

Отличия критически важных систем охлаждения и обычных кондиционеров

Информационная
статья № 56

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Краткий обзор

Для современных залов с оборудованием требуются высокоточные, устойчивые среды для обеспечения оптимальной работы чувствительных электронных систем. Стандартные системы комфортного кондиционирования воздуха плохо адаптированы к применению в залах с оборудованием, что ведет к отключению систем и сбоям в работе компонентов. Поскольку высокоточные системы кондиционирования воздуха поддерживают температуру и влажность в очень узком диапазоне, они обеспечивают устойчивость условий окружающей среды, необходимых для надежной работы чувствительного электронного оборудования. Это позволяет предприятию избежать дорогостоящих простоев.

Современные залы с оборудованием представляют собой нечто большее, чем просто компьютерный зал

Требования к высокоточным системам контроля микроклимата теперь намного строже требований к обычным центрам обработки данных или компьютерным залам, которые также известны сейчас как “залы с оборудованием” для широкого применения. Наиболее типичны следующие случаи применения залов с оборудованием:

1. Наборы медицинского оборудования (MRI, сканирование CAT)
2. Чистые помещения
3. Лаборатории
4. Центры печати / копировальные центры / центры CAD
5. Помещения для установки серверов
6. Больничное оборудование (операционные, изоляторы)
7. Телекоммуникационное оборудование (помещения для коммутационного оборудования и базовых станций)

Для чего необходима высокоточная система кондиционирования воздуха?

Обработка информации является основой всех критических операций. Поэтому благополучие компании зависит от надежности зала с оборудованием. ИТ-оборудование производит необычную, сосредоточенную тепловую нагрузку и в то же время чувствительно к изменениям температуры или влажности. Колебание температуры и / или влажности может привести к неполадкам, начиная от обработки ненужной информации и заканчивая полным отключением системы. В зависимости от продолжительности простоя, а также стоимости потерянного времени и данных, это может привести к огромным затратам для компании. В стандартной системе комфортного кондиционирования воздуха не предусмотрена обработка сосредоточенной тепловой нагрузки и профиля тепловой нагрузки в залах с оборудованием. Кроме того, такая система не рассчитана на обеспечение точного заданного значения температуры и влажности, необходимых для такого вида применения. Высокоточные системы кондиционирования воздуха разработаны для строгого контроля температуры и влажности. Они обеспечивают надежную эксплуатацию круглый год, простоту обслуживания, гибкость системы и резервирование, необходимые для круглосуточного поддержания рабочих условий в зале с оборудованием.

Расчетные условия температуры и влажности

Поддержание расчетных условий температуры и влажности чрезвычайно важно для бесперебойной работы зала с оборудованием. Расчетные условия должны составлять 72 - 75 °F (22 - 24 °C) и 35 - 50 % относительной влажности. Как и другие неблагоприятные условия, быстрые колебания температуры могут негативно сказываться на работе оборудования. Это одна из причин того, почему оборудование остается включенным, даже если не выполняется обработка данных. Высокоточная система кондиционирования воздуха рассчитана на поддержание температуры на уровне ± 1 °F (0,56 °C) и относительной влажности $\pm 3 - 5$ % круглосуточно в течение всего года. Системы комфортного кондиционирования воздуха, напротив, рассчитаны на поддержание температуры на уровне 80 °F (27 °C) и относительной влажности 50 % только в летних условиях при температуре 95 °F (35 °C) и относительной влажности окружающей среды 48 %. Как правило, отсутствие специализированного устройства контроля влажности, а также контроллеров, не поддерживающих значения температур в заданном интервале, ведет к возникновению потенциально опасных колебаний температуры и влажности.

Проблемы, вызванные неправильными условиями эксплуатации

Неправильные условия эксплуатации в зале с оборудованием негативно скажутся на операциях по обработке и сохранению данных. Это может привести к повреждению данных, полному отключению системы и сбоям.

1- Высокая и низкая температура

Высокая или низкая температура окружающей среды или быстрые колебания могут повредить обрабатываемые данные и привести к отключению всей системы. Изменения температуры могут повлиять на электрические и физические характеристики электронных микросхем и прочих компонентов платы, приводя к неправильной работе или сбою. Эти неисправности могут носить как временный, так и долгосрочный характер. Даже неисправности, носящие временный характер, могут вызвать большие сложности при диагностике и ремонте.

