

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ KNX




BUILDING AUTOMATION SYSTEMS BASED ON KNX TECHNOLOGY

В статье кратко рассмотрены основные особенности систем автоматизации зданий на основе технологии KNX. Описаны структуры и основные возможности систем управления зданием. Приведена краткая информация о программных продуктах для проектирования и управления систем автоматизации зданий.

В. Макаренко

Abstract – The article briefly describes the main features of building automation systems based on KNX technology. The structure and main features of building management systems are described. A brief information about software products for the design and management of building automation systems is given.

V. Makarenko

В современных системах автоматизации зданий используется целый ряд различных стандартов связи. Одним из них является международный стандарт (технология) KNX (ISO/IEC 14543). В основе стандарта лежит шина EIB (European Installation Bus).

В феврале 1990 года была организована ассоциация EIBA со штаб-квартирой в г. Брюссель (Бельгия). Основателями ассоциации были 15 ведущих европейских компаний: Siemens, Gira, ABB, Berker, Jung и другие. Основными задачами ассоциации являлись:

- продвижение на рынке технологии EIB
- контроль качества и совместимости оборудования, производимого ее членами
- подготовка программ обучения специалистов.

Через несколько лет уже около 100 европейских и мировых компаний предлагали сертифицированное оборудование под логотипом EIB. Участники ассоциации контролировали до 80% европейского рынка инсталляционных устройств. К концу века EIB являлась явным лидером в своей области. В мире было установлено более 10 миллионов устройств EIB. Однако у шины EIB имелись конкуренты – шина BatiBUS, получившая распространение на юге Европы, а также EHS (European Home System).

В мае 1999 произошло объединение трех европейских ассоциаций автоматизации зданий EIBA (European Installation Bus Association), EHS (European Home Systems Association) и BCI (BatiBUS Club International) в одну, которая со временем получила окончательное название "Ассоциация KNX" – Конпех. Произошло и слияние трех технологий: EIB, EHS и BatiBUS. По мнению различных экспертов, стандарт KNX на 80...90% основан на технологии

EIB. Это объединение – результат общей интеграции в Европе. Главенство EIBA не скрывалось всеми участниками, именно поэтому во многих случаях используется обозначение EIB/KNX. В конце 2003 года технология была утверждена как европейские стандарты EN 50090 и EN 13321-1, а затем как международный стандарт ISO/IEC 14543-3, американский стандарт ANSI/ASHRAE 135 и китайский стандарт GB/Z 20965 [1,2].

Всемирная Ассоциация KNX имеет партнерские соглашения с более чем 11000 компаний-интеграторов оборудования в 74 странах, с более чем 50 техническими университетами и 112 центрами обучения [1].

KNX является единственным в мире открытым стандартом для контроля безопасности коммерческих и жилых зданий. Использование KNX обеспечивает реальные преимущества для архитекторов, проектировщиков и производителей работ, а также, в первую очередь, для владельцев и/или пользователей зданий:

1. Низкие эксплуатационные расходы и значительное снижение энергопотребления.

Освещение и отопление включаются только тогда, когда они действительно нужны, например, в соответствии с заданными временными программами или в случаях присутствия людей, что позволяет экономить электроэнергию и финансовые средства. Освещение может контролироваться автоматически в соответствии с реальной интенсивностью дневного света, что помогает обеспечивать минимальный необходимый уровень яркости освещения на каждом рабочем месте и снижать энергопотребление (включенными остаются только те источники освещения, которые действительно не-

обходимы).

2. Экономия времени. Связывание всех устройств, обменивающихся между собой информацией, с помощью одной общей шины значительно сокращает время проектирования системы и время ее установки. Программный пакет ETS, общий для всех производителей и программных приложений, позволяет осуществлять проектирование, отладку и настройку систем, содержащих в своем составе KNX-сертифицированные элементы. Поскольку этот программный пакет является единым для всех производителей, интеграторы систем могут объединять в проекте продукты от различных производителей, использующие различные каналы для обмена информацией (витые пары, радиочастотные каналы, электрические линии или Ethernet), в составе единой системы.

