

Система автоматического управления микроклиматом в третьей очереди ТРЦ «Гринвич»

Андрей Скороходов

В данной статье описана система автоматизации инженерных систем третьей очереди торгово-развлекательного центра «Гринвич» (г. Екатеринбург). Автоматизация охватывает следующие системы здания: вентиляцию, центральное отопление, холодоснабжение, а также насосные станции.

Торгово-развлекательный центр (ТРЦ) «Гринвич» — один из лучших торговых комплексов Екатеринбурга (рис. 1). Его выгодно отличают удобное расположение в центре города, двухуровневый паркинг более чем на 1500 мест, большое количество магазинов, рестораны, мультиплекс, развлекательный центр, современный дизайн. После открытия в 2009 году третьей очереди ТРЦ «Гринвич» его площадь возросла до 155 тысяч кв. м. В планах — открытие в 2014 году его четвертой очереди.

Задачи проекта и пути решения

Главной задачей создаваемой системы автоматизации третьей очереди ТРЦ «Гринвич» было объединение в единый организм систем жизнеобеспечения здания, таких как вентиляция, отопление и холодоснабжение. Ещё одной важной задачей было сведение всей информации от этих систем на экран оператора (диспетчера), анализ и формирование предупреждений и аварийных сообщений, помогающих персоналу оперативно реагировать на неполадки и некорректную работу систем. В конечном итоге, все эти меры должны были обеспечить комфортное пребывание посетителей в помещении торгового центра в любое время года, в любую погоду.

Вентиляционные установки (ВУ) здания условно поделены на две зоны: ВУ паркинга и ВУ верхних этажей. Всего в третьей очереди ТРЦ «Гринвич» насчитывается 44 приточно-вытяж-



Рис. 1. Здание третьей очереди торгово-развлекательного центра «Гринвич»

ных ВУ, а также 25 одиночных вытяжных ВУ. ВУ паркинга включают в себя 9 приточно-вытяжных установок с рекуператором, нагревателем и преднагревателем. Данные системы расположены, в большинстве своём, в отдельных вентиляционных камерах, которые находятся по периметру паркинга. ВУ верхних этажей расположены на двух верхних уровнях здания и объединены в вентиляционных камерах в количестве от 1 до 9 в каждой (без учёта одиночных вытяжных ВУ), в зависимости от обслуживаемых помещений. ВУ верхних уровней в основном представляют собой приточно-вытяжные установки с преднагревателем, нагревателем, охладителем и пластинчатым рекуператором, в некоторых ВУ вместо рекуператора предусмотрена камера смешения (рециркуляции) и отсутствует преднагреватель.

Индивидуальные тепловые пункты (ИТП) здания в количестве трёх штук расположены в паркинге. В каждом ИТП находится 3–4 отдельных контура отопления, а также хозяйство хо-

лодной воды и горячего водоснабжения.

Холодильный центр расположен на верхнем этаже здания и включает в себя 3 холодильные машины производительностью 800 тонн каждая, 3 «мокрых» градирни, 5 «сухих» градирен, 3 насосные группы по 3–4 насоса в каждой, а также циркуляционные насосы контуров холодоснабжения.

Помимо перечисленных систем мониторингу подлежали 2 канализационные станции (КНС1 и КНС2) и одна дренажная насосная станция (ДНС).

Перед разработчиками ставилась задача создать систему, которая будет автоматически, без участия человека управлять всеми перечисленными системами, наблюдать за их состоянием и предупреждать обслуживающий персонал об авариях, неисправностях и прочих событиях. Все системы должны быть связаны между собой, а алгоритмы работы устройств должны иметь возможность их усовершенствования в будущем, в зависимости от изменения конфигурации оборудования

либо от пожеланий эксплуатационной службы.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Исходя из поставленных целей, был выбран вариант решения на базе промышленных свободно программируемых контроллеров Beckhoff BC/CX, программного обеспечения ICONICS GENESIS32 и управляемых коммутаторов Fast Ethernet серии EDS400A.