2- Высокая влажность

Высокая влажность может повлечь за собой повреждение ленты и поверхностей, аварийное состояние головок, образование конденсата и коррозии, неполадки при работе с бумагой, а также миграцию золота и серебра, приводящую к сбою в работе компонента и платы.

3- Низкая влажность

Низкая влажность значительно повышает вероятность возникновения разрядов статического электричества. Статические разряды могут повредить данные или оборудование.

Отличия высокоточной системы кондиционирования воздуха от системы комфортного кондиционирования воздуха

1- Коэффициент физического тепла

Тепловая нагрузка состоит из двух отдельных компонентов: физического и скрытого тепла. Удаление или добавление физического тепла приводит к соответствующим изменениям в температуре лампы воздушной сушки. Скрытое тепло связано с повышением или понижением абсолютной влажности воздуха. Общая охлаждающая способность кондиционера представляет собой сумму удаленного физического тепла и удаленного скрытого тепла.

Общая охлаждающая способность = физическое охлаждение + скрытое охлаждение

Коэффициент физического тепла является частью общего физического охлаждения.

$$\text{Sensible Heat Ratio (SHR)} = \frac{\text{Sensible Cooling}}{\text{Total Cooling}}$$

В зале с оборудованием тепловая нагрузка практически полностью состоит из физического тепла, источником которого является ИТ-оборудование, свет, вспомогательное оборудование и двигатели. Из-за присутствия в помещении нескольких человек, ограниченного объема поступающего снаружи воздуха, а также пароизоляции существует очень низкая скрытая нагрузка. Требуемое значение SHR для кондиционера, которое должно соответствовать этому профилю тепловой нагрузки, является очень высоким и составляет 0,95 - 0,99. Конструкция высокоточной системы кондиционирования воздуха позволяет работать с такими высокими коэффициентами физического тепла.

Напротив, значение SHR в системе комфортного кондиционирования воздуха обычно равно 0,65 - 0,70, тем самым обеспечивается слишком низкий показатель физического охлаждения и очень высокий показатель скрытого охлаждения. Чрезмерное скрытое охлаждение означает, что очень большое количество влажности постоянно удаляется из воздуха. Для поддержания нужного диапазона относительной влажности, равного 35 - 50 %, необходимо постоянное увлажнение, при котором, по определению, потребляется большее количество энергии.

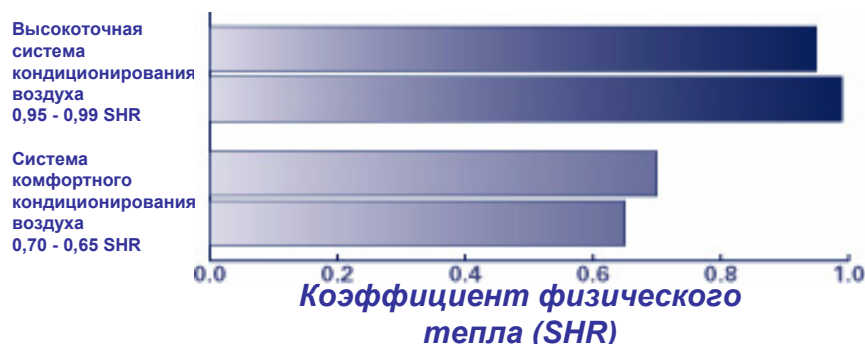


Рис. 1. Коэффициент физического тепла (SHR)

2- Точное значение температуры и влажности

Высокоточные системы кондиционирования воздуха оборудованы сложными, быстродействующими элементами управления на базе микропроцессора, которые необходимы для быстрой адаптации к изменениям условий и поддержания жестких допусков, обеспечивающих надежную эксплуатацию. Высокоточные системы кондиционирования воздуха обычно характеризуются наличием нескольких стадий охлаждения и обогрева, увлажнителя и отдельного цикла влагопоглощения. Это позволяет им отвечать всем требованиям к контролю температуры и влажности.

Системы комфортного кондиционирования воздуха, как правило, оборудованы основными немногочисленными элементами управления, которые не позволяют достаточно быстро выполнять адаптацию для поддержания требуемых допусков. Системы комфортного кондиционирования воздуха обычно не оборудованы циклами обогрева или увлажнения / влагопоглощения, которые необходимы для обеспечения стабильной эксплуатации оборудования. Компоненты, если таковые имеются, являются дополнительными устройствами и не являются частью комплексной системы.

