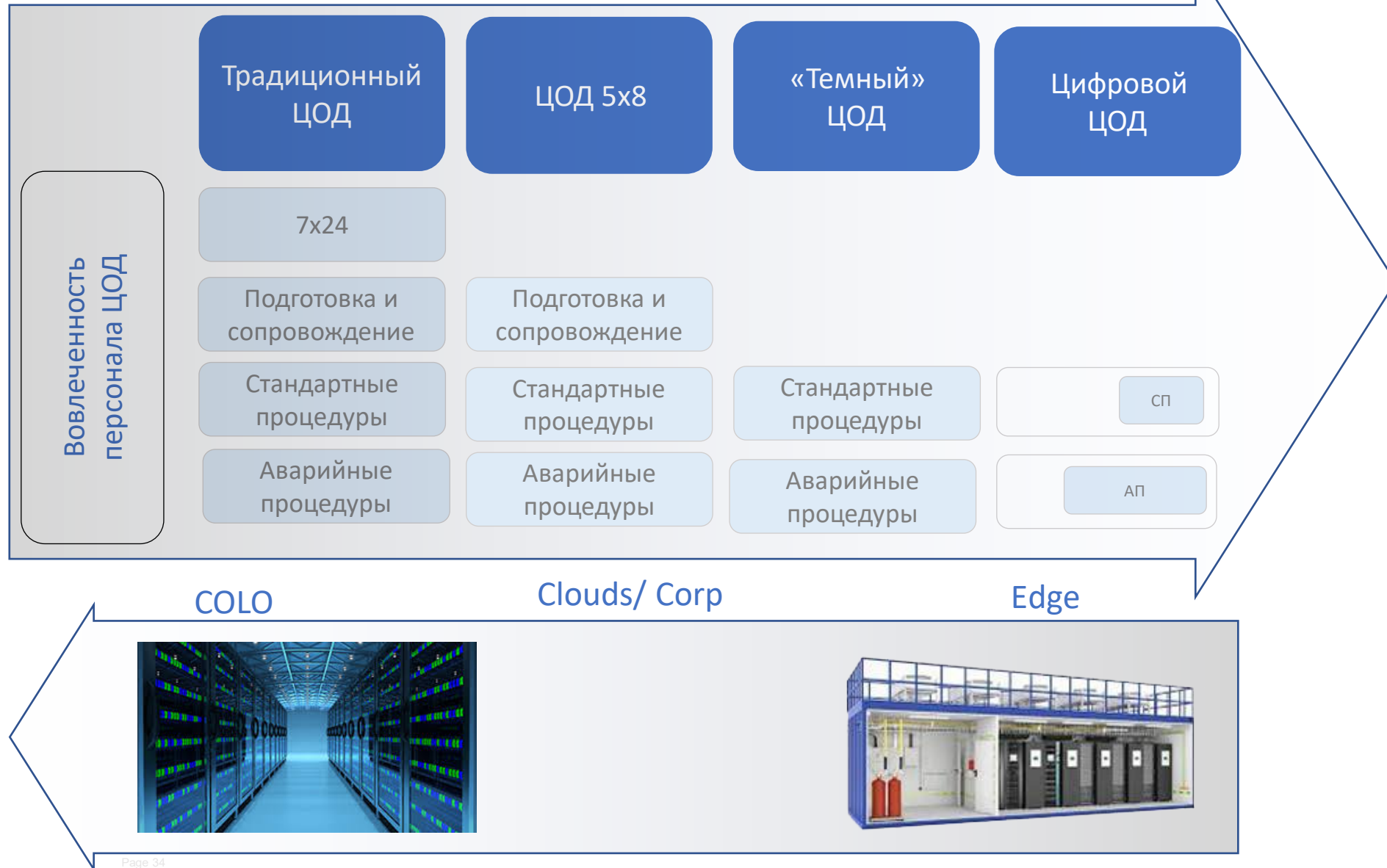


Системы безопасности и обнаружения угроз на базе искусственного интеллекта

ЦОД для AI. Высоконагруженные (30+) стойки



Движение к «Цифровому» ЦОД



