

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗДАНИЕ

ОТКРЫТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

На рынке средств автоматизации зданий существует отдельный класс технологических платформ – открытые системы децентрализованной автоматизации. С течением времени рыночные позиции таких технологий – LonWorks и KNX/EIB – усиливаются, и все больше заказчиков и проектировщиков останавливают на них свой выбор. Попробуем разобраться в причинах этой ситуации.

В начале разговора о технологиях, применяемых в области автоматизации зданий, полезно остановиться на самом понятии "интеллектуальное здание" (Intelligent Building). Существует множество различных его определений. Не ставя цель дать "окончательную" формулировку, приведем наиболее содержательные с нашей точки зрения определения:

- комплекс, адекватно реагирующий на присутствие и поведение человека, а также на состояние окружающей среды;
- множество организационно-технических решений, направленных на создание комфортных, экономичных и безопасных условий для владельцев и арендаторов здания и реализованных на базе экологических, эргономических и информационных технологий;
- интегрированный комплекс подсистем, созданный на основе единой структурированной кабельной системы, с элементами искусственного интеллекта, который обеспечивает комфортные условия для протекающих в здании бизнес-процессов и быстро реагирует на изменение потребностей пользователей. Применение единого подхода ко всем системам управления в здании обеспечивает взаимодействие разных систем жизнеобеспечения;
- комплекс систем, интегрированных в единое информационное пространство для максимальной эффективности функционирования служб здания при одновременном снижении эксплуатационных расходов;
- комплекс со свободно программируемым механизмом взаимодействия существующих в здании систем;
- здание, оснащенное системой управления, основная задача которой состоит в автоматизации процессов оценки

Н.Науменко
nallex@i-home.ru

ситуаций, возникающих при эксплуатации здания, и соответствующей реакции на них.

В приведенных определениях присутствуют как технические аспекты (автоматизация, комплексность, интеграция и т.п.), так и целевые пользовательские характеристики (безопасность, комфорт, снижение эксплуатационных расходов и прочие). Нас же интересует техническая сторона вопроса. Таким образом, резюмируя приведенные определения, скажем, что здание претендует на "интеллектуальность", если его инженерная инфраструктура и установленная в нем автоматизированная система управления (Building Management System, или BMS) удовлетворяют следующим требованиям:

- наличие межсистемной интеграции;
- высокая степень автоматизации;
- надежность и устойчивость к поломкам;
- масштабируемость;
- готовность к модернизации;
- гибкость и программируемость;
- адаптивность к окружающей среде и к поведению людей;
- эргономичность и дружелюбность пользовательских интерфейсов.

В последние два-три десятилетия в мире появилось множество решений и технологических платформ, нацеленных на удовлетворение в той или иной мере перечисленных требований. Но, как признает большинство специалистов, наиболее успешным и эффективным решением стали так называемые децентрализованные сети управления с распределенным интеллектом.

Дополнительно надо отметить, что все предлагаемые на рынке решения делятся на два больших класса – фирменные закрытые решения и открытые технологии. Термин "открытая технология" в данном случае означает, что любой разработчик или инсталлятор имеет свободный доступ к полной технической документации и спецификациям на данную технологию и может самостоятельно начать производство совместимых с ней продуктов без каких-либо дополнительных разрешений и лицензий с чьей-либо стороны. Достоинства открытых технологий неоспоримы – потребитель получает боль-

ший набор альтернатив и не привязан в течение многих лет к единственному поставщику со всеми сопутствующими этому обстоятельству рисками.

Так вот, наиболее известные и распространенные на сегодняшний день открытые системы в области автоматизации зданий – сетевые технологии децентрализованной автоматизации LonWorks и KNX/EIB. Эти технологии имеют статус мировых, а в ряде стран и статус национальных отраслевых стандартов. Именно этим технологиям и посвящена данная статья. О степени распространения открытых стандартов LonWorks и KNX/EIB, поддерживаемых международными ассоциациями LonMark и KNX/EIB соответственно, а также огромным числом производителей по всему миру, в сравнении с другими распространенными на российском рынке технологиями и решениями, свидетельствуют их рыночные профили (рис.1).

