

ЦЕНТРЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ (ЦОД)

Курс лекций

Лекция 16. Инженерная система ЦОД

Лекция 16.

Инженерная система ЦОД

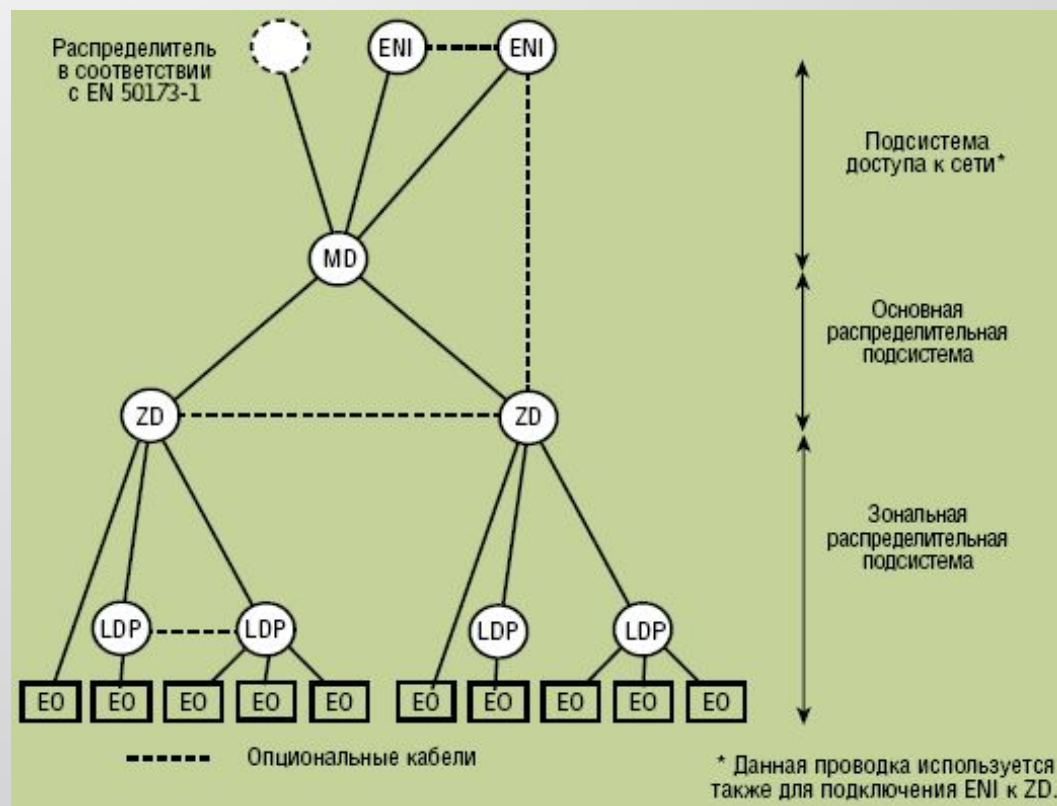
1. Выбор помещения для ЦОД.
2. Особенности структурированных кабельных систем (СКС) в ЦОД:
 - гибкость и масштабируемость,
 - надежность,
 - безопасность,
 - управляемость.
3. Система электроснабжения.
4. Система кондиционирования.
5. Система пожарной безопасности и пожаротушения.
6. Комплексная система безопасности.
7. Система мониторинга и управления.

Выбор помещения для ЦОД:

- площадь – 2-2,5 кв.м на 19 дюймовую стойку;
- мощность электропитания – от 5 до 25 кВт на 19 дюймовую стойку;
- нагрузка на пол – не более 500 кг на кв.м.;
- близость к центру (удобная логистика оборудования и персонала, короткие каналы связи, но дорого);
- лучше новое здание, но опять же, дорого;
- желательны вблизи две высоковольтные ЛЭП; линии должны идти независимыми маршрутами, каждую необходимо подключить к "своему" трансформатору;
- нежелательны подвальные помещения и помещения с коммуникациями, опасными для оборудования;
- возможность размещения контейнеров для дизельных генераторов гарантированного питания;
- желательно наличие широкополосных каналов связи;
- отсутствие источников электромагнитного и радиочастотного излучения.

