

Журнал "АВОК" 1998 год №3  
Система интеллектуального здания для аэропорта

Mark Ancevic

Сведения об авторе

Марк Анцевич - директор международных программ по системам управления зданиями фирмы Honeywell. С 1990 по 1995 гг. был членом Комитета по маркетингу и программам и Совета по протоколам открытых систем ныне прекратившего свое существование Института интеллектуальных зданий (Intelligent Buildings Institute).

Планирование нового международного аэропорта Мюнхен II дало уникальную возможность использовать новейшие передовые технические системы с одновременным интегрированием управления ими с помощью единой системы управления интеллектуальным зданием.

Открытый для эксплуатации в 1992 году, этот аэропорт является вторым по величине в Германии после Франкфуртского. Численность персонала составляет 16 тыс. человек, пропускная способность 17 млн. пассажиров в год. Аэропорт раскинулся на обширной территории и включает более 120 зданий. В целях оптимизации уникального набора функций комплекса при одновременном обеспечении высокой степени комфорта, удобства и безопасности для посетителей аэропорта была использована специально спроектированная распределенная система управления аэропортом.

Эта система контролирует более 112 000 точек (максимальная емкость - 200 000 точек) и интегрирует 13 крупных подсистем от девяти различных поставщиков. Она обеспечивает удобный, доступный контроль над всеми компонентами, в том числе энергетической установкой комплекса, системой управления ОВК, функциями по перемещению пассажиров в пределах терминала, управлением внутренними системами освещения, системой освещения взлетно-посадочных полос, систем транспортировки багажа, лифтами (эскалаторами) и посадочными переходами.

Система мощностью 200 тысяч точек контролирует все от ОВК до багажа.

Фондом Института интеллектуальных зданий этот аэропорт был назван лучшей интеллектуальной постройкой 1993 года. Его система управления зданием представляет собой разительный пример того, в какой степени можно интегрировать функции комплекса зданий для усиления эксплуатационного контроля и повышения эффективности.

Аэропорт и новинки технологии

Сам аэропорт включает большое число технологических и проектных инноваций, т.е. дополнений и расширений известных схем, осуществленных планировщиками аэропорта с помощью интегрированной системы управления.

Для повышения энергетической эффективности аэропорт имеет собственную энергетическую установку с комбинированным производством электроэнергии, тепла и охлажденной воды, на которую приходится 50% всей энергии, потребляемой комплексом. С помощью прямого трубопроводного подключения аэропорт может также пользоваться отведенным теплом от близлежащей коммерческой электростанции.

Пассажиры, прибывающие в аэропорт автомобилями, направляются на ближайшую свободную парковку, руководствуясь сигналами светофоров, управляемых посредством датчиков. Внутри терминала аэропорта большие окна в зонах ожидания имеют рамы, обогреваемые горячей водой во избежание холодных сквозняков. Затем пассажиры садятся в самолет, проходя по уникальным посадочным переходам, представляющим собой, по сути дела, продолжение здания, температурный комфорт в которых такой же, как и в остальных частях терминала.

## Создание системы управления зданием

Аэропорт смог предложить все эти удобства потому, что мюнхенские планировщики признали использование интегрированных систем управления наилучшим способом повысить уровень его функционирования.

Высокотехнологичный уровень каждой из подсистем требует интегрированной системы управления. Если бы от инженеров, операторов и технического персонала аэропорта потребовалось изучать каждую систему в отдельности, то уже один масштаб этой задачи привел бы к необходимости нанимать дополнительный персонал. Совмещение обязанностей и перемещение сотрудников в случае болезни или отпуска их коллег были бы почти невозможны.