Выбранные однокристальные контроллеры BC9020 и BC9050, а также промышленный высокопроизводительный контроллер CX1020 имеют встроенный Ethernet-порт и могут обмениваться между собой данными по открытому протоколу Modbus TCP либо по протоколу TwinCAT ADS, как в нашем случае. Преимуществом решения на выбранных контроллерах является разнообразие модулей и их сверхкомпактное исполнение (до 64 входных/выходных дискретных и до 8 входных/выходных аналоговых каналов на один модуль с размерами 12×92 мм; кроме того, возможность установки в этих же габаритах коммуникационных модулей, поддерживаю-

щих практически все распространённые протоколы). Это даёт возможность спроектировать щиты управления большим количеством ВУ с широким набором исполнительных устройств и датчиков. При этом щиты управления будут иметь относительно небольшие габариты, а их модернизация существенно упростится за счёт того, что практически всегда можно будет найти место для размещения дополнительных малогабаритных модулей. Отдельно следует упомянуть о программном обеспечении TwinCAT на базе CoDeSys, которое позволяет разработчику использовать все преимущества языков стандарта IEC 61131-3 и выбранных контроллеров.

Управляемые коммутаторы серии EDS400A позволили создать сеть по технологии резервирования Turbo Ring, что, в свою очередь, существенно повысило отказоустойчивость сети и надёжность обмена данными между контроллерами. Коммутаторы были поставлены в основных узлах здания (вентиляционных камерах с наиболее удобным расположением), между ними была проведена оптическая линия связи. В вентиляционные камеры, не имеющие коммутаторов, витой парой была также проведена сеть Ethernet. Струк-

турная схема системы автоматического управления микроклиматом (САУМ) третьей очереди ТРЦ «Гринвич» представлена на рис. 2.

SCADA-система GENESIS32, хорошо зарекомендовавшая себя на других реализованных объектах, позволила без особых трудов вывести на экран диспетчера все необходимые данные с контроллеров. Также положительными факторами являются удобная система формирования аварий и предупреждений, мощный графический редактор, современная система лицензирования, направленная на потенциальное расширение возможностей системы, простота использования шаблонов (тем) для однотипных экранов, а поддерживаемая технология OPC обеспечивает максимальное быстродействие системы и простоту её наладки.

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Вентиляция

Все исполнительные устройства: нагреватель, преднагреватель, охладитель, камера смешения для установок с рециркуляцией или частотный привод вентилятора для установок без рециркуляции – должны по заданию участвовать в процессе регулирования температуры. Регулирование должно осуществляться по ПИ-закону. Для снижения нагрузки на процессор контроллера было принято решение реализовать ступенчатое регулирование, для чего был написан специальный программный код, учитывающий особенности каждой установки. В результате в один момент времени ПИ-регулятор управляет только одним исполнительным устройством, остальные находятся в статичных положениях, заданных алгоритмом.

Кроме того, для каждой приточно-вытяжной ВУ предусмотрен режим компенсации уставки температуры, в котором регулятор по-прежнему работает по температуре притока, но уставка корректируется в зависимости от температуры воздуха в помещении.

Из SCADA-системы GENESIS32 для каждого устройства, участвующего в регулировании, доступны запрещение/разрешение режима работы, изменение параметров ПИ-регулятора, изменение максимальной производительности вентиляторов. Также из SCADA-системы можно изменять уставку тем-