Особенности СКС в ЦОД

Необходимость предоставить большому числу пользователей быстрый доступ к большим объемам информации требует широких и надежных каналов связи, а значит и совершенных кабельных систем. **СКС (структурированная кабельная система) – кровеносная система ЦОД.** Наиболее подробно требования изложены в европейском стандарте EN 50173-5 и базирующемся на нем международном стандарте ISO/IEC 24764.



Иерархическая структура.

ENI (Equipment Network Interface) -

подключение внешних сетей и служб осуществляется через сетевые интерфейсы оборудования,

MD (Main Distributor) - основной кросс,

ZD (Zone Distributor) - зонные кроссы,

LDP (Local Distribution Point) - локальный пункт распределения (необязателен, целесообразен при частом перемещении оборудования)

EO (Equipment Outlet) - розетки для подключения оборудования

Гибкость и масштабируемость

ЦОД - объект, на котором происходят постоянные изменения. Отсюда необходимость:

- быстрого переконфигурирования имеющегося оборудования и ввод в эксплуатацию нового,
- кратчайших сроков выполнения работ на кабельной инфраструктуре,
- обеспечение масштабирования не только при подключении новой техники, но и при расширении каналов связи, например, переходе с технологии Gigabit Ethernet на 10 Gigabit Ethernet.

Масштабируемость

Обеспечивается:

- модульным построением, возможностью быстро активировать новые кабельные тракты, добавлять дополнительные разъемы, заменять один тип разъема на другой (медный на оптический);
- выбором коммутационных панелей и розеток, допускающих установку модулей разъемов как для медных, так и для волоконно-оптических трактов;
- использованием пространства под фальшполом, например, для реализации LDP (локальных пунктов распределения).
- использованием претерминированных кабельных сборок, в состав которых входят соединительные кабели различной длины, уже оконцованные разъемами (не только быстрота монтажа, но и высокое качество).



Надежность

Обеспечивается :

- организацией дополнительных линий связи между локальными пунктами распределения LDP и зонными кроссами ZD;
- высоким качеством изготовления разъемов, подтвержденным соответствующими тестами;
- использованием и предварительным тестированием разъемов необходимой электрической устойчивости при подаче электропитания по кабельной системе сети Ethernet (технология PoE - Power over Ethernet),
- качеством нанесения и учета меток и записей идентифицируемых элементов.

Безопасность и управляемость

Защита точек физического подключения от несанкционированных действий персонала:

- визуальное кодирование разъемов, розеток и коммутационных панелей с использованием цветных клипс, крышек и рамок;
- механическое кодирование – несовместимость разъемов при их неправильном подключению;
- блокировка разъемных соединений специальными защитными рамками, вставками, клипсами с их последующим разблокированием только с помощью специального ключа.

Администрирование:

- учет подключенных коммутационных шнуров;
- правильная маркировка элементов СКС;
- ведение базы данных элементов СКС и кабельных соединений;
- документирование расположения отсеков связи, горизонтальных и магистральных кабелей, заземляющих проводников, шин и т. д.

Использование оптоволокна в СКС, в которых циркулирует информация с повышенной конфиденциальностью.

Резюме по СКС

Требования к СКС для ЦОД в принципе те же, что и вообще для СКС. Однако повышенное внимание уделяется:

- гибкости,
- масштабируемости,
- надежности,
- управляемости,
- безопасности.

Пока медные решения более привлекательны из-за низкой цены, но с ростом цены на медь более рентабельным может стать оптоволокно, обеспечивающее, к тому же отсутствие наводок при использовании технологии 10 Gigabit Ethernet и полную конфиденциальность.

Источники бесперебойного питания

Источник бесперебойного питания, (ИБП) (Uninterruptible Power Supply, UPS) — автоматическое устройство, предназначенное для обеспечения электрооборудования с бесперебойным снабжением электрической энергией **в пределах нормы**. ИБП также служат для нейтрализации негативных факторов, влияющих на чистоту электропитания (превышение напряжения, изменение частоты, гармоники, нарушение заземления и т. п.);

ГОСТ определяет следующие нормы в электропитающей сети: напряжение $220 \text{ В} \pm 10 \%$; частота $50 \text{ Гц} \pm 1 \text{ Гц}$; коэффициент нелинейных искажений формы напряжения менее 8% (длительно) и менее 12% (кратковременно).