После проведения оценки, что заняло два года, группы планирования и проектирования аэропорта сформулировали задачи для Системы управления зданием (СУЗ). Конкретно они стремились к созданию единой, отвечающей современному техническому уровню, среды управления системами и сооружениями, которая должна была обеспечить следующее:

оцентрализованное управление и контроль за всеми интегрированными подсистемами; большое число рабочих станций, расположенных по всему комплексу и разделенных не столько по аппаратным средствам, сколько по пользователям (1000 пользователей); дискретную, а также глобальную энергетическую эффективность функционирования; быстрое выявление неисправностей.

Диапазон технических функций Мюнхенского аэропорта представлял собой крупную задачу с точки зрения построения системы. Аэропорту нужна была система управления, превосходящая по своим возможностям любую из имевшихся на рынке систем управления зданиями. Трудность состояла в определении наилучшего способа интеграции разнообразных подсистем с большой степенью специализации от разных поставщиков, причем эти подсистемы имели различную архитектуру, протоколы связи и стандарты программного обеспечения.

По сути дела, потребовалось создать "открытое" решение еще прежде, чем отрасль начала движение в сторону открытых стандартов - в то время, когда нормой по-прежнему были однородные, защищенные авторскими правами системы управления. Сегодня, почти через пять лет после сдачи аэропорта в эксплуатацию, в отрасли производства систем управления зданиями развиваются открытые стандарты связи и появляются очевидные лидеры, например, LonMark или BACnet, сетевой протокол для систем автоматизации и управления зданиями. Тем не менее, даже эти стандарты не смогли бы помочь в разрешении всех сложных задач интеграции, стоявших перед аэропортом Мюнхена.

## Применение системы ПРСУ

Для выполнения задач управления аэропортом с учетом быстрых изменений как самих технологий, так и требований аэропорта, а также для обеспечения возможностей развития системы в дальнейшем наилучшим решением оказалось применение прямой распределенной системы управления (ПРСУ) с открытой архитектурой.

Для аэропорта Мюнхен II была разработана модульная наращиваемая система ПРСУ. В ее основе лежит сочетание имеющихся в наличии на рынке и патентованных программных и коммуникационных продуктов с использованием, где это возможно, стандартных средств и систем. Для поддержки концепции открытой сети мы выбрали архитектуру, основанную на технологии локальной сети с использованием Ethernet и TCP/IP. Для компьютеров и графических станций была выбрана операционная система UNIX, так как эта система способна поддерживать компьютеры и остальные аппаратные средства во всем диапазоне мощности и обеспечивает приемлемое соотношение цены и производительности.

Используя эту открытую платформу, проектировщики создали поистине распределенную систему управления - такую, в которой не существует никаких иерархических отношений между главным компьютером ПРСУ и остальными компьютерами. Вместо этого функции СУЗ полностью распределены между 14 серверами, 32 операторскими станциями с высокой разрешающей способностью и 28 алфавитно-цифровыми рабочими станциями операторов.

Для оптимизации использования системы компьютеры СУЗ (серверы) распределены по всему аэропорту и организованы по принципу: сервер базы данных (главный и запасной) и сервер для обслуживания подсистем линейных сетей, причем количество серверов последнего типа может быть доведено до 20.

### Таблица 1.

Число точек и интерфейсов по отдельным приложениям

Тип приложения

Число точек

Число интерфейсов и контроллеров

Система управления энергетической установкой с системой управления  
распределительным устройством 20 кВ

27000

1

Система освещения взлетно-посадочных полос  
(программируемый логический контроллер)

7500

1

Лифты (эскалаторы)

1300

46

Устройства перемещения пассажиров

2700

Посадочные переходы

2000

34

Системы транспортировки багажа

11000

11

Прямые распределительные системы  
управления для ОВК, освещения и т.д.

48000

984

Контроль индивидуальных помещений

21500

205

Система информации для пассажиров

500

1

Система управления парковкой

200

1

Связь между серверами и рабочими станциями реализуется быстро и эффективно с помощью локальных сетей, в которых применена волоконная оптика. Эти локальные сети, кроме того, обеспечивают важнейшую связь между компьютерами СУЗ и компьютерами, обслуживающими задачи технической эксплуатации аэропорта, а также управление воздушным движением (см. рис. 1).