Стандарт ISO-16484-2 "Системы автоматизации и управления зданиями. Аппаратные средства" определяет трехуровневую иерархию систем автоматизации зданий. Нижний – "полевой" (fieldbus) уровень охватывает оконечные устройства – датчики, клапаны, выключатели. К среднему уровню "автоматизации" стандарт относит контроллеры, принимающие информацию от нижнего уровня и передающие ее на верхний уровень, а также вспомогательное сетевое оборудование. Верхний уровень "управления" включает операторские станции. В рамках данной классификации системы LonWorks

и KNX/EIB можно отнести к первым двум уровням – полевому уровню и уровню автоматизации.

Идеологически технологии KNX/EIB и LonWorks имеют много общих черт. Каждая из сетей состоит из множества равноправных узлов (nodes), взаимодействующих друг с другом по стандартизированным открытым протоколам. Эти сети относятся к классу одноранговых (peer-to-peer) сетей с коммутацией пакетов (packet switching). В состав каждого сетевого узла входят один или несколько микропроцессоров, прикладная подсистема, определяемая функциональным назначением устройства (сенсор, дискретный вход или диммер и т.п.), и приемопередатчик (трансивер), соответствующий среде передачи, для которой он предназначен (рис.2). Кроме того, каждый узел оснащен постоянной и перепрограммируемой энергонезависимой памятью, содержащей набор необходимых системных и прикладных микропрограмм, а также конфигурационные и коммуникационные адресные таблицы, определяющие, соответственно, параметры прикладных программ и связи, в которых данный узел должен участвовать. Введение узла в эксплуатацию (commissioning) означает присвоение ему сетевого адреса, загрузку необходимой прикладной программы и установку требуемых конфигурационных свойств.

После ввода сети в эксплуатацию, когда каждый ее узел сконфигурирован надлежащим образом, работоспособность каждого из узлов не зависит от работоспособности большинства других узлов или от работоспособности какого-либо