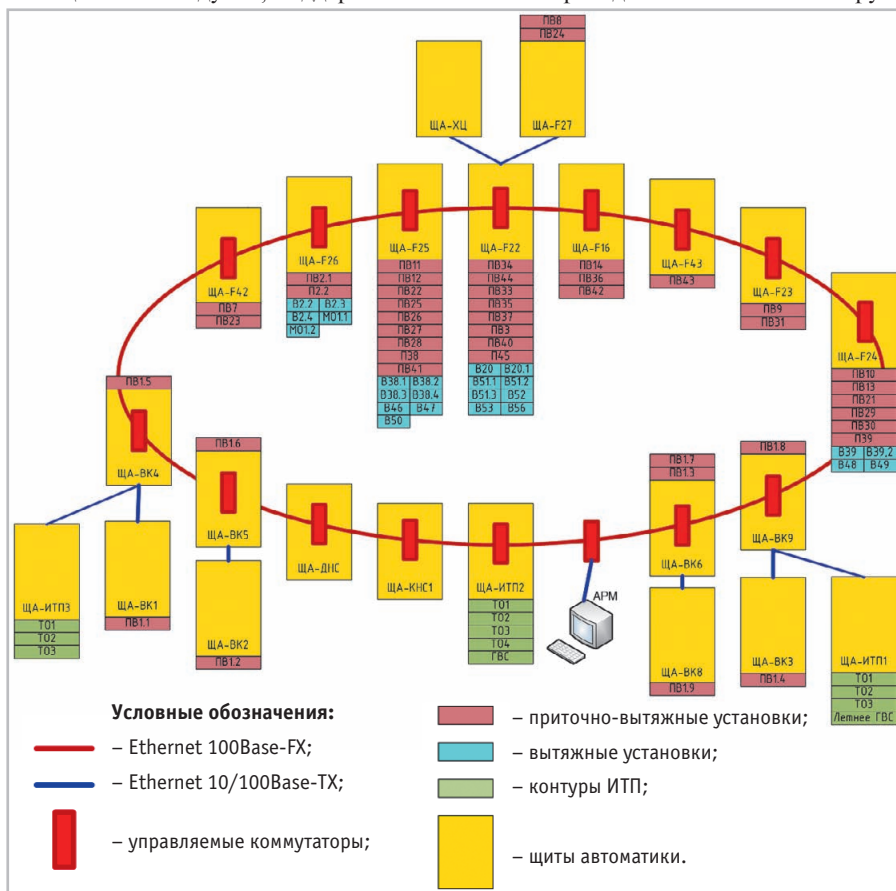


Рис. 2. Структурная схема системы автоматического управления микроклиматом третьей очереди ТРЦ «Гринвич»