Серверы, обслуживающие подсистемы линейных сетей, установлены по всему аэропорту; они связывают эти подсистемы с локальными сетями, давая пользователям прозрачное средство надзора и управления информацией. В состав СУЗ также входят свыше 1000 станций ПРСУ в 200 точках аэропорта.

Локальные сети построены на основе стандартов Ethernet и TCP/IP. Подсистемы подключены с помощью протоколов связи для обслуживания подсистемы линейной сети. Графический интерфейс оператора рабочих станций построен на базе X-Windows и OSF-Motif.

Во избежание прокладки отдельных кабельных линий сервер, обслуживающий подсистему линейной сети, ведет передачу и прием по сети электронной обработки данных аэропорта. Эта сеть с волоконно-оптическими кабелями образует основу всей системы информации и связи аэропорта. Световоды первичной, вторичной и третичной зон образуют одну из крупнейших в Европе частных волоконно-оптических сетей. Сеть отличается обширной дополнительной шириной полосы пропускания в расчете на будущие расширения и изменения.

## Требования СУЗ к вычислительной мощности

Так как система включает 200 тысяч точек и до 20 субцентров, то СУЗ, очевидно, требует большой вычислительной мощности. В качестве компьютеров для главного центра и субцентров выбраны промышленные рабочие станции HP серии 700I со значительным уровнем производительности центрального процессора, в качестве которого применен процессор PA-RISC 7100 с интегрированным сопроцессором для обработки данных с плавающей точкой. Для интеграции периферийного оборудования и средств связи использована шина VME, представляющая собой отраслевой стандарт.

Графические рабочие станции объединены в сеть и обеспечивают быстрое формирование изображения на экране. Кроме того, они обеспечивают разрешение 1280x1024 пикселей на цветных мониторах, что важно при использовании экранной графики операторами для прямого управления сложными подсистемами аэропорта.

Не менее важным решением был выбор программного обеспечения для базы данных. С учетом отраслевых стандартов система требовала использования для реляционных баз данных стандартного языка запросов Standard Query Language (SQL). Sybase SQL Server - программный продукт, который мы выбрали для сервера, - предлагает такие возможности, как формирование зеркального отображения диска, обеспечение целостности информации при выполнении перекрестных запросов и связь по типу "сервер - сервер", что упрощает выполнение строгих требований к безопасности данных. Кроме того, мощность данного программного продукта при выполнении таких функций, как управление данными, - например, ведение файлов в режиме "on line", - существенно сокращает объем работы по администрации систем.

В целом, программное обеспечение СУЗ построено таким образом, что в системе нет ни одной точки, отказ которой может привести к отказу всей системы. Каждый из серверов подсистемы линейных сетей способен работать изолированно; отказ любого сервера или рабочей станции не оказывает отрицательного воздействия на остальные части системы. Такая модульность позволяет эксплуатационникам наращивать систему в соответствии с будущими потребностями.

## Системы устройств управления СУЗ

СУЗ управляет не только средствами управления ПРСУ системы ОВК, но также и компьютерами, которые контролируют девять остальных механических систем аэропорта (см. таблицу).

Крупнейшая из подсистем в сети СУЗ - это комплексная энергетическая установка, включающая систему сетевых выключателей с более чем 20 тысячами точек генерации данных. Самые мелкие подсистемы - это система непрерывного контроля за планом рейсов и центральная система удаления отходов, имеющие 150 точек генерации данных.

В настоящее время СУЗ контролирует и управляет более чем 112 тысячами точек генерации данных с возможностью расширения их числа примерно до 200 тысяч. Она состоит из четырех больших подсистем (с компьютерными связями) и 150 относительно мелких программируемых логических контроллеров, управляющих подсистемами аэропорта. Система обеспечивает аварийную сигнализацию для операторов на уровне

центра управления в течение трех секунд с момента появления сигнала на клеммах станций ПРСУ.