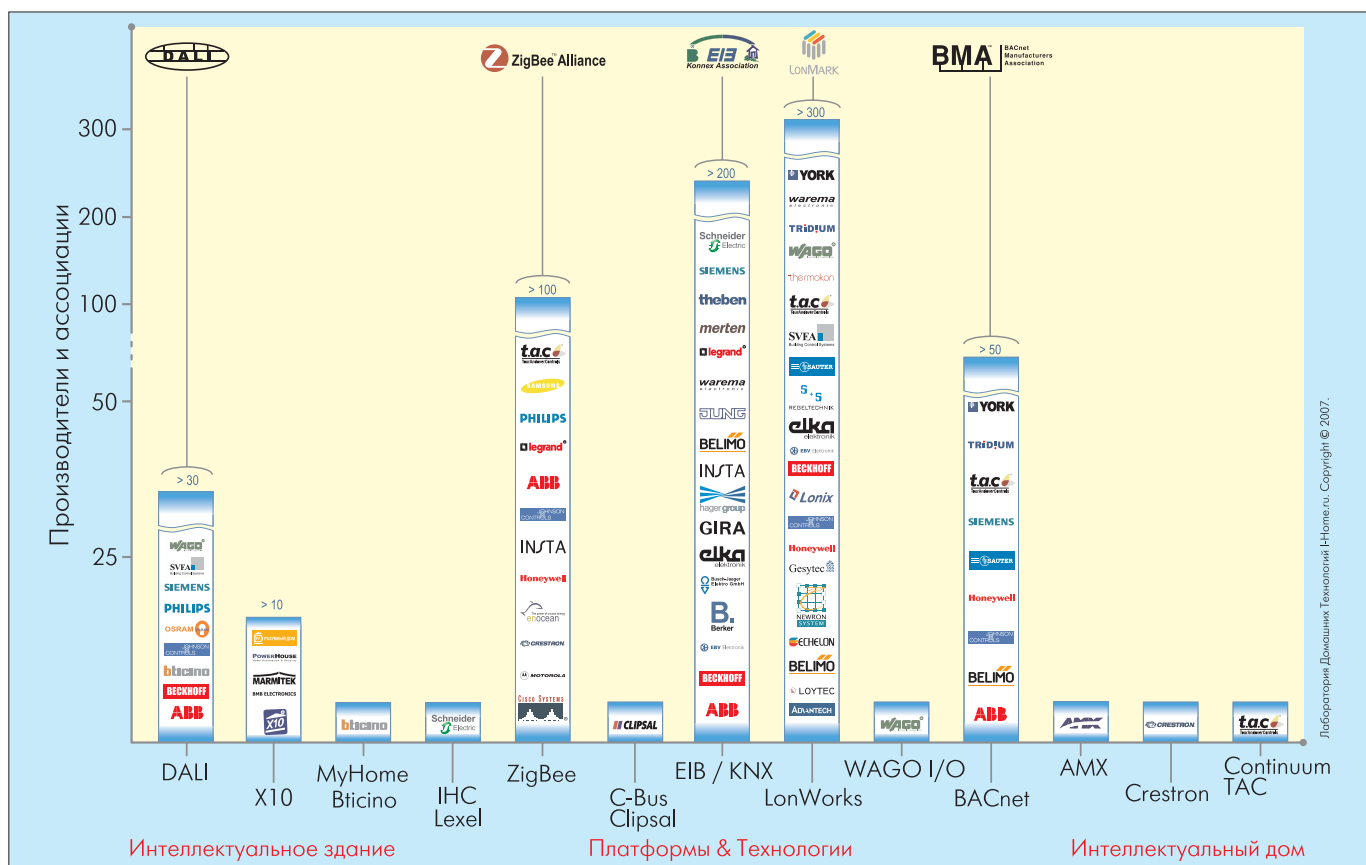


Рис. 1. Рыночные профили производителей и ассоциаций в области средств автоматизации зданий

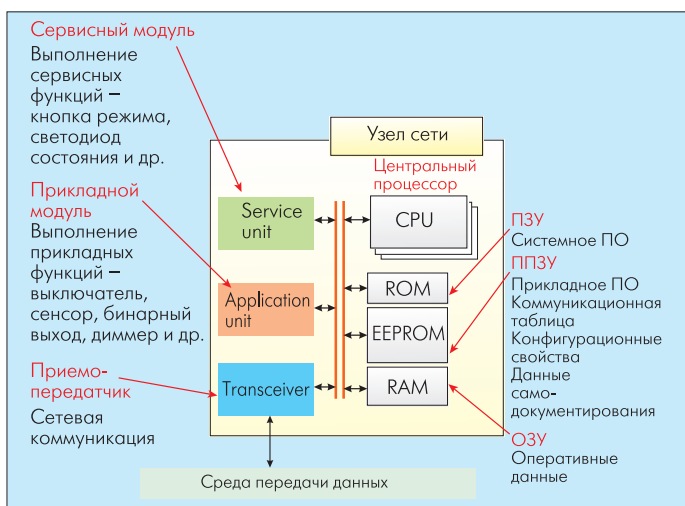


Рис.2. Обобщенная структурная схема сетевого узла KNX/EIB или LonWorks

выделенного "центрального" элемента сети. Каждый узел функционирует самостоятельно в соответствии с собственной прикладной программой. Этим определяется высокая надежность децентрализованных сетей и их устойчивость к поломкам. При выходе из строя любого конкретного узла функциональность теряется только в одном конкретном месте сети – в том, за которое отвечал вышедший из строя узел. Вся остальная сеть продолжает исправно работать.

Обратимся теперь к вопросу о том, каким же образом технологии KNX/EIB и LonWorks решают проблемы интеграции разнородных подсистем (cross-system integrated planning) и их совместимости (interoperability). Дело в том, что каждая из технологий определяет и стандартизирует свои типы данных и функциональные блоки (объекты) для каждой прикладной области или задачи – будь то управление освещением или вентиляционной установкой. Каждый функциональный блок для инсталлятора – это своего рода "черный ящик" с известным входом и выходом. По сути, это готовая прикладная программа, поставляемая производителем вместе с устройством.