3. Гибкость и способность адаптироваться к будущим изменениям. KNX-система может быть легко приспособлена к выполнению новых задач и расширена. Новые компоненты можно подключать к уже работающей системе.

Чтобы передавать управляющие сигналы ко всем компонентам, отвечающим за управление зданием, необходима система, способная взаимодействовать с отдельными устройствами; для этого все ее компоненты должны уметь “общаться” между собой на едином языке. Шинная технология KNX, единая для всех производителей оборудования и программных приложений, соответствует эти требованиям.

При использовании канала передачи управляющих сигналов KNX, к которому подключаются все

другие шины (витые пары, радиочастотные каналы, электрические линии или Ethernet), подключенные к ним устройства получают возможность обмениваться информацией между собой. К шинам могут подключаться как сенсоры, так и исполнительные механизмы, необходимые для контроля оборудования, управляющего зданием, в частности, систем освещения, систем управления шторами, жалюзи и ставнями, систем безопасности, контроля энергопотребления и отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, сигнальных систем, систем мониторинга и дистанционного управления, измерительного оборудования, систем управления аудио и видео, крупной бытовой техники, интерфейсов коммунальных систем и других систем управления зданием и т.д. Все эти функции могут осуществляться, контролироваться и отслеживаться через единую общую систему, без использования каких-либо дополнительных центров управления (рис. 1).

Системы, построенные на основе KNX, являются децентрализованными. В их состав входят 3 основных типа устройств – сенсоры, актуаторы и системные устройства.

1. Сенсоры (датчики) – сенсорные настенные панели и выключатели; датчики температуры, влажности, освещенности, дыма, движения и т.д., пульты дистанционного управления, таймеры и другие. Они выполняют регистрацию различных внешних событий, наступление которых должно вызвать ответную реакцию системы. После наступления такого события (нажатие кнопки, превышение температурой порогового значения и т. п.) сенсор посылает по сети управляющую команду соот-



Рис. 1. Некоторые компоненты систем, основанных на стандарте KNX, и их условное обозначение

ветствующему исполнительному устройству.

2. Актуаторы (исполнительные устройства и преобразователи) – регуляторы силы света (диммеры), релейные модули, электродвигатели, модули управления жалюзи и другие. Они меняют свое состояние (включено-выключено, открыто-закрыто и т. п.) в соответствии с командами, поступающими от сенсоров, тем самым управляя различным электрооборудованием.

3. Управляющие модули – логические контроллеры, функциональные модули, термостаты и т.д. Обеспечивают программирование и управление сетью. Управляющие модули позволяют реализовать особо сложные алгоритмы управления, когда, например, стоит задача управления сразу несколькими видами оборудования по данным, получаемым одновременно от нескольких сенсоров (как правило, такие модули не требуются).

4. Системные устройства – блоки питания, интерфейсные модули, шинные соединители, повторители и другие, включая панели и логические модули. Системные устройства обеспечивают работоспособность и возможность настройки сети KNX.

Т.к. система децентрализованная, то выход из строя любого из устройств не повлияет на работу системы в целом. Высокая надежность оборудования подтверждается сертификатами и тестами ассоциации Коппех.

Система является безопасной, т. к. управляющее напряжение равно 24 В. Данные в системе могут передаваться по:

- витой паре с фиксированной скоростью передачи 9600 бит/с
- силовой линии (проводам питания 230 В/50 Гц) со скоростью передачи 1200 бит/с
- IP-сети (EIB.net) – например, Ethernet
- радиоканалу в нелицензируемых частотных диапазонах 868 и 433 МГц.