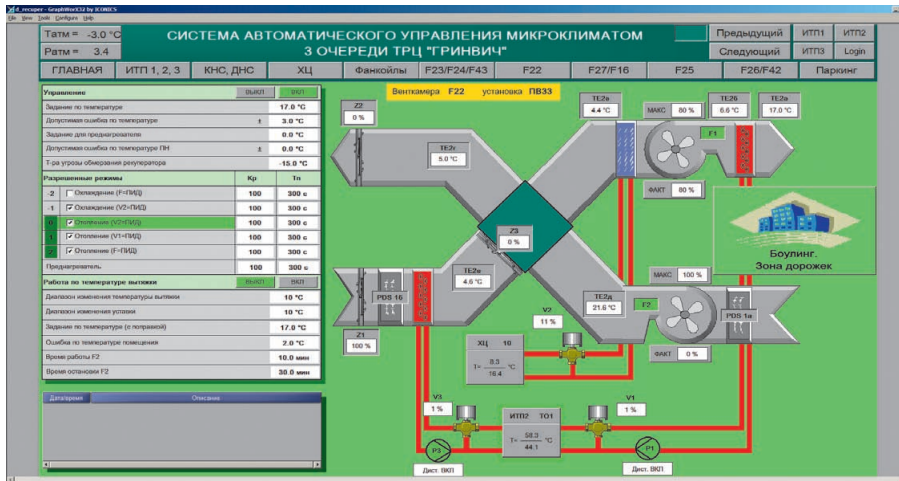


Рис. 3. Пример экрана ВУ

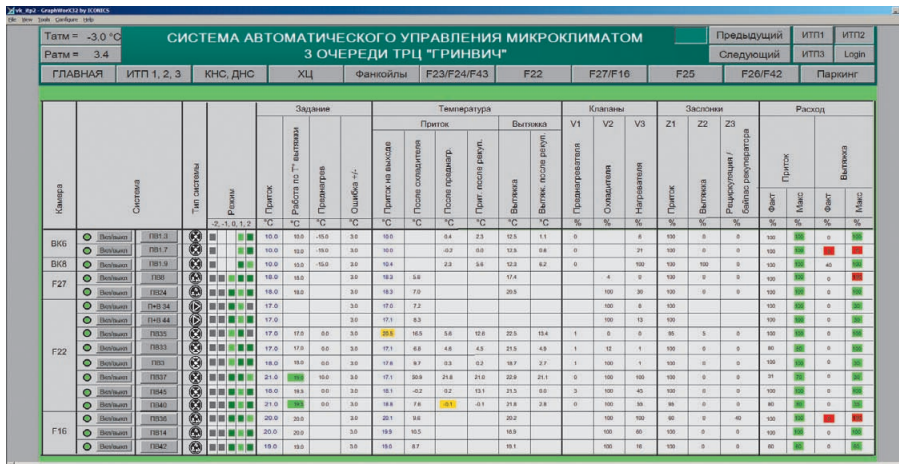


Рис. 4. Пример сводного экрана для вентиляционных установок, относящихся к ИТП (жёлтым цветом выделены предупреждения, красным – аварийное состояние, зеленым – рабочее состояние)

пературы, границы формирования предупреждений и аварий по температуре и по уровню CO_2 , включение/выключение и настройки режима компенсации уставки и, конечно, можно включать и выключать ВУ. Помимо этого с помощью SCADA-системы можно увидеть состояние и положение всех устройств ВУ, показания датчиков температуры (от 2 до 6 штук на каждую установку, в зависимости от типа), уровня CO_2 , перепада давления на воздушных фильтрах. Пример экрана SCADA-системы для ВУ с рекуператором показан на рис. 3. По просьбе эксплуатационной службы все ВУ были поделены на группы соответственно их принадлежности к ИТП, и их основные показатели состояния выделены в отдельные экраны. Пример сводного экрана приведён на рис. 4.

Все щиты управления снабжены переключателями для запуска вентиляторов и насосов ВУ в ручном режиме, а также индикацией их работы/аварии. Для регулирования частоты оборотов вентиляторов были применены

частотные регуляторы серий ACS310 и ACS150, в которых есть встроенный макрос ручного/автоматического управления. Щиты управления ВУ реализованы на базе контроллеров BC9050 либо BC9020 (для вентиляционных камер с количеством ВУ от 7 и более).

Внешний вид типового щита управления ВУ показан на рис. 5.

Индивидуальные тепловые пункты

Регулирование температуры теплоносителя в контурах ИТП реализовано по ПИД-закону. Для контуров вентиляции, в которых предусмотрено 2 регулирующих клапана, реализовано каскадное регулирование, а также алгоритм поддержания давления в контуре. Для поддержания температуры в контуре ГВС предусмотрена коррекция управляющего воздействия на привод клапана в зависимости от температуры обратного теплоносителя. Для вычисления уставки температуры теплоноси-



Рис. 5. Щит управления для шести ВУ с рециркуляцией и четырёх вытяжных ВУ

теля для контуров теплоснабжения, а также для ограничения температуры обратного теплоносителя, сбрасываемого в городские теплосети, используется график температуры. Пример графика показан на рис. 6.

Все циркуляционные насосы укомплектованы частотными преобразователями серии ACS150. Алгоритмом предусмотрена работа насосов в режиме 1+1, то есть постоянно работает один насос, а в случае выхода его из строя включается резервный. Также для каждого насоса реализованы подсчёт и выравнивание часов наработки.

