

# Проектирование адаптивной системы охлаждения

Организация системы охлаждения ЦОД – непростая задача, при решении которой необходимо учитывать множество факторов. Это в первую очередь размер и особенности помещения, организация систем электро- и хладоснабжения, организация коммуникаций, возможности для размещения чиллеров, шкафов, тепловая нагрузка на систему охлаждения, требования к отказоустойчивости. Кроме того, у различных организаций, как правило, имеются особые требования к организации ЦОД, предъявляемые спецификой бизнеса и существующей ИТ-инфраструктурой. В данной статье рассмотрена методика выбора наиболее приемлемого по цене и качеству решения с учетом особенностей помещения, где размещается центр обработки данных, и пожеланий заказчика.

## Исходные условия

Для описания предлагаемой методики рассмотрим конкретный пример.

Необходимо разработать оптимальную по цене и качеству систему охлаждения для нового дата-центра, который будет расположен в подготовленном строителями пустом подвальном помещении без окон с размерами 15x20 м (площадь 300 м<sup>2</sup>) и высотой 3 метра. Внутри расположены четыре колонны прямоугольного сечения с площадью основания 0,16 м<sup>2</sup>, отстоящие от стен минимум на 5 м, и имеется один вход с металлической дверью. Само здание находится на окраине крупного города и частично переоборудовано под офисный центр. На уровне первого этажа есть площадка для размещения чиллеров, а также имеется место для установки, при необходимости, резервного бака с хладагентом.

Качество воды в водопроводной системе низкое с высоким содержанием примесей, перебои с подачей воды возможны на период от 1 до 12 часов (вероятность неблагоприятного события 0,02). Подвод электричества в здание осуществляется от двух независимых трансформаторов по 0,25 МВт от одной подстанции. Доступная электрическая мощность на весь комплекс составляет 0,5 МВт с перспективой удвоения в течение одного-двух лет. Сразу планируется поставить пятьдесят закрытых шкафов 42U (600x1070x1991 мм) с перфорированными передними стенками. В течение двух лет их число удвоится. Уровень шума является критичным параметром для заказчика.

Особое внимание требуется уделить параметрам тепловой нагрузки. В нашем случае изначально необходимо отводить до 5 кВт тепла от сорока шкафов и до 10 кВт от десяти шкафов. В перспективе двух-трехлетнего развития планируется отводить до 10 кВт тепла от 50-60 шкафов и еще до 15 кВт от 40 шкафов.

В отношении отказоустойчивости в соответствии с рекомендациями Uptime Institute рассматриваются варианты для ЦОД уровня Tier II и Tier III.

При реализации проекта необходимо применять энергосберегающие технологии со сроком окупаемости не выше трех лет. В помещении имеется возможность для создания отдельных изолированных шкафов или гермозон для повышения эффективности системы охлаждения. Срок на реализацию проекта – не более полугода. По просьбе заказчика мы будем рассматривать также вариант с применением мониторинга системы охлаждения, интегрированной в общую среду мониторинга ЦОД.

## Решение

Согласно требованиям заказчика, мощность 40 стоек в перспективе составит 15 кВт, оставшихся 60-ти – 10 кВт. При этом система охлаждения должна быть энергоэффективной. Поскольку мощность стоек является довольно значительной, было принято решение использовать систему на чиллерной воде. На первом этапе заказчик планирует поставить 40 стоек по 5 кВт и 10 стоек по 10 кВт. Учитывая мощность этих же стоек в перспективе, можно сделать вывод о том, что инфраструктура ЦОД, в том числе и в плане охлаждения, должна быть адаптивной и позволять эффективно отводить тепло на любом этапе развития дата-центра с минимальными затратами и по возможности без переделывания существующей системы охлаждения при установке новых стоек или увеличении мощности существующих. В связи со всем вышесказанным было принято решение использовать чиллерные внутрирядные кондиционеры APC by Schneider Electric и систему контейнеризации “горячего” коридора. Такой подход к охлаждению позволяет максимально приблизить кондиционер к источнику тепла, а система контейнеризации не позволит горячему воздуху ни при каких условиях попасть на вход в стойку и вызвать ее перегрев. Также имеет смысл разбить стойки на зоны с одинаковой плотностью мощности на каждой стойке (рис. 1, 2).