Неполадками в питающей сети считаются:

- авария сетевого напряжения (напряжение в питающей сети полностью пропало);
- высоковольтные импульсные помехи (резкое увеличение напряжения до 6 кВ продолжительностью от 10 до 100 мс);
- долговременные и кратковременные подсадки и всплески напряжения;
- высокочастотный шум (высокочастотные помехи, передаваемые по электросети);
- побег частоты (отклонение частоты более, чем на 3 Гц).

Режим байпас (Bypass, «обход») — питание нагрузки отфильтрованным напряжением электросети в обход основной схемы ИБП. Переключение в режим Bypass выполняется автоматически или вручную (ручное включения предусматривается на случай проведения профилактического обслуживания ИБП или замены его узлов без отключения нагрузки). **Байпасом** называется один из составляющих ИБП блоков.

Инвертор - устройство, которое преобразует напряжение из постоянного в переменное (аналогично переменное в постоянное).

Автоматический ввод резерва (Автоматическое включение резерва, АВР) — способ обеспечения резервным электроснабжением нагрузок, подключенных к системе электроснабжения, имеющей не менее двух питающих вводов и направленный на повышение надежности системы электроснабжения. Заключается в автоматическом подключении к нагрузкам резервных источников питания в случае потери основного.

Гальваническая развязка между входом и выходом - осуществляется установленным во входной цепи ИБП (между электросетью и выпрямителем) входным изолирующим трансформатором. Соответственно, в выходной цепи ИБП между преобразователем и нагрузкой размещён выходной изолирующий трансформатор, который обеспечивает гальваническую развязку между входом со схемы ИБП и выходом на подключенную нагрузку.

Три схемы построения ИБП:

1. Резервная — при выходе электропитания за нормированные значения напряжения (или его полном отсутствии), автоматически переключает нагрузку к питанию от схемы, получающей электрическую энергию от собственных аккумуляторов с помощью простого инвертора. При появлении напряжения в пределах нормы, снова переключает нагрузку на питание от первичной сети.

2. Интерактивная — устройство аналогично предыдущей схеме; дополнительно на входе присутствует ступенчатый стабилизатор напряжения, позволяя получить регулируемое выходное напряжение.

3. Неавтономная (online) — используется для питания серверов, высокопроизводительных рабочих станций в ЛВС, а также иного оборудования, предъявляющего повышенные требования к качеству сетевого электропитания. Принцип работы состоит в двойном преобразовании (double conversion) рода тока. Сначала входное переменное напряжение преобразуется в постоянное, затем обратно в переменное напряжение с помощью обратного преобразователя (инвертора). Невысокий КПД (80-94%), но корректируется частота.