3- Качество воздуха

Работа высокоточных кондиционеров характеризуется высокой скоростью потока воздуха по отношению к количеству тепла, удаляемого устройством, как правило, 160 кубических футов в минуту (76 литров в секунду) на 1 кВт или более. Этот высокий объемный расход способствует перемещению большого количества воздуха по помещению, улучшая распространение воздуха и уменьшая возможность появления локализованных "горячих" точек. Оборудование, в котором применяются современные технологии, обычно вырабатывает около 160 кубических футов в минуту на каждый кВт потребляемой электроэнергии, поэтому немаловажным является количество холодного воздуха, подаваемого на входной контур оборудования. В противном случае часть воздуха будет поступать в оборудование из других областей помещения, что зачастую приводит к опасному повышению температуры поступающего воздуха. Благодаря высокому значению показателя "куб. фут в минуту / кВт" для высокоточного охлаждающего оборудования, через фильтры проходит большее количество воздуха, что обеспечивает чистоту помещения. В высокоточных кондиционерах обычно используется блок фильтров средней или высокой эффективности с глубокими складками для уменьшения количества взвешенной пыли.

Системы комфортного кондиционирования воздуха работают с более низкими показателями, равными 85 - 115 кубических футов в минуту / кВт (40 - 54 литров в секунду / кВт). Низкое значение для кубических футов в минуту может привести к ухудшению распределения воздуха и увеличению количества существующих в воздухе загрязнителей. В системах комфортного кондиционирования воздуха обычно используются плоские фильтры, изготовленные из малоэффективных материалов и недостаточно очищающие воздух от пыли.

4- Время работы

Высокоточные системы кондиционирования воздуха рассчитаны на непрерывную работу в течение всего года. Для обеспечения минимального времени простоя разрабатываются системы, состоящие из подобранных компонентов и обладающие высокими уровнями избыточности. Управляющие элементы этих систем способны поддерживать климатические условия в зале в широком диапазоне как зимой, так и летом.

Системы комфортного кондиционирования воздуха рассчитаны на работу в летний период на протяжении 1200 часов в году. Система не рассчитана на обеспечение бесперебойной работы в течение всего года. Ни элементы управления, ни система охлаждения не рассчитаны на непрерывную работу или эксплуатацию в зимнее время.

Критерии проектирования

1- Плотность нагрузки

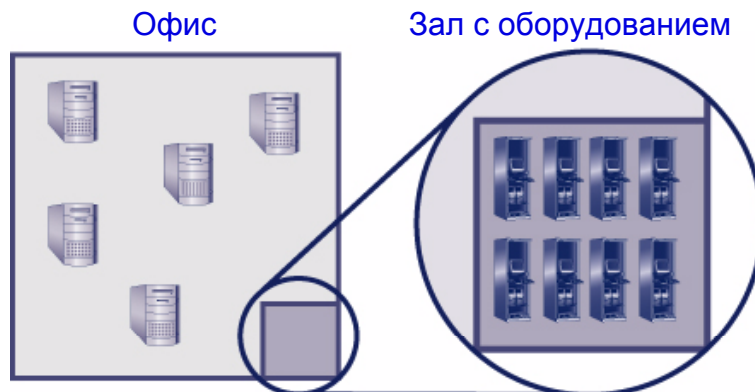
Из-за высокой концентрации оборудования плотность нагрузки в зале с оборудованием может быть в пять раз выше, чем в обычном офисе. Системы должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать исключительно высокую плотность нагрузки. Большое значение имеет эффективность отвода тепла и распределение воздуха.

Плотность нагрузки

Офис: 54 - 161 ватт / кв. м

Зал с оборудованием: 538 - 2 153 ватт / кв. м

Рис. 2. Плотность нагрузки



2- Температура и влажность

Целевые расчетные условия должны быть в диапазоне от 72 до 75 °F (от 22 до 24 °C) при относительной влажности от 35 до 50 %.

3- Количество воздуха

Высокое значение показателя “куб. фут в минуту / кВт”, свойственное высокоточным системам, способствует высокому коэффициенту физического тепла, улучшению распределения воздуха и увеличению скорости фильтрации. Высокое значение показателя “куб. фут в минуту” не создает дискомфорта для персонала, поскольку распределение осуществляется под фальшполом и воздух попадает в помещение через оборудование.