Стойки по 15 кВт разбиты на две системы контейнеризации горячего коридора EcoAisle, для охлаждения каждой используется по 8 внутрирядных кондиционеров шириной 600 мм, резервирование по охлаждению – N+1. Каждый кондиционер имеет явную холодопроизводительность 51,4 кВт при температуре вхо-

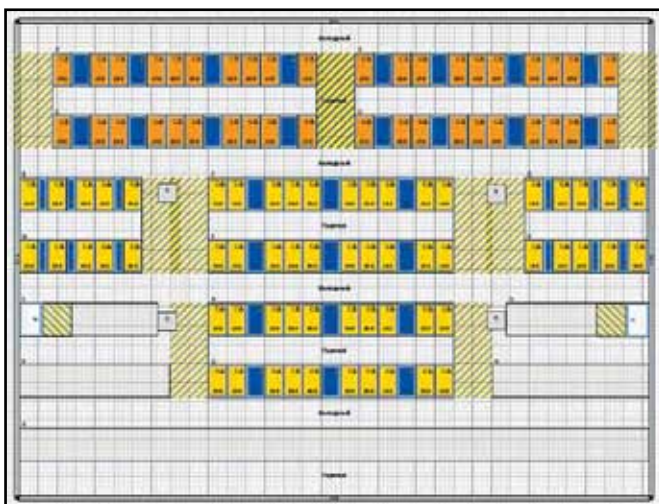


Рис. 1. План-схема тепловыделения стоек

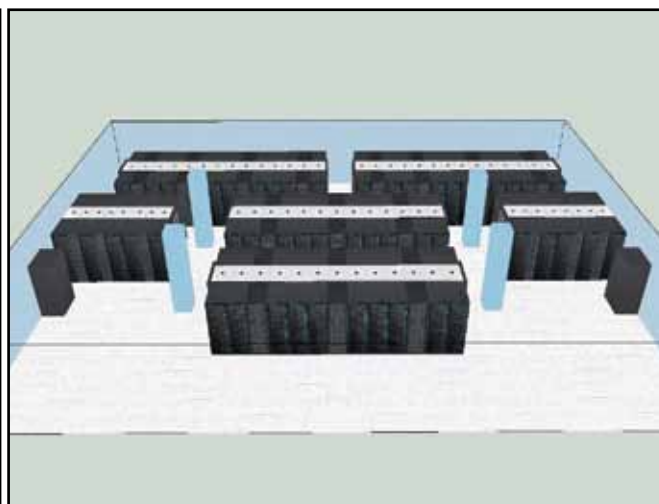


Рис. 2. 3D-схема

дящей воды 10°C. Для поддержания оптимальной относительной влажности половина кондиционеров оснащена пароувлажителем с мощностью увлажнения до 3 кг воды в час каждый. Несмотря на высокий SHR (Sensible Heat Ratio) кондиционеров, равный 0,99, выпадение конденсата неизбежно, поэтому необходимо предусмотреть трассы для его удаления. Так как используются кондиционеры на чиллерной воде, мощность каждого кондиционера может регулироваться от 0 до 100 % (нет ограничения по минимальной мощности, как у фреоновых кондиционеров). Именно поэтому, если мощность стоек на первом этапе составит 5 кВт, никаких проблем с системой охлаждения не возникнет. Вентиляторы кондиционеров с регулируемой частотой вращения – это позволяет экономить от 15 до 45 % электроэнергии. Система контейнеризации горячего коридора EcoAisle не позволяет горячему воздуху от стоек выходить из горячего коридора, что делает распределение воздушных потоков в ЦОД предсказуемым. EcoAisle оснащается встроенной системой пожарной безопасности, светодиодными лампами и датчиками движения.

Стойки мощностью по 10 кВт также находятся в системах контейнеризации EcoAisle с целью, во-первых, обеспечения предсказуемого охлаждения, во-вторых, такая конфигурация увеличивает полезную мощность каждого кондиционера за счет того, что на вход в кондиционер попадает более нагретый

воздух (примерно 35°C). В-третьих, при необходимости резервирования по схеме N+1 в открытой архитектуре нужен 1 дополнительный кондиционер на каждый ряд, в системе контейнеризации же – 1 кондиционер на 2 ряда. На рисунке заштрихованные зоны обозначают место, необходимое для открытия дверей системы контейнеризации. При желании заказчика распашные двери можно заменить на раздвижные, тем самым сэкономя полезное пространство ЦОД.

Слева и справа у стены также установлены стойки по 10 кВт в системе контейнеризации горячего коридора, однако в данном случае оптимально использовать 300 мм внутрирядные кондиционеры производительностью 21 кВт каждый. Резервирование – N+1. Для облегчения прокладки трубопроводов к 300 мм кондиционерам используются специальные CDU (Cooling Distribution Unit), которые позволяют подключить до 12 кондиционеров каждый.