Источники гарантированного питания

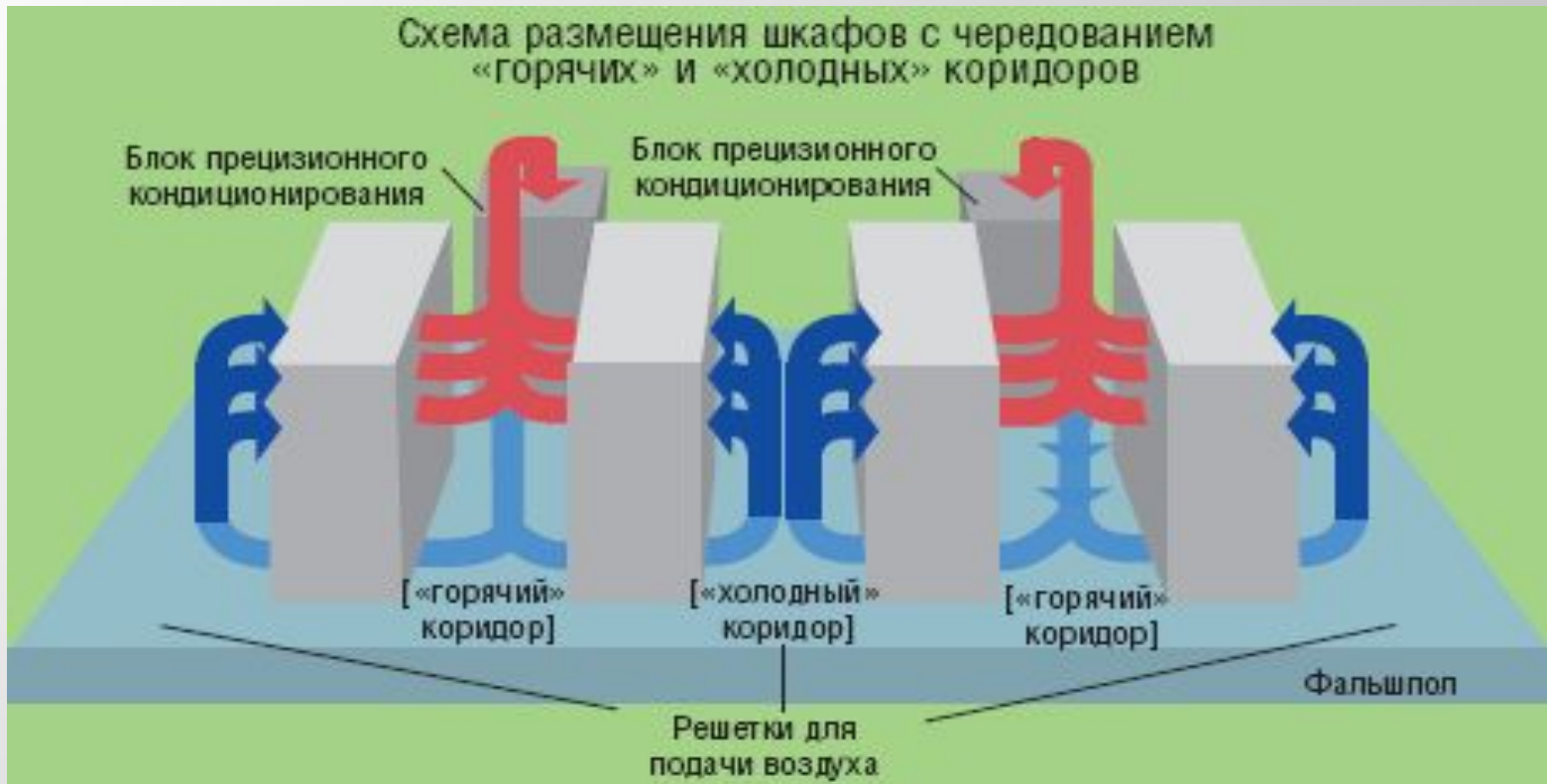


- дизельные электрические генераторы (ДЭГ) автоматически запускаются при полном пропадании электропитания либо несоответствия его требуемым параметрам (напряжение, частота, "чистота");
- запас топлива ДЭГ, как правило, на 8 часов непрерывной работы, восполняется без остановки ДЭГ.

Система кондиционирования (искусственного климата)

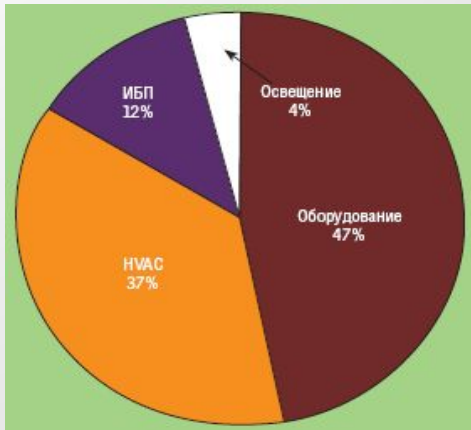
Самая критичная и ненадежная составляющая ЦОД. Остановка на 30 мин. приводит к нагреву помещения до 60 — 70°C, что влечет за собой выход из строя оборудования.

- рабочая температура ЦОД 19-24 °С, влажность 40-80%;
- на 1 кВт энергопотребления оборудования -1 кВт холодопроизводства;
- резервирование системы осуществляется по схеме не менее N+1;
- программное обеспечение осуществляет ротацию роли запасного шкафа;
- в ЦОД среднего размера (площадь 100 — 200 кв. м) используются шкафные прецизионные фреоновые кондиционеры;
- в крупных ЦОД используются уличные чилеры; хладагент на водной основе с температурой до 16 °С, мощность до 5-10МВт.



- организация горячих и холодных коридоров;
- обязателен приток воздуха с улицы;
- увлажнение воздуха производится с помощью парогенераторов.
- фальшпол - из металлических плиток 600x600 мм, оптимальная высота – 350-500 мм.