Кроме того, реализована связь между СУЗ и двумя ключевыми электронными базами данных аэропорта: базой данных по эксплуатации системы и базой данных по управлению воздушным движением. Интеграция этих двух баз данных позволяет программам СУЗ и операторам использовать важнейшую информацию при осуществлении контроля и управления системами комплекса.

Программы управления данными автоматически отслеживают время использования различных подсистем и составляют график обслуживания для периодов вне часов пик. Интерфейс с компьютером управления воздушным движением позволяет согласовывать функции управления освещением и ОВК в помещениях, с одной стороны, и информацию о рейсах и назначаемых для них выходах на посадку, с другой. К числу дополнительных автоматизированных функций ПРСУ, реализуемых за счет аппаратного интерфейса, относятся интерфейсы системы обнаружения пожара и дыма.

СУЗ обеспечивает согласованный интерфейс.

СУЗ обеспечивает для инженерного персонала и сотрудников, занятых эксплуатацией и техническим обслуживанием, полный и открытый доступ к большому числу функций. Несмотря на разнообразие протоколов, наличие патентованных подсистем и данных различных типов, оператор видит единую, внутренне согласованную среду управления. С точки зрения пользователя имеется только один виртуальный компьютер.

Программные средства СУЗ обеспечивают текстовые описания и числовые коды (ключевые имена) для каждого из устройств, используемых в аэропорту. Письменные описания (которые применяются при выборе меню) и числовые коды (используемые в методах краткого поиска) позволяют операторам идентифицировать и выбирать отдельные точки генерации данных в составе системы управления зданием.

СУЗ предлагает свыше 5000 единиц системной графики, на которых изображается все, вплоть до огней, включаемых при сближении самолетов с посадочными полосами. Максимальное время формирования для этой графики, которая реализована на всех графических станциях, составляет от 5 до 10 секунд в зависимости от количества динамической информации. Мощные графические средства с числом точек до 350 обеспечивают, например, специалистам энергетической установки хорошую информационную базу для принятия решений, причем им не требуется просматривать множество единиц графики. Некоторые графические рабочие станции могут изготавливать твердые копии по запросу с любой из 32 графических рабочих станций.

Имея соответствующий допуск, оператор самого крупного технического устройства может получить доступ к информации на мелких технических установках, вроде отдельной системы освещения в том или ином туалете. На каждой рабочей станции СУЗ формируется одна и та же картинка и возможны одни и те же управляющие действия.

В стадии испытаний пока еще находится компьютеризованная система документации, содержащая непрерывно обновляемую особо важную техническую информацию. Эта система снабжает операторов Мюнхенского аэропорта подробными рабочими инструкциями и информацией, касающейся функциональных описаний электрических соединений и схем.

Система организует информацию в базе данных для целей технического обслуживания системы. Операторы могут быстро и легко получать доступ к данным с помощью одной и той же иерархической структуры ключевых имен - таких, как здание, тип устройства, номер этажа, номер устройства, тип и номер точки генерации данных.

В центре технического управления персональный компьютер, в который загружены средства автоматизированного проектирования и прочие программные средства, позволяют мюнхенским инженерам вносить программные изменения в подсистемы управления средой аэропорта. Инженеры прошли на месте подготовку в области автоматизированного проектирования, что позволяет им немедленно использовать свои теоретические познания на практике.

### Эффективное управление использованием энергии

Интегрированный контроль и управление подсистемами аэропорта позволяют его операторам в полной мере воспользоваться всеми возможностями энергосбережения.