Подключенные к шине устройства могут обмениваться информацией через общий канал передачи. Для этого информация упаковывается в телеграмму и передается по каналу связи от сенсора к одному или нескольким исполнительным устройствам. При успешной передаче и приеме каждое устройство

приемник подтверждает получение телеграммы. При отсутствии подтверждения передача повторяется еще два раза. Если и после этого подтверждение отсутствует, то процесс передачи заканчивается. Именно по этой причине протокол KNX не является "промышленным", то есть его нельзя применять в приложениях, связанных с опасностью для жизни и здоровья людей.

Телеграмма – это последовательность символов, которые в зависимости от общего для них информационного содержания объединяются в поля. Она состоит из блоков данных: служебных и информационного, в котором сообщается о событии (например, нажатии кнопки), и контрольной информации, позволяющей обнаружить ошибки передачи данных.

Передача производится модуляцией напряжения в сети, причем логический ноль пересылается в виде импульса, с амплитудой примерно ±6 В. Отсутствие импульса интерпретируется как логическая единица. Телеграммы пересылаются пакетами по 8 байт. Пересылка синхронизируется старт- и стоп-битами. Есть бит контроля четности.

Структура телеграммы приведена на рис. 2.

Каждая телеграмма становится видимой в функциональном блоке и соответственно ее данные могут быть обработаны. Блок отбрасывает KNX телеграммы с адресов, которые не включены в поле "Длина". Например, в групповом адресе 1/2/0 длина равна 10. Все KNX телеграммы с адресами 1/2/0 ... 1/2/9 пройдут через фильтр и будут восприниматься блоком.

Данные контрольного поля и поля защиты информации необходимы для бесперебойного обмена телеграммами. Они обрабатываются шинными устройствами (функциональными блоками), которым они адресованы. Адресное поле содержит исходный адрес (адрес источника сигнала) и адрес назначения (адрес получателя). Адрес источника сигнала всегда физический адрес. Он указывает, к какой зоне и к какой линии относится посылающий сигнал прибор. Физический адрес закрепляется при проектировании за одним конкретным шинным устройством и используется только для ввода в экс-

Контрольное поле	Исходный адрес	Адрес назначения	Приоритет и квитирование	Длина	Поле данных	Поле защиты информации
8 бит	16 бит	16 + 1 бит	3 бита	4 бита	16×8 бит	8 бит

Рис. 2. Структура телеграммы в системе KNX

платацию и для сервисных функций.

Адрес назначения определяет участников коммуникации. При этом получателем, которому отправляется телеграмма, может быть как отдельный блок, так и группа блоков, подключенных к одной линии, или же распределенных по разным линиям. Один и тот же функциональный блок может входить в разные коммуникационные группы (групповые адреса). Групповой адрес определяет коммуникационные связи внутри системы. Поле данных служит для передачи непосредственно самого информационного послания, например, команд, сообщений, установочных параметров, данных измерений и т.д.

Для предотвращения коллизий телеграмм в сети применяется метод CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance – многостанционный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов). Этот метод гарантирует случайный, беспрепятственный доступ устройств к шине, при этом без существенного снижения ее максимальной пропускной способности. При этом гарантируется, что первоначально будут переданы сообщения с наивысшим приоритетом.

Для того, чтобы система заработала необходимо не только установить устройства и соединить их необходимыми кабелями между собой и с силовой сетью, но и запрограммировать устройства с помощью программного обеспечения ETS.

В пределах одной сети каждое устройство должно иметь индивидуальный физический адрес. Назначение адресов производится с помощью программного обеспечения ETS. Перед назначением устройству адреса оно переводится в режим программирования, как правило, путем нажатия на специальную кнопку на лицевой части корпуса, при этом для подтверждения режима программирования загорается красный светодиод. Групповые адреса могут быть назначены активным устройствам системы вне зависимости от их расположения и значений физических адресов. Исполнительным устройствам (получателям телеграмм) может быть назначено несколько групповых адресов, но сенсоры могут отправлять телеграмму только по одному адресу. В сложных системах, как правило, используют трехуровневую систему групповой адресации (главная группа/средняя группа/подгруппа).