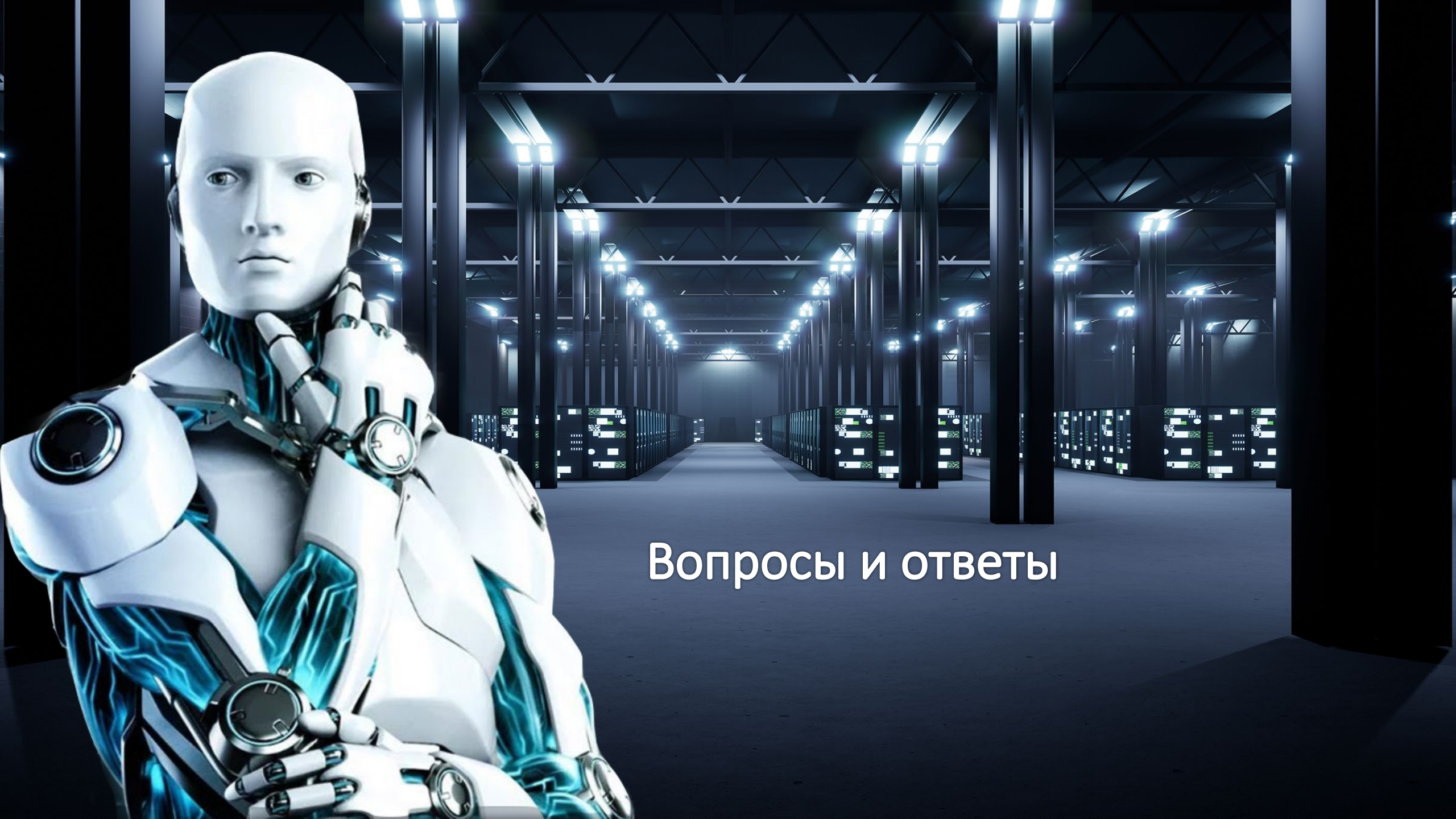
Microsoft Natick



2015/2018 год
12 стоек
864 сервера
Азотная среда
Расчетный срок службы 5 лет
8-кратное снижение поломок серверов

<https://natick.research.microsoft.com>





Вопросы и ответы