4- Чистота воздуха

Если система не оборудована фильтрами, взвешенная пыль может привести к повреждению оборудования. Фильтры должны быть с глубокими складками для обеспечения средней или высокой эффективности. Размер фильтра также имеет большое значение. Для обеспечения эффективной работы фильтр должен работать с достаточно низкой скоростью воздуха в лобовом сечении. Необходимо периодически выполнять замену фильтра.

5- Пароизоляция

Поскольку практически все строительные материалы не являются влагоотталкивающими, в хорошо спроектированном зале с оборудованием необходимо обеспечить пароизоляцию. В зале с оборудованием без пароизоляции влажность будет уменьшаться зимой и повышаться летом. Это усложняет контроль заданных значений влажности и увеличивает время непрерывной работы компрессоров и увлажнителей, потребляющих дорогостоящую энергию.

Для создания эффективной пароизоляции необходимо уплотнить потолки полиэтиленовой пленкой и покрасить бетонные стены краской на резиновой или пластиковой основе. Кроме того, необходимо обеспечить надежную герметизацию дверей и всех сквозных отверстий для труб и кабелей.

6- Требования к наружному воздуху

В залах с оборудованием, как правило, находится мало работников, что не требует большого притока свежего воздуха. Объем наружного воздуха необходимо снизить для ограничения скрытой нагрузки на зал. 20 кубических футов в минуту (9,4 литра в секунду) на человека - это значение, соответствующее стандарту качества воздуха в помещениях (IAQ) для США.

7- Избыточность

Избыточность достигается за счет работы дополнительного оборудования. Она должна обеспечить 100 % требуемой охлаждающей способности даже после отключения или сбоя одного или нескольких устройств. Затраты на обеспечение избыточности необходимо сравнивать с прогнозируемыми расходами в результате простоя зала с оборудованием.



Рис. 3. Избыточность

Необходимо учитывать разницу между избыточностью и избыточной способностью. Избыточность обеспечивается нагрузкой, равной 70 кВт для систем 3 x 52 кВт или 4 x 35 кВт. Для того чтобы резервное оборудование считалось избыточным, необходимы циклическое использование оборудования в динамическом режиме и интерфейс элементов управления, обеспечивающий автоматический запуск.

8- Безопасность

Безопасность кондиционеров так же важна, как и безопасность аппаратного обеспечения зала с оборудованием, поскольку оборудование не может работать без кондиционеров. Внутренние блоки необходимо устанавливать в зале с оборудованием, и доступ к ним следует ограничить точно так же, как и к ИТ-оборудованию. Оборудование для отвода наружного теплого воздуха необходимо располагать на крыше или в другом безопасном месте здания.

Условия выбора системы

1- Расчет нагрузки

Источниками тепла в залах с оборудованием являются аппаратное обеспечение, свет, люди, наружный воздух, нагрузки при передаче, солнце и вспомогательное оборудование (устройства распределения электропитания, ИБП и т.д.).

- Как правило, для расчета нагрузки используется значение равное 1,39 кв. м / кВт. Более подробные сведения о расчете нагрузки см. в информационной статье APC № 25 “Calculating Total Cooling Requirements for Data Centers” (Расчет технических требований для общего охлаждения в центрах обработки данных).

2- Единые системы

а- Охлаждение с помощью воздуха



Рис. 5. Система охлаждения с помощью воздуха

Конфигурация системы

- Система охлаждения состоит из кондиционера для использования в помещении и наружного блока отвода тепла с воздушным охлаждением.
- Компрессоры могут находиться во внутреннем или наружном оборудовании. Для обеспечения безопасности и более простого обслуживания компрессоры обычно устанавливаются во внутреннем блоке.
- Трубопроводы хладагента (два на компрессор) соединяют две части системы.
- Решающее значение имеет конструкция трубопровода хладагента. Конструкция должна учитывать потери давления, скорость хладагента, возврат масла и ловители.
- Установка блока обслуживания должна выполняться квалифицированными специалистами.
- Оптимальный вариант для нескольких блоков и расширяющихся установок. Каждая система является автономным модулем.