Управление энергетическим хозяйством. Связь между системой управления энергетической установкой и СУЗ позволяет операторам аэропорта в максимальной степени использовать преимущества комбинированного производства электроэнергии и горячей, и охлажденной воды, а также сбалансировать энергоснабжение и спрос на энергию. Контроль пикового спроса помогает избежать больших доплат за услуги энергетической компании общего пользования. Операторы аэропорта способны контролировать и изменять параметры генерирования энергии аэропорта из одной и той же диспетчерской с помощью единого интерфейса СУЗ, что снижает затраты на операторский персонал. Все эти системы коммуникаций аэропорта в целом открывают путь для экономии затрат.

Управление освещением. Обеспечено автоматическое управление наружным и внутренним освещением в масштабах всей системы в зависимости от времени суток и степени освещенности на данном участке. Управление освещением в зонах подачи самолетов к перрону аэровокзала осуществляется через СУЗ, причем первичная рабочая станция расположена в аэродромном диспетчерском пункте.

Сложная программная логика позволяет оператору, управляющему перроном аэровокзала, следить за тем, чтобы перроны и прилегающие зоны были освещены, когда у перронов стоят самолеты, и производится посадка или высадка или иные соответствующие операции. В зонах ожидания аэропорта освещение планируется автоматически и согласовано с расписанием прибытия или отлета, с учетом информации о плане рейсов.

Оптимизация комфорта. Системы и операции ОВК Мюнхенского аэропорта включают в свой состав классические управленческие функции по энергосбережению в сочетании с рядом специально разработанных интеллектуальных функций. СУЗ реализует программы энергетической оптимизации для удаленных строений, а также для зон выходов, включая управление освещением и температурой. Индивидуальные контроллеры в помещениях управляют температурой и вентиляцией примерно в 1700 помещениях по всему аэропорту, что позволяет операторам точно управлять использованием энергии и уровнями комфорта. Системы кондиционирования воздуха главного терминала запрограммированы таким образом, чтобы функционировать согласованно с непрерывно обновляемыми расписаниями рейсов, обеспечивая планирование уровней комфорта в различных зонах выходов в соответствии с их фактическим использованием.

В дополнение к указанным функциям управления программные средства СУЗ позволяют вести сбор и обработку данных об энергопотреблении, что дает возможность операторам следить за использованием энергии, выявлять тенденции и принимать соответствующие меры.

## Заключение

Хотя в США интеллектуальные здания и системы управления ими вроде Мюнхенского аэропорта пока еще относительная редкость, можно ожидать роста понимания такой технологии и расширения ее применения.

Системы интеллектуальных зданий уже осваиваются в Японии и на других прогрессивных международных рынках нежилых сооружений. Индустрия средств управления поддерживает интегрированные открытые системы путем принятия на международном уровне универсальных рабочих протоколов и стандартов. В то же время микропроцессорная технология привносит настоящий интеллект даже в очень небольшие устройства.

Рассматривая перспективы управления зданиями, мы видим, как отрасль удивительно быстро движется по пути обеспечения открытых связей и операционной совместимости на всех уровнях и между продуктами и системами всех типов. В этих системах будут реализованы открытые связи для линейных устройств, например, интеллектуальных датчиков, интеллектуальных исполнительных механизмов и контроллеров в сочетании с открытым доступом к информации в локальных сетях, корпоративных (глобальных) сетях и в Интернете. Результатом станет беспрецедентный уровень взаимного обмена информацией и операционной совместимости между конкурирующими и взаимодополняющими продуктами.

Успех СУЗ Мюнхенского аэропорта демонстрирует потенциальные преимущества систем интеллектуальных зданий. Он доказывает, что платформа UNIX обеспечивает надежность и огромные возможности по реализации многоплановых режимов для целей автоматизации зданий. Он показывает, в какой степени функциональные задачи и управление можно передавать на уровень персональных компьютеров.

Этот успех также демонстрирует возможность хорошей и эффективной интеграции набора функций независимо от широты их применения, разнообразия или сложности ради достижения максимального контроля и производительности.

Перепечатано из журнала "ASHRAE JOURNAL", ноябрь 1997.  
Перевод с английского Б.Рубинштейна