Из SCADA-системы GENESIS32 доступны изменения параметров ПИД-регулятора каждого контура, производительности насосов, уставки температуры, границы формирования предупреждений и аварий, режима работы насосов подпитки, а также из неё может производиться включение/выключение контура. Кроме того, средствами SCADA-системы можно увидеть состояние и положение всех устройств ИТП, показания датчиков температуры и давления. В качестве при-

мера на рис. 7 приведён экран для конфигурации питания ВУ ИТП.

Соответствующие щиты управления разработаны на базе контроллеров ВС9050.

Холодильный центр

Всеми устройствами в холодильном центре (ХЦ) руководит промышленный контроллер CX1020. Щит управления устройствами холодильного центра показан на рис. 8.

Включение/выключение chillера производится из SCADA-системы GENESIS32, мониторинг и изменение параметров управляющего контроллера chillера выполняются через программное обеспечение от производителя chillера. Кроме того, в SCADA-системе дублируются сигналы предупреждения, аварии и работы для каждого chillера.

Циркуляционные насосы контуров охлаждения укомплектованы частотными преобразователями ACS310. Из SCADA-системы доступны их включение и изменение производительности. Предусмотрен алгоритм поддержания давления на выходе в зависимости от температуры обратного хладоносителя в контуре. Активизация алгоритма и изменение его настроек возможны через SCADA-систему.

Насосы в насосных группах, поддерживающих циркуляцию хладоносителя в контурах ХЦ, укомплектованы устройствами плавного пуска PSR (ABB) и работают в режиме $n+1$. Алгоритмом предусмотрены подсчёт и выравнивание часов наработки каждого насоса. Щиты управления насосными группами снабжены органами ручного управления включением/выключением насосов, а также индикацией их состояния. Работа конкретной насосной группы зависит от состояния данного контура, то есть, если, например, контур «мокрых» градирен не используется, насосы стоят, а как только этот контур активизируется, насосы автоматически запускаются. Для выбора активного контура охлаждения конденсатора каждого chillера в ХЦ предусмотрены переключатели. Из SCADA-системы доступны изменение числа одновременно работающих насосов, а также включение/выключение всей насосной группы.

«Сухие» градирни управляются со щитов, идущих в комплекте; система автоматизации контролирует только аварии вентиляторов и регулирует