6- Водяное охлаждение

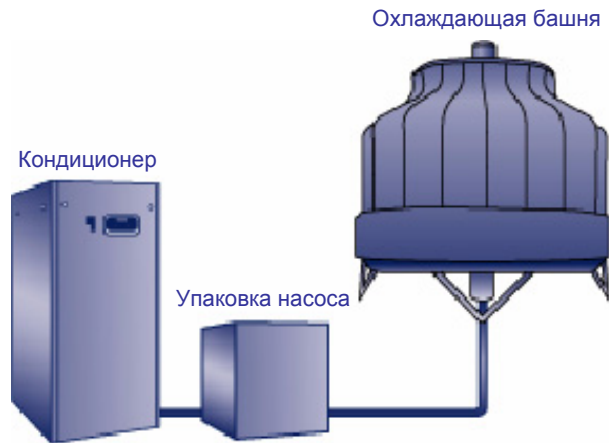


Рис. 6. Система с водяным охлаждением

Конфигурация системы

- Кондиционер для использования в помещении является завершенной, автономной системой охлаждения.
- Тепло поступает в источник водного охлаждения через теплообменник в блоке, находящемся в помещении. Охлажденная вода затем закачивается в охлаждающую башню, и осуществляется рециркуляция. Можно также использовать другие источники воды (например, колодцы).
- В холодном и умеренном климате охлаждающую башню необходимо приспособить к зимним условиям.
- В проекте башни должна учитываться избыточность, или необходимо обеспечить дополнительный аварийный источник воды.
- Очистка воды требуется только при использовании охлаждающей башни.
- Конструкция трубы водяного охлаждения не так важна - ее легче установить, чем трубопроводы хладагента.
- Система охлаждения поставляется уже заряженной и протестированной на заводе.

в- Охлаждение с помощью гликоля

Рис. 7. Система охлаждения с помощью гликоля



Конфигурация системы

- Блок, находящийся в помещении, напоминает систему охлаждения с помощью воды.
- Раствор гликоля циркулирует вместо воды, и во внешнем блоке жидкость отдает тепло воздушному теплообменнику или “сухому охладителю”.
- По сравнению с охлаждающими башнями сухие охладители более просты в обслуживании.
- Превосходные возможности для рекуперации тепла.
- Коэффициент E.E.R системы. является самой простой из трех типов блоков.
- Можно присоединить несколько блоков к отдельным большим сухим охладителям и насосным агрегатам. В этом случае необходимо обязательно учитывать требования к избыточности.

г- Естественное охлаждение с помощью гликоля

Конфигурация системы

- Продукт аналогичен системе охлаждения с помощью гликоля, но также включает дополнительный змеевик естественного охлаждения для экономии энергии.
- Когда температура вне помещения снижается, холодный раствор гликоля проходит через дополнительный змеевик естественного охлаждения, и охлаждение осуществляется без участия компрессоров.
- В соответствующих климатических условиях обеспечивается значительное сокращение эксплуатационных затрат.
- Дополнительный змеевик предполагает дополнительную мощность двигателя компрессора.
- Для большего снижения затрат требуются системы с более крупными змеевиками естественного охлаждения. Радиаторы естественного охлаждения необходимо устанавливать до змеевика DX для обеспечения дополнительной мощности при умеренной температуре окружающей среды.

д- Дополнительный змеевик с охлажденной водой

Конфигурация системы

- Для обеспечения полной избыточности в одном устройстве к системе DX может быть подключен дополнительный змеевик с охлажденной водой.
- В случае аварии устройство может функционировать в качестве системы подачи охлажденной воды со 100 %-ной защитой модульной системы DX.
- При необходимости устройство может функционировать как система DX с аварийной центральной системой, осуществляющей резервную подачу охлажденной воды.
- По возможности устройство может использовать охлажденную воду. Например, если охладитель работает непосредственно для поддержания процесса производства на заводе или для поддержания установок комфортного кондиционирования воздуха в летнее время, он переключается в положение DX, когда охлажденная вода уже недоступна.