Система кондиционирования



На систему кондиционирования, вентиляции и обогрева (HVAC - Heating, Ventilation and Air Conditioning) приходится до 37% потребляемой ЦОД мощности. В отдельных случаях HVAC потребляет более 50% мощности ЦОД. Эффективным же считается показатель менее 30%.

PUE – (Power Utilization Efficiency) – энергоэффективность, отношение полной мощности, потребляемой ЦОД, к мощности, потребляемой вычислительным оборудованием. В ЦОД Сбербанка PUE=1,3.

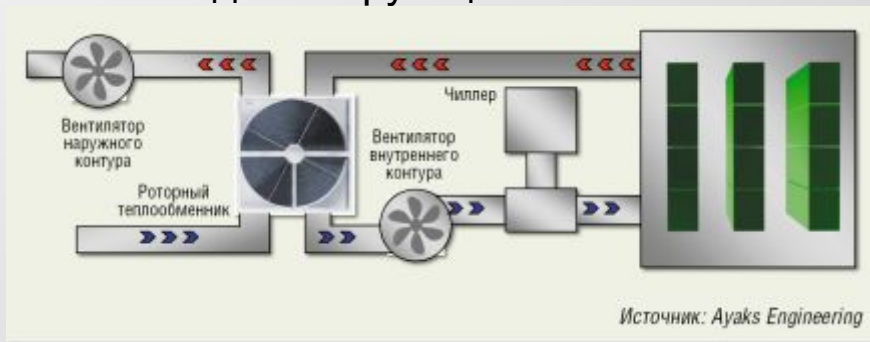
Достоинства жидкостного охлаждения:

- монтаж в боковой части шкафа
- равномерное охлаждение оборудования
- экономия площади по сравнению с охлаждением через фальшпол за счет отсутствия «холодных» и «горячих» коридоров
- отсутствие конденсата за счет оптимального подбора температуры входящей воды.

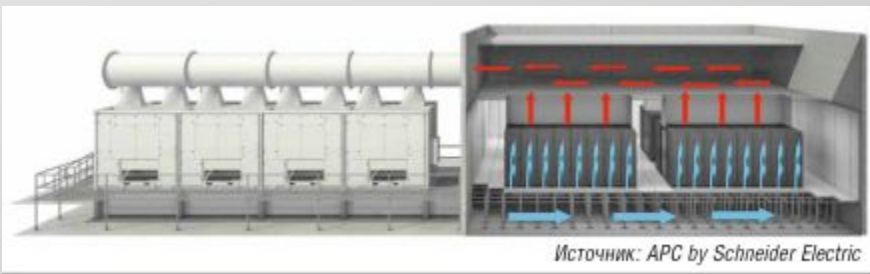
Системы искусственного климата

Фрикулинг (free cooling) – использование естественного охлаждения для повышения энергоэффективности ЦОД. Обычно используется в чилерах при температуре воздуха ниже 12 градусов.

Гринкулинг (green cooling) – то же, что и фрикулинг, но естественное охлаждение является доминирующим.



Позволяет при уличной температуре до $+22^{\circ}\text{C}$ поддерживать температуру воздуха на входе в серверы на уровне $+24^{\circ}\text{C}$. «Зеленые» решения могут экономить более 70% годовой стоимости энергии, идущей на охлаждение.



Три способа охлаждения: прямое охлаждение «воздух – воздух» работает постоянно; при превышении окружающей температурой определенного порога ($+7^{\circ}\text{C}$) подключается дополнительное орошение; при температуре $+27^{\circ}\text{C}$ активируется фреоновый контур.



Прямой фрикулинг - холодный наружный воздух подается непосредственно в помещение ЦОД. Требуется очистка, увлажнение (осушение) воздуха. Применен, в частности, на объекте компаний Cisco в Техасе, Yahoo в Локпорте (штат Нью-Йорк),

Альтернативные варианты

- Охлаждение испарением (адиабатное). Используется форсуночное распыление воды, но при этом образующаяся влага удаляется в атмосферу, присутствуя только во внешнем контуре, который связан с внутренним через теплообменник.
- Непосредственный подвод холодоносителя к источнику тепла (например, процессорам) без промежуточной среды — воздуха.
- Повышение допустимого уровня рабочей температуры для ИТ-оборудования. В 2011 году появились два новых класса оборудования для ЦОД — А3 и А4, которые отсутствовали ранее. Допустимый температурный диапазон для такого оборудования увеличен до +40°C и +45°C соответственно. Создание «высокотемпературного» оборудования сведет роль систем охлаждения к минимуму.
- Экзотика: подземные источники, реки, моря.