Так вот, каждый производитель KNX/EIB или LonWorks совместимого оборудования гарантирует соответствие его аппаратно-программных решений утвержденным в соответствующем стандарте типам данных и функциональным профилям. Поэтому потребитель, выбирая оборудование, маркированное знаками KNX или LonMark, может быть уверен, что независимо от производителя получит предсказуемый результат и гарантию совместимости устройств.

Технологии KNX/EIB и LonWorks имеют также идеологически схожие процедуры проектирования сетевой структуры, конфигурирования узлов и ввода их в эксплуатацию. Для этого каждая из технологий использует свои программные инструментальные средства (tools software). Это интегрированные среды проектирования, устанавливаемые на персональном компьютере. Работая в такой среде, проектировщик может в соответствии с решаемой задачей задать ту или иную

топологию сети, выбрать из имеющейся базы данных устройств необходимое оборудование, определить необходимые функциональные блоки (т.е. отобрать из готовых библиотек нужные прикладные микропрограммы) и задать требуемые коммуникационные связи в сети (binding в LonWorks и group addressing в KNX/EIB). Связи устанавливаются между сетевыми переменными (в терминах LonWorks) или коммуникационными объектами (в терминах KNX). Как правило, каждая сетевая переменная или коммуникационный объект соответствует входам или выходам физических устройств (узлов), подключенных к сети. Так в общих чертах выглядит процедура проектирования и программирования сетей KNX/EIB и LonWorks. Разумеется, каждая технология использует свою терминологию и обладает своими особенностями, но общая идеология идентична.

Необходимо обратить особое внимание на то, что функциональные связи между сетевыми узлами в системах KNX/EIB и LonWorks устанавливаются на программном уровне. Это позволяет относительно легко менять функциональность системы без дополнительного монтажа или изменения кабельных проводок. Тем самым обеспечивается требование гибкости и программируемости системы управления. Стандарты KNX/EIB и LonWorks определяют и реализуют все семь уровней модели взаимодействия открытых систем ISO/OSI, начиная с физического (небольшая поправка касается стандарта KNX/EIB, который не использует сессионный уровень и уровень представления). Таким образом, помимо прочего, обеспечивается аппаратная совместимость устройств на уровне трансиверов.

Сравнивая применимость технологий KNX/EIB и LonWorks в той или иной области, можно сказать, что каждая из них имеет свои преимущества при решении определенных классов задач. KNX/EIB может оказаться более эффективной технологией в проектах, связанных с автоматизацией освещения, жалюзи и индивидуального климат-контроля. Технология LonWorks лучше подходит для сложных комплексных климатических систем или систем безопасности.

Большинство KNX/EIB и LonWorks устройств стоят 150–500 евро за единицу. Свободно программируемые контроллеры или многофункциональные специализированные устройства могут стоить в два–три раза больше. Чем масштабней проект и чем больше он охватывает точек автоматизации, тем экономически выгоднее применение описываемых технологий. Но даже коттедж средних размеров вполне может стать объектом для автоматизации по технологии KNX/EIB.

В рамках небольшой статьи невозможно дать сколько-нибудь полное описание таких многогранных технологий, как KNX/EIB и LonWorks, но главные, с нашей точки зрения, аспекты, объясняющие их популярность, мы постарались отметить. Ниже приведены некоторые дополнительные сведения по каждой из технологий.

ТЕХНОЛОГИЯ LonWorks



LonWorks (LON – Local Operating Network) – сетевая технология автоматизации, разработанная для применения на

транспорте, в промышленности и строительстве. Технология создана американской компанией Echelon, основанной в 1986 году Майком Маркулой (Mike Markulla), бывшим сотрудником корпораций Intel и Apple. Штаб-квартира компании находится в Сан-Хосе (шт. Калифорния).

Основы технологии LonWorks были заложены в начале 90-х годов прошлого века, когда инженерами компании Echelon были разработаны специализированный микропроцессор Neuron Chip (впервые был представлен в декабре 1990 года), коммуникационный протокол LonTalk (ANSI/EIA 709-1) и первое инструментальное программное обеспечение для разработки и проектирования. С тех пор технология непрерывно развивается и приобрела статус международного и национального стандарта ряда стран [1, 2, 3]. На международный рынок технологию LonWorks продвигает Международная ассоциация LonMark [4], объединяющая более 300 компаний по всему миру. С 2007 года действует российское национальное отделение Ассоциации [5].