е- Охлажденная вода

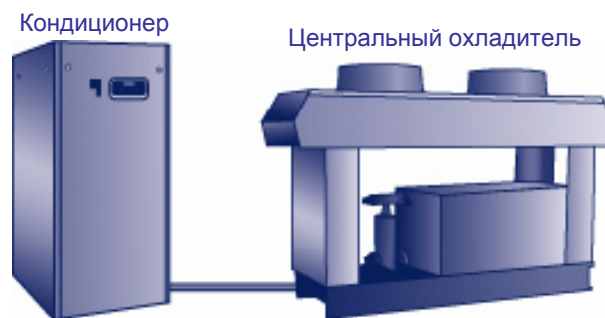


Рис. 8. Система подачи охлажденной воды

Конфигурация системы

- Охлажденная вода подается от центрального охладителя к сборочным блокам, расположенным в зале с оборудованием. Система охлаждения находится в агрегированном охладителе.
- Внутренние кондиционеры содержат органы управления, змеевик с охлажденной водой, клапан управления для охлаждающей воды, фильтры, увлажнители и разогреватель.
- Температура охлажденной воды должна быть как можно выше для сохранения высокого коэффициента физического тепла (8,33 °C или выше).
- Избыточность должна распространяться на центральную водоохлаждающую установку и насосные агрегаты.

- Центральную установку необходимо приспособить к зимним условиям для эксплуатации на протяжении всего года.
- В некоторых городах может потребоваться помощь обслуживающего персонала.
- Не следует объединять с аппаратами комфортного кондиционирования, так как температура поступающей охлажденной воды должна отличаться (5,6 °С - для комфортного охлаждения; 8,3 °С и выше - для залов с оборудованием).

Стоимость владения

1- Эксплуатационные расходы

Расходы на кондиционирование 0,09 кв. м зала с оборудованием обычно в десять раз больше, чем на кондиционирование в офисе или жилом помещении. Причина заключается в круглогодичной эксплуатации (в отличие от сезонной) и значительном увеличении удельной тепловой нагрузки. Тем не менее, эксплуатационные расходы на высокоточную систему кондиционирования воздуха станут намного меньше, чем на систему комфортного кондиционирования воздуха, если обе системы используются в зале с оборудованием.

Более низкие затраты на высокоточную систему кондиционирования воздуха, по сравнению с затратами на соизмеримую систему комфортного кондиционирования воздуха, объясняются следующими причинами.

- а. Подпольная система - высокий коэффициент физического тепла способствует снижению влагопоглощения и облегчает работу увлажнителя.
- б. Коэффициент высокой эффективности энергии (E.E.R). Благодаря использованию больших змеевиков, высоким значениям тепла, удаляемого в минуту, и компрессорам, использующим тепловой насос, энергетические коэффициенты охлаждения с отводом физического тепла в системах, оборудованных компьютерным управлением, оказываются выше, чем у традиционных систем комфортного кондиционирования.
- в. Оборудование для высокоточного кондиционирования разработано с использованием высокоэффективных компонентов, предназначенных для круглогодичной эксплуатации.

Обратите внимание на следующие компоненты.

- Большой плоский охлаждающий змеевик
- Высокоэффективные двигатели вентиляторов
- Паровые увлажнители контейнерного типа
- Компрессор, рассчитанный на использование теплового насоса
- Высокий коэффициент физического тепла
- Отдельный цикл влагопоглощения
- Простой понизитель фильтрации
- Подшипники, рассчитанные на 100 000 часов работы
- Расширенные гарантии

2- Расходы на обслуживание

Самые высокие расходы на обслуживание или ремонт обычно приходятся на время простоя зала с оборудованием. С этой целью необходимо в первую очередь рассчитать избыточность. Тем не менее, для снижения этих расходов в дальнейшем необходимо выбрать такое оборудование, которое значительно уменьшит время, необходимое для обслуживания и ремонта. Обратите внимание на следующие компоненты.

- а. Болтовые соединения в компонентах системы охлаждения. Снятие компрессора и фильтра-влажготделителя должно выполняться без помощи газовых сварочных горелок.
- б. Основные и вспомогательные технические поддоны.
- в. Увлажнитель с быстро заменяемым контейнером.
- г. На компоненты не должен попадать поток воздуха - их необходимо оградить механическими средствами.
- д. Съёмный блок крышки вентилятора.
- е. Пронумерованная электропроводка с цветовой маркировкой.
- ж. Устройства защиты запуска двигателя вместо предохранителей.
- з. Легко снимаемые или шарнирные панели доступа.
- и. Вызовы по вопросам обслуживания в процессе работы системы.

Выводы

В залах с оборудованием находятся чувствительные электронные системы, для оптимальной работы которых требуется точное соблюдение условий окружающей среды. Обеспечивая условия окружающей среды, необходимые для этого типа электронного оборудования, высокоточные системы кондиционирования воздуха помогают избежать отключения систем и сбоев в работе компонентов, приводящих к высоким затратам.