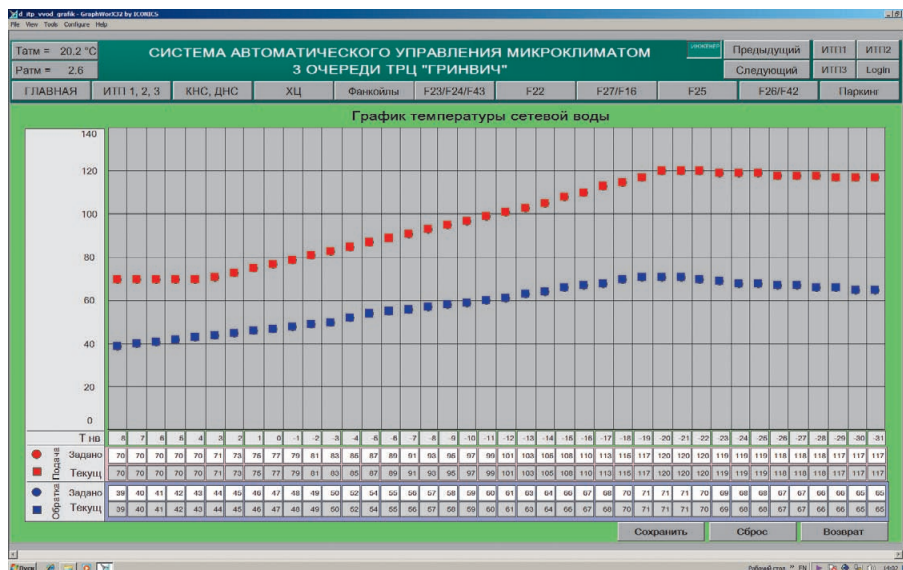


Рис. 6. Экран с графиком температуры теплоносителя

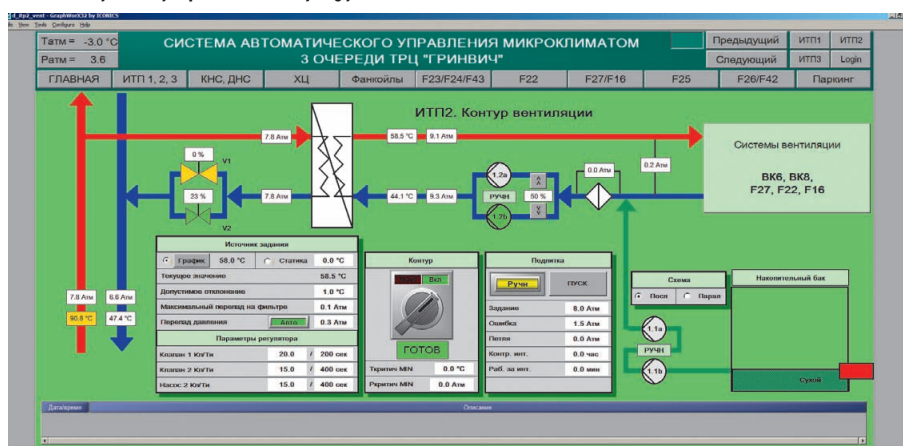


Рис. 7. Экран для контура снабжения ВУ ИТП

температуру хладоносителя, поступающего с конденсатора chillера, путём воздействия на регулирующий клапан.

Вентиляторы «мокрых» градирен также укомплектованы устройствами плавного пуска PSR; алгоритмом предусмотрено изменение количества работающих вентиляторов в зависимости от температуры хладоносителя, поступающего с конденсатора chillера, а также выравнивание часов наработки вентиляторов. Из SCADA-системы доступны разрешение/запрещение работы каждого вентилятора, разрешение/запрещение работы нагревателя, контроль состояний всех устройств и уровня воды в градирне.

Алгоритмом ХЦ предусмотрены два режима работы: обычный режим и «Драйкулер». В первом хладоноситель охлаждается chillерами, а во втором — сухими градирнями без участия chillера. Также существуют режимы работы контура

вентиляции на тепло и на холод, о них будет рассказано позже. Имеется также режим «Наладка», когда из SCADA-системы доступно управление всеми устройствами без ограничений. Переключение режимов работы ХЦ реализовано при помощи моторизованных задвижек AUMA, установленных на магистралях ХЦ. Из SCADA-системы доступны изменение температурных уставок входа/выхода для каждого режима,