Для мониторинга параметров окружающей среды целесообразно использовать систему NetBotz. В каждый шкаф устанавливаются три датчика температуры равномерно по высоте со стороны “холодного” коридора. Таким образом, заказчик сможет избежать неконтролируемого появления локальных зон перегрева. Относительная влажность не является столь важным параметром для мониторинга, поэтому будет достаточно одного-двух датчиков влажности на каждый ряд стоек. Вся

информация с датчиков передается на головное устройство NetBotz.

Для централизованного сбора и менеджмента информации с инженерных систем ЦОД предлагается использовать сервер Data Center Expert, который позволяет эффективно собирать и отображать информацию со всей инженерной инфраструктуры ЦОД – ИБП, системы распределения питания, системы кондиционирования и системы мониторинга. В настоящий момент выпущена также версия для виртуальных машин, что позволяет приобрести только ПО без покупки самого сервера, как это было ранее.

Предложенная адаптивная система охлаждения на основе чиллерных кондиционеров и систем контейнеризации HACS позволяет легко добавлять новые стойки, кондиционеры и части систем контейнеризации, так как все это выпускается под брендом APC InfraStruxure и, по сути, представляет собой конструктор, в котором все детали совместимы между собой. С надстройкой Operations для Data Center Expert заказчик сможет самостоятельно планировать дальнейшее увеличение количества стоек, в том числе и рассчитывать их охлаждение в зависимости от мощности, соответственно, процесс расширения ЦОД с первого этапа до финального становится довольно простым.

Для того чтобы сделать систему максимально энергоэффективной, температурный уровень воды был выбран 10°C для холодной и 15°C для отепленной. Для охлаждения



Рис. 3. Чиллер серии VCEF

воды предлагается использовать 4 чиллера компании Uniflair (входит в Schneider Electric) серии VCEF (рис. 3) с возможностью интеллектуального фрикулинга, холодопроизводительностью 390 кВт каждый и для указанных выше значений температур. Отличительной особенностью чиллеров серии VCEF является использование турбокомпрессоров (рис. 4), вал которых вращается в магнитном поле со скоростью около 50 000 оборотов в минуту. Данный тип компрессоров не использует масло, так как трение при работе отсутствует. Отсутствие масла позволяет использовать затопленный испаритель, что совместно с фактором отсутствия трения в компрессоре повышает эффективность холодильной машины примерно на 20%. Так как хладоносителем является этиленгликоль, а внутри ЦОД предполагается использовать воду, необходимо предусмотреть установку

промежуточного теплообменника гликоль-вода. На первом этапе предполагается установить 2 чиллера (резервирование 2N), далее при добавлении стоек устанавливаются дополнительные чиллеры с итоговым резервированием N+1.

Отличительной особенностью данных чиллеров помимо высокого ERR (Energy Efficiency Ratio, total), равного 3,44, является возможность использования теплообменников резервных чиллеров для увеличения мощности фрикулинга. По сравнению с традиционным фрикулингом данная технология эффективнее примерно на 7-10%. Для заданных параметров уже при температуре окружающего воздуха 11°C мощность фрикулинга составит примерно 120 кВт из необходимых 300 на первом этапе.

Учитывая специфику объекта, можно стойки запитывать от источника бесперебойного питания со временем автономии примерно 10-15 минут. Для того чтобы система охлаждения работала даже в то время, когда ИБП работает от батарей, рекомендуется запитать внутренние блоки кондиционеров и насосную группу от ИБП и установить накопительный бак необходимой емкости – для обеспечения кондиционеров охлажденной водой. Таким образом, чиллеры не запитываются от ИБП, что позволя-

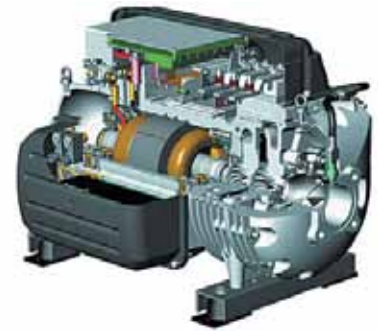


Рис. 4. Турбокомпрессор

ет сэкономить на мощности ИБП и количестве батарей.

При желании заказчика обеспечить отказоустойчивость системы охлаждения уровня Tier III согласно Uptime Institute, необходимо будет сделать двойной подвод и отвод воды от каждого кондиционера. Учитывая резервирование по чиллерам N+1, по внутренним блокам N+1 и двойной подвод воды, данная система будет работоспособной при выходе из строя любого ее элемента.