Физический адрес устройств имеет следующую структуру: Зона/Линия/Устройство. Например, адрес 2/1/3 определяет третье устройство в первой линии второй зоны. Для физического адреса заре-

зервировано 16 бит информации. На рис. 3 показана структура адреса.

Зона	Линия	Устройство
XXXX	XXXX	XXXXXXXX
4 бита	4 бита	8 бит

Рис. 3. Структура физического адреса KNX-устройства

При такой адресации к каждой линии можно подключить до 64 устройств (рис. 4), а сеть KNX может включать до 14400 устройств без применения усилителей линий (15 зон по 15 линий в каждой и по 64 устройства, подключенных к каждой линии), как показано на рис. 5. Линия может состоять как из одного сегмента, так и из нескольких (максимум из четырех), соединенных с помощью линейных усилителей.

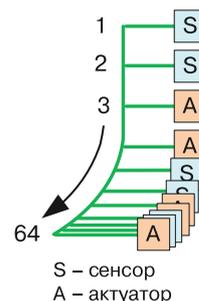


Рис. 4. Объединение устройств KNX в линию

Для сложных проектов создается структура с групповыми адресами. Чаще всего трехуровневая – главная группа/средняя группа/подгруппа. Трехуровневая система групповых адресов использует 4 бита информации для главной группы, 3 бита для средней и 8 бит для подгруппы. Таким образом, можно использовать максимально 16 главных групп (0...15), 8 средних (0...7) и 256 подгрупп (0...255).

С помощью линейных соединителей (Л1...Л15 на рис. 5) до 15 линий могут быть подключены к главной линии и объединены в одну зону. К главной линии также возможно подключение до 64 устройств. Максимальное число подключенных к шине устройств сокращается с увеличением числа линейных соединителей.

Главная линия должна иметь отдельный источник питания и дроссель. На зонной и главной линиях не допускается подключение линейных усилителей.

Несколько зон могут быть соединены между собой при помощи зонной линии, при этом каждая

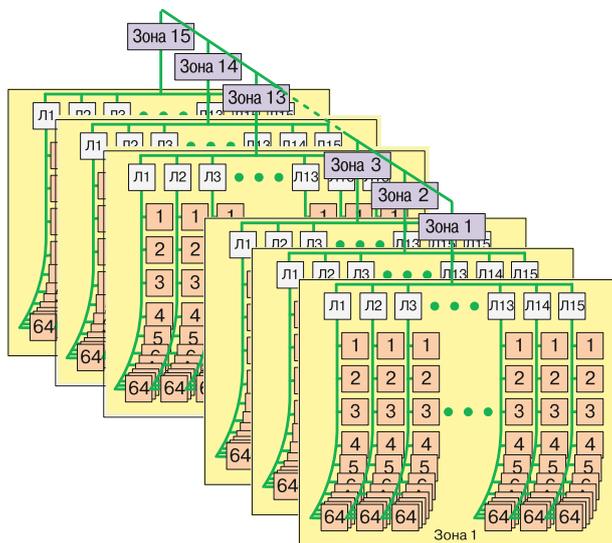


Рис. 5. Объединение линий и зон KNX

зона подключается к зонной линии через отдельный зонный соединитель (на рис. 5 усилители не показаны). Зонная линия должна иметь собственный источник питания. К зонной линии возможно подключение шинных устройств

Применение шины KNX позволяет значительно упростить прокладку проводов в здании. Традиционные решения, в которых для управления каждой подсистемой предусмотрены отдельные линии, требуют больших затрат на электропроводку (рис. 6). Кроме этого, повышается пожароопасность и снижается ремонтпригодность. Чем сложнее система, тем труднее поиск неисправностей, так как силовой

провод и провод управления не отделены друг от друга. В KNX силовой провод и провод управления разделены (рис. 7).