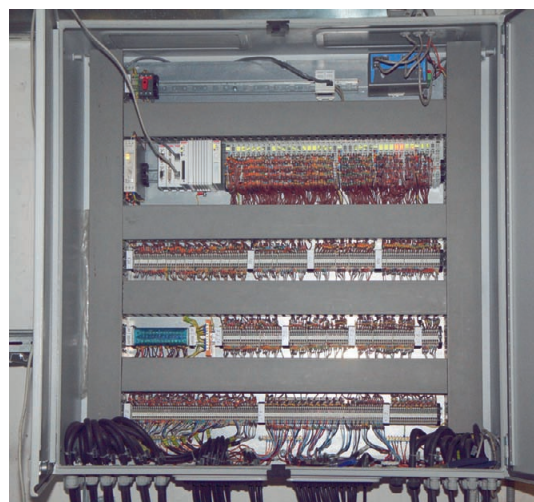


Рис. 8. Щит управления устройствами холодильного центра

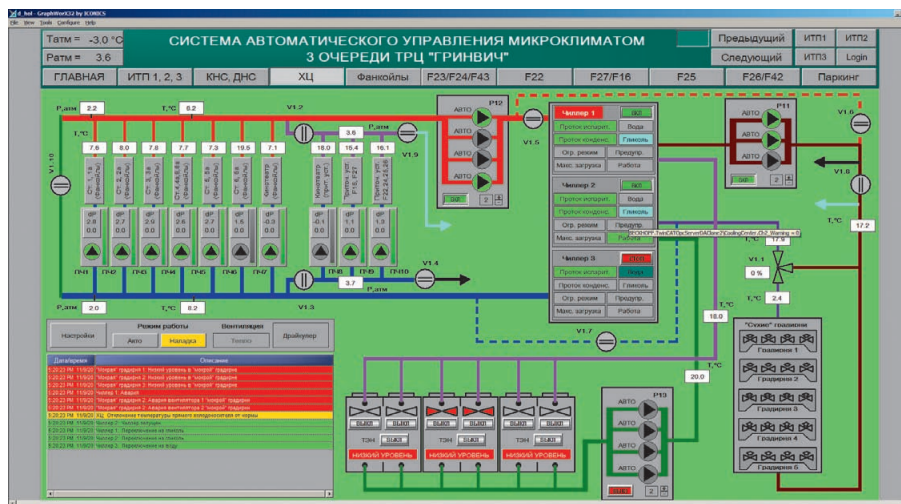


Рис. 9. Экран состояния холодильного центра

мониторинг состояния всех устройств, датчиков и реле. Экран состояния холодильного центра показан на рис. 9.

Прочие системы

В ДНС был предусмотрен щит мониторинга на базе ВС9050, в который поступает информация от КНС1, КНС2 и ДНС. А в КНС1 используется преобразователь Mgate, который предоставляет оператору возможность управления/мониторинга контроллером системы управления насосной станцией при по-

мощи специализированного программного обеспечения WIL0.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

По проектному заданию инженерные системы здания должны обмениваться друг с другом информацией о своём состоянии и помогать друг другу найти правильный режим работы.

В качестве примера можно привести алгоритм работы ВУ с охладителем. Микроклимат в отдельных помещениях ТРЦ (например, в бутиках) поддерживается в основном при помощи

фанкойлов. Персонал помещения сам выбирает удобный температурный режим, и даже зимой, несмотря на суровые уральские морозы, большое количество посетителей и мощное освещение вынуждают охлаждать помещение. Таким образом, получается, что даже в холодное время года работает чиллер, который при охлаждении своего конденсатора посредством «сухих» градирен выбрасывает в атмосферу определённое количество драгоценного тепла. Поэтому, чтобы избежать излишних теплопотерь и увеличить энергоэффективность здания, было предложено использовать это тепло для подогрева холодного уличного воздуха в ВУ, тем самым снижая нагрузку на ИТП.

Расскажем, как всё это работает. Контуры охлаждения вентиляции здания объединены в холодильном центре в один общий коллектор. В зависимости от температуры наружного воздуха этот коллектор можно автоматически переключать с режима охлаждения на режим нагрева при помощи задвижек. В первом случае (летний вариант) хладоноситель проходит через испаритель чиллера, и в контуры охлаждения ВУ поступает охлажден-

Участвуйте в конкурсе журнала «СТА» на выставке «ПТА»!

Пришлите описание внедрённого проекта АСУ ТП и станьте победителем конкурса



Среди победителей конкурса были компании:

ПЛКСистемы
SWD Software
ПРОСОФТ
Шатл
Siemens VAI
Инфоком
Феникс Контакт Рус
Advantech

Трайтек
МЗТА, Альбатрос
ЭлеСи
ICONICS
СтройГруппАвтоматика
Телесистемы
Mitsubishi Electric
VIPA

Текон Автоматика
СКАТ Урал
Beckhoff
СИМЕНС
ИНКОМСИСТЕМ
СТАНКИН
КРУГ
B&R
...