ЦОД суперкомпьютера МГУ

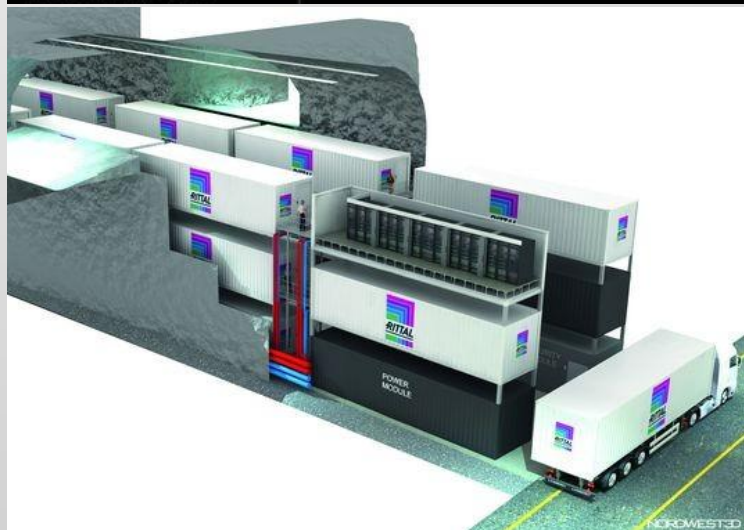
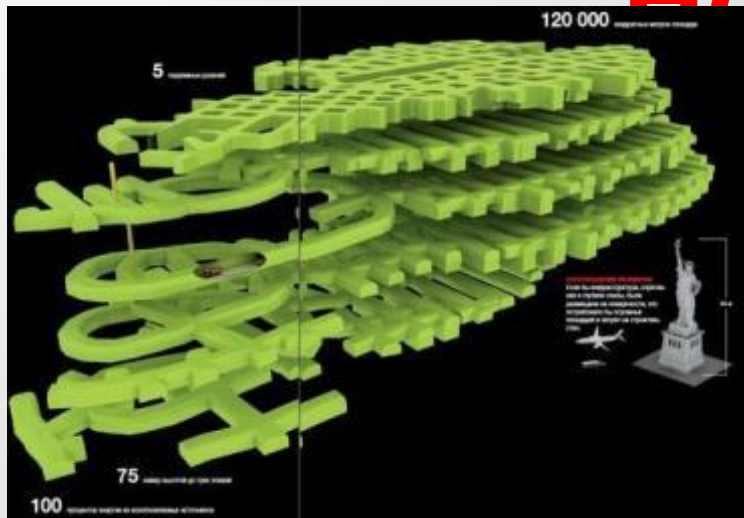


В ЦОД суперкомпьютера МГУ реализованы сразу две из перечисленных инноваций - повышенная рабочая температура ИТ-оборудования и непосредственный подвод хладагента к источнику тепла.

Существуют проекты «зеленых» ЦОД, размещаемых на плавающих платформах в области сильных приливных течений. Для охлаждения оборудования может быть использована забортная вода.



«Зеленый» ЦОД Lefdal Mine Datacenter в Норвегии



ЦОД имеет 5 подземных уровней. Оборудование размещено в 75 камерах высотой до трех этажей и площадью 120 000 м² на глубине 565 м.

Планируемая мощность, потребляемая ЦОД - 200 МВт на 100% будет генерироваться ветряными и приливными электростанциями. Охлаждение должно осуществляться водой фьорда температурой 7,5 градуса, связанного с четырьмя ледниками. ЦОД будет соответствовать третьему уровню стандарта TIA/EIA-942, хотя предусмотрена резервная система электrorаспределения и защиты по схеме 2N. Планируемая энергоэффективность должна составить PUE=1,1.

Комплексные системы безопасности

Простые системы разграничения физического доступа:

- сервер управления;
- считыватели
- карты (ключи).

Сложные системы:

- интеллектуальная обработка изображения;
- дактилоскопия;
- радужная оболочка глаза.