Топология сетей LonWorks: шина, кольцо, звезда, свободная. Поддерживаемые среды передачи: витая пара, оптический кабель, коаксиальный кабель, радиоканал, силовая электросеть, IP-сети, ИК-канал. Наиболее распространенная среда передачи – витая пара. Физическую структуру сетей LonWorks определяют канал (физическая среда передачи данных) и сегмент (участок физической среды передачи данных или канала, соединенный с портом маршрутизатора или репитера) сети. Скорость передачи данных для витой пары свободной топологии (FTT) составляет 78 Кбит/с. При этом максимальное расстояние между узлами, принадлежащими одному сегменту, не может превышать 400 м, а общая длина кабеля – 500 м.

Базовое понятие сети LonWorks – сетевая переменная. Механизм сетевых переменных служит основой для инфор-

мационного обмена в сетях LonWorks. Любое изменение значения выходной сетевой переменной узла-сенсора автоматически передается всем узлам сети, с входными сетевыми переменными которых связана данная переменная.

Сейчас стандарт LonWorks описывает более 180 типов стандартных переменных, SNVT (Standard Network Variable Types) и более 160 стандартных типов конфигурационных параметров, SCPT (Standard Configuration Parameter Types).

Логическая адресация узлов LonWorks реализуется через понятия домена, номера подсети и номера узла. Один домен может включать до 255 подсетей, а каждая подсеть – до 127 устройств. Таким образом, в одном домене может быть до 32385 узлов. Число доменов в сети LonWorks практически не ограничено (до 2^{48}). Узлы, принадлежащие различным доменам, не могут связываться по сети напрямую. В этом случае связь осуществляется через специальные сетевые устройства – мосты (bridges) и маршрутизаторы (routers).

Один из важнейших структурных компонентов менеджмента сетей LonWorks – сетевая операционная система LNS (LonWorks Network Services), представляющая собой клиент-серверную платформу для проектирования, администрирования и мониторинга сетей LonWorks и поставляемая компанией Echelon.

Коммерческая особенность технологии LonWorks – необходимость отчислять компании Echelon плату в размере 5 долл. за загрузку и ввод в эксплуатацию каждого сетевого узла (так называемые кредиты).

Для более глубокого изучения технологии LonWorks можно рекомендовать источники [1, 6, 7].

На российском рынке технология LonWorks представлена продукцией таких производителей, как Beckhoff, Echelon, Elka, Loytec, S+S Regeltechnik, Svea, Thermokon, TCA, Wago и ряда других. Наиболее распространенное инструментальное средство LonWorks – программный пакет LonMaker, поставляемый компанией Echelon и созданный на основе программы визуального проектирования Visio компании Microsoft.

ТЕХНОЛОГИЯ KNX/EIB



Европейский стандарт KNX/EIB получил широкое распространение в начале 1990-х годов, объединив три стандарта – французский *Batibus*, голландский *EHS* (*European Home Systems*) и немецкий *EIB* (*European Installation Bus*). Тогда же ведущие европейские электротехнические компании организовали ассоциацию *EIBA*, переименованную в 2006 году в международную ассоциацию *Konnex* [8]. С 2003 года действует российское национальное отделение *Konnex* [9].

Основы технологии KNX/EIB заложила немецкая компания *Siemens*, разработавшая и начавшая производство необходимых аппаратных средств. В конце 2003 года стандарт KNX/EIB был утвержден как европейский стандарт электронных систем для дома и здания *EN50090*, а в 2006 году – как международный стандарт автоматизации зданий *ISO/IEC 14543-3*.

Топология сетей KNX/EIB: шина, свободная. Среды передачи: витая пара, радиоканал, силовая электросеть, инфракрасный канал.

Физическую структуру сетей KNX/EIB определяют следующие понятия: линия (физическая среда передачи данных), сегмент (часть линии со своим блоком питания) и область (совокупность линий). В каждой области может быть объединено до 15 линий. Объединение линий в область производится с помощью главной ее линии. Одна линия может обслуживать от 64 (один сегмент) до 256 (четыре сегмента) узлов. В сеть KNX/EIB может быть включено до 15 областей, объединенных магистральной линией. Все линейные соединения выполняются с помощью шинных соединителей (*line coupler*). Таким образом, теоретическая емкость одной сети KNX/EIB примерно 57600 узлов.