Заявки на участие принимаются на сайте

<http://www.pta-expo.ru/moscow/competition.htm>



ный этиленгликоль. Во втором (зимний режим) нагретый конденсатором чиллера этиленгликоль проходит сначала через вентиляцию, подогревая воздух, а уже потом охлаждается в «сухих» градирнях. Автоматика вентиляционных установок должна установить, в каком режиме работает холодильный центр, и в нужные моменты использовать теплообменник охладителя в качестве нагревателя. В контроллере ХЦ для каждой из вентиляционных камер формируется свой статус, который включает в себя данные о состоянии контура охлаждения и контура нагрева (полученные от контроллеров ИТП), а также значение температуры наружного воздуха, которое тоже используется в алгоритме работы ВУ. Так как все контроллеры ВУ здания соединены в единую сеть, то реализовать эту задачу не составляет особого труда.

Ещё одна особенность связана с тем, что в здании поддерживается избыточное давление, в чём можно убедиться при помощи датчиков давления, расположенных внутри и снаружи здания. Это позволяет сохранять в здании зимой тепло, летом холод. В перспективе планируется поддерживать задан-

ный перепад давления, для чего в контроллерах ВУ предусмотрено ограничение минимальной и максимальной скоростей вентиляторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В итоге разработчикам и наладчикам системы удалось реализовать требования заказчика. Внедрённая система оказалась весьма эффективной и работоспособной. Например, при отключённом городском отоплении мощности охладителя, работающего на нагрев, и тепла, полученного при помощи рекуперации, хватало для поддержания заданной температуры приточного воздуха. Удобная система оповещения о предупреждениях и авариях GENESIS32, в том числе возможность гибкого использования свойств объектов при привязке их к переменным, позволяет при одном взгляде на экран определить проблемные точки и приступить к устранению неполадок.

Следует особо отметить масштабируемость системы: практически в любой её части можно наращивать функции. Если говорить о выбранных контроллерах, то их возможности очень широки, а в случае нехватки

входов/выходов в любом щите найдётся место для пары-тройки лишних модулей шириной всего 12 мм, причём заново привязывать переменные не потребуется. Если же при изменении программного кода его объём будет превышать доступный или производительность контроллера не будет соответствовать поставленным задачам, то существуют другие, более производительные контроллеры, которые можно использовать. Программный код, за некоторым исключением, подходит для любой платформы. SCADA-система GENESIS32 тоже даёт возможность расширения функций: в дальнейшем не составит особого труда подключить к ней модули формирования отчётов и работы по расписанию, расширить количество рабочих мест и, конечно же, увеличить количество точек ввода/вывода, которое уже сейчас на некоторых экранах подошло к 1500.

Тем временем начинается проектирование четвёртой очереди ТРЦ, где, скорее всего, будут использованы программно-аппаратные средства, хорошо зарекомендовавшие себя в проекте третьей очереди. ●

andrey.skorokhodov@gmail.com

GENESIS64™



64-битовая SCADA-система



- Система диспетчерского управления и сбора данных
- Аппаратная поддержка графических приложений 3D
- Встроенная система безопасности управления учётными записями пользователей (UAC)
- Интегрированная ГИС Microsoft Bing
- Поддержка OPC-UA (новейший единый OPC-стандарт)
- Поддержка современных ИТ для объединения информационных потоков предприятия в режиме реального времени
- ПО сертифицировано для Windows Vista, Windows 7 и Windows Server 2008
- Поддержка данных OPC-UA, OPC-DA, A&E, HDA, BACnet, SNMP



Откройте новую страницу в АСУ ТП вместе с GENESIS64!

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ICONICS

#252

Реклама

PROSOFT®

Тел.: (495) 234-0636 • E-mail: info@prosoft.ru • web: www.prosoft.ru