Охранное видеонаблюдение осуществляется за:

- периметром;
- входами-выходами;
- проходами;
- скрытыми площадями.

Видеоизображение поступает на мониторы службы безопасности и архивируется.

Системы пожарной сигнализации и пожаротушения

Задача – обнаружить возможность возгорания до начала пожара.

Используются **системы активного забора воздуха** в точках, максимально приближенных к возможному месту возгорания, и транспортировкой проб к чувствительному элементу пожарного извещателя.

Существующие системы сигнализации позволяют регистрировать концентрации дыма, начиная с уровня потери видимости на метр – **0,0015%**, то есть на уровне, не ощутимом для человеческого глаза.

Локальное пожаротушение:

Пожарные извещатели:

- дымовые;
- оптические;
- спектральные.

Огнетушащие вещества – газы:

- хладоны (фреоны) – фторуглеродные соединения,
- инертные газы,
- углекислота;
 - жидкости, не проводящие электричество;
 - порошки.

Чем дороже решение, тем больше оборудования уцелеет!

Система мониторинга и управления



Диспетчерская мониторинга ИТ-инфраструктуры ФНС (г.Дубна)



Диспетчерская мониторинга инженерной инфраструктуры ФНС (г. Дубна)

В реальной интегрированной системе управления инфраструктурой ЦОД приходится анализировать более 200 источников данных и 150 управляющих воздействий, включая контроль распределенных сетей передачи данных, мониторинг кондиционеров и ИБП, активного сетевого оборудования.

Цель – создание систем управления класса Data Center Infrastructure Management (DCIM), обеспечивающих согласованное функционирование инженерной инфраструктуры и ИТ-систем ЦОД.

Система мониторинга и управления

DCIM обеспечивает:

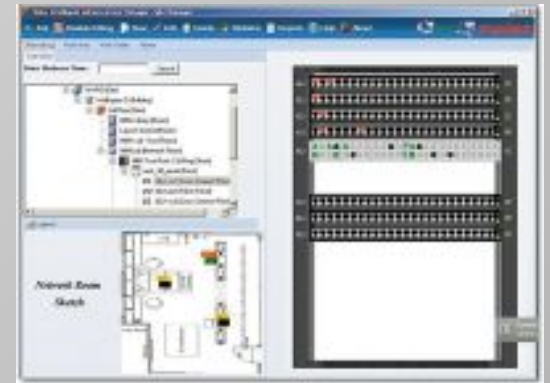
- слаженную работу большого количества систем;
- быстроту и высокое качество диагностики отказов в пассивном и активном сетевом оборудовании и программном обеспечении;
- исключение влияния человеческого фактора;
- контроль и интерактивное отражение:
 - ✓ состояния всего оборудования,
 - ✓ электрической нагрузки,
 - ✓ температуры и влажности среды,
 - ✓ затопления и задымление помещения,
 - ✓ открывания дверей,
 - ✓ сообщения об авариях,
 - ✓ предупреждения об ошибках,
 - ✓ корректное выключение виртуальных машин при потере основного питания, а также инициирования процесса миграции таких машин на другой сервер.

От СИУ к DCIM

1. Использование интеллектуальных систем управления физическим уровнем (систем управления кабельной инфраструктурой) или систем интерактивного управления (СИУ); системы позволяет:

- создать централизованную платформу мониторинга и управления СКС,
- повысить отказоустойчивость кабельной инфраструктуры,
- оптимизировать использование сетевых ресурсов,
- сократить время реакции на аварии в сети,
- автоматизировать ведение кабельного журнала.

2. Переход от СИУ к системе управления инженерной инфраструктурой ЦОД (Data Center Infrastructure Management - DCIM), позволяющей получать актуальную информацию о местоположении оборудования, его использовании, загрузке, запасах мощности по электропитанию и охлаждению.



Резюме

Инженерная подсистема ЦОД призвана обеспечить сохранность информации и возможность непрерывной работы с ней. Она включает системы:

- бесперебойного и гарантированного электроснабжения;
- кондиционирования (искусственного климата);
- пожарной сигнализации и пожаротушения;
- безопасности (физической и информационной);
- мониторинга и управления.

Инженерная подсистема ЦОД должна быть оптимизированной, минимально энергоемкой, функционировать, как единое целое.