Таким образом, данное решение отвечает всем требованиям заказчика, обеспечивает максимально предсказуемое охлаждение серверных стоек, позволяет с минимальными затратами устанавливать дополнительные стойки, обеспечивает уровень отказоустойчивости Tier III, использует современные энергоэффективные решения.

**Федор Набоков,**  
системный инженер,  
подразделение IT Business,  
компания Schneider Electric

## НОВОСТИ

### R-Style модернизировал ИТ-инфраструктуру ОАО АК "Якутскэнерго"

Системный интегратор R-Style модернизировал ЦОД и СКС в ОАО АК "Якутскэнерго". Инженерная инфраструктура ЦОД построена в исполнительной дирекции компании, а работы по модернизации СКС проходили в филиале ОАО АК "Якутскэнерго" – "Центральные электрические сети". При проектировании и построении систем учиты-

вались крайне сложные климатические условия – объекты расположены в Якутске, самом крупном городе в зоне вечной мерзлоты.

R-Style выступил генеральным подрядчиком проектов. Кроме низких арктических температур работы осложнял тот факт, что выполнялись они на действующих объектах при условии их штатного функционирования. Инженерные системы ЦОД строились на базе серверной с функционирующим

оборудованием, которое на тот момент обеспечивало работу ключевых бизнес-систем заказчика. Модернизация СКС, включающая обновление локальной вычислительной сети и силовой электрической сети, не повлияла на операционную деятельность компании.

Для реализации задачи компанией R-Style применялись только зарекомендовавшие себя решения от известных производителей. При монтаже СКС исполь-

зовалось оборудование и материалы Tyco Electronics.

Для построения ЦОД были выбраны решения компании APC by Schneider Electric и немецкой компании Stulz. Построенная система прецизионного кондиционирования воздуха на оборудовании Stulz позволяет поддерживать необходимый микроклимат в ЦОД при температуре наружного воздуха до -60°C, что очень актуально в условиях сурового арктического климата в Якутском регионе.



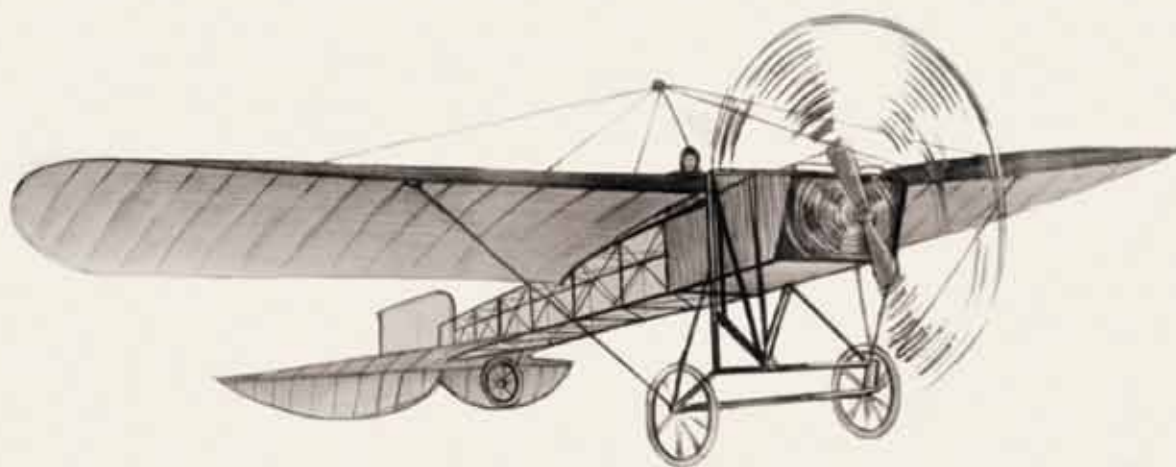
[www.pta-expo.ru](http://www.pta-expo.ru)

**VI Международная специализированная выставка  
Передовые Технологии Автоматизации**

**ПТА - Сибирь 2014**

**Красноярск**

**МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19**



**• 12-14 марта •**

---

**Организатор:**

ЭкспоТРОНТекс

**Новосибирск:**

Тел.: (383) 230-27-25  
E-mail: [nsk@pta-expo.ru](mailto:nsk@pta-expo.ru)

**Москва:**

Тел.: (495) 234-22-10  
E-mail: [info@pta-expo.ru](mailto:info@pta-expo.ru)