Скорость передачи данных для витой пары свободной топологии составляет 9,6 Кбит/с. Технология KNX/EIB использует метод множественного доступа к шине с контролем несущей *CSMA/CA*. При этом максимальное расстояние между узлами одной линии не должно превышать 700 м, максимальное расстояние между узлом сети и блоком питания – 350 м, а общая длина кабеля одной линии – 1000 м.

Традиционно в KNX/EIB все узлы делят на сенсоры (*sensors*) и актуаторы (*actuators*). Сенсоры посылают сообщения (телеграммы), а актуаторы их принимают и соответствующим образом на них реагируют.

Адресация узлов KNX/EIB реализуется на двух уровнях – индивидуальном и групповом. Двухбайтный индивидуальный адрес узла состоит из трех полей: область (4 бита) – линия (4 бита) – устройство (8 бит). В основном индивидуальный адрес служит для конфигурирования и диагностики узлов. Двухбайтный групповой адрес может иметь двухкомпонентную структуру: группа (4 бита) – подгруппа (11 бит) или

трехкомпонентную структуру: группа (4 бита) – промежуточная группа (3 бита) – подгруппа (8 бит). Групповая адресация производится независимо от физического расположения узлов в сети, отражая функциональную нагрузку адресуемого объекта. Например, групповой адрес 4.97 может означать "включение света на кухне". Групповая адресация – основа логической организации сети KNX/EIB, в соответствии с которой объекты узлов коммутируют друг с другом посредством телеграмм.

Стандарт KNX/EIB описывает стандартные типы данных – однобитовые (1.00x), двухбитовые (2.00x) и т.д. – для всех типовых задач: включения/выключения, диммирования, передачи физических величин и т.д. Полный список стандартизованных данных можно найти на сайте ассоциации *Konnex* [8].

Подробно технология KNX/EIB описана в изданиях [1, 10]. Много полезной технической информации по обсуждаемой теме можно найти и в [11, 12].

На российском рынке технология KNX/EIB представлена продукцией таких известных компаний, как *ABB/Bousch-Jaeger*, *Berker*, *Gira*, *Jung*, *Merten*, *Siemens*, *Lingg&Janke* и некоторых других. Приятно отметить появление отечественного производителя оборудования KNX/EIB – НПО СЭМ.

Сегодня основным инструментальным ПО KNX/EIB является пакет *ETS3* (*EIB Tools Software*), эксклюзивно распространяемый ассоциацией *Konnex* [7].

Ответы на вопросы, касающиеся предметной области интеллектуального дома, можно получить в Лаборатории Домашних Технологий *I-Home.ru*.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вернер Х. Умный дом. – М.: Техносфера, 2006.
2. Международный стандарт ISO-16484-2. Системы автоматизации и управления зданиями. Аппаратные средства.
3. Национальный стандарт КНР для строительства коммерческих и жилых зданий GB/T 20299.4-2006 Цифровое техническое применение в здании. Ч. 4: требования к приложению для коммуникационного протокола сети управления.
4. Международная ассоциация *LonMark*, www.lonmark.org
5. Российское отделение ассоциации *LonMark*, www.lonwork.ru
6. Дитрих Д. и др. LON-технология. Построение распределенных приложений/Пер. с нем./Под ред. Низамутдинова О.Б.: ПГТУ, Пермь, 1999.
7. Журнал *LonMark*, www.lmimagazine.com
8. Международная ассоциация *Konnex*, www.konnex.org
9. Российская национальная ассоциация *Konnex*, www.konnex-russia.ru
10. Дитрих Д. и др. EIB система автоматизации зданий/Пер. с нем./Под ред. Низамутдинова О.Б.: ПГТУ, Пермь, 2001.
11. Информационный бюллетень Автоматизация зданий, www.autobuilding.ru, 2006–2007.
12. Международная независимая экспертная группа KNX/EIB www.eibshop.eu