Между отдельными устройствами линейного сегмента KNX существуют следующие ограничения на длину соединительных линий при отсутствии дополнительных усилителей (рис. 8):

- расстояние между устройством и блоком питания не более 350 м
 - расстояние между двумя связанными устройствами не более 700 м
 - максимальная длина линейного сегмента 1000 м.
- Для соединения устройств используется стандарт-

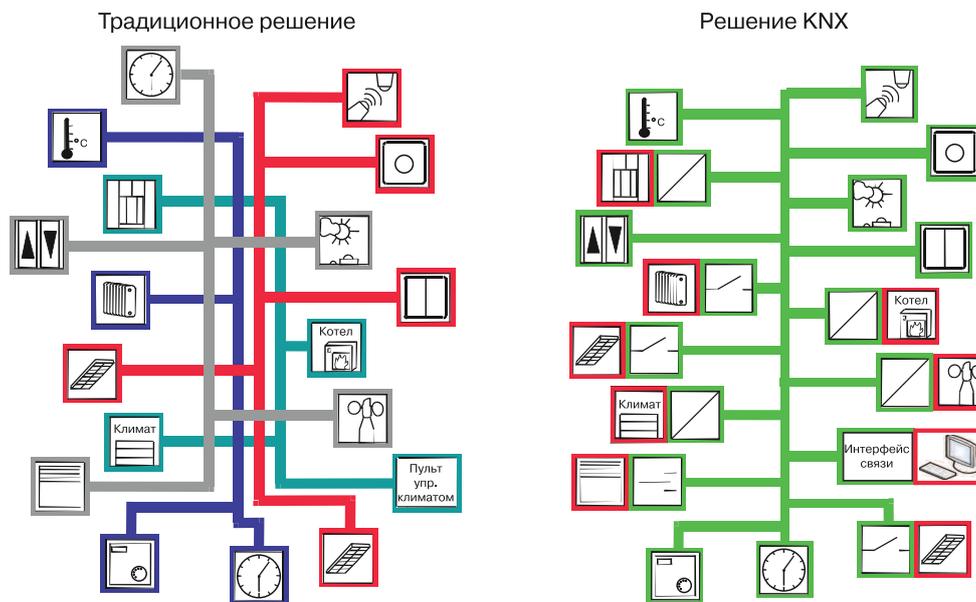


Рис. 6. Структура линий связи при традиционном решении системы управления и при использовании шины KNX

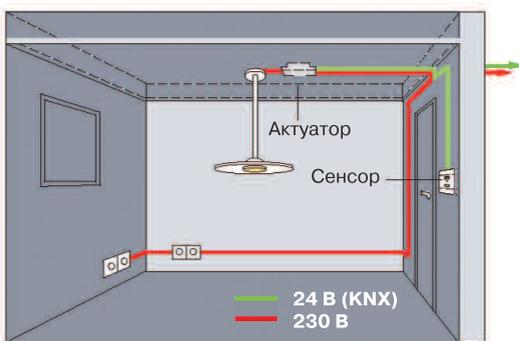


Рис. 7. Провода силовой части и части управления шины KNX разделены

ный кабель с двумя парами проводов (2×2×0.8 мм). Одна пара проводов используется для передачи сигнала и электропитания 24 В (красный и черный провода), а вторая резервная (например, для подключения резервного блока питания).

Структура шинного устройства

Каждое шинное устройство (например, сенсорный выключатель, активатор диммера или активатор жалюзи) имеет две основных части:

- шинный контроллер (Bus Coupling Unit – BCU)
- прикладной модуль (Application Module – AM).

Шинные устройства выполняются как для установки на DIN-рейку, так и для скрытого монтажа.

Данные управления поступают по шине на шинный контроллер, который посылает, получает и сохраняет такую информацию, как собственный физический адрес, один или несколько групповых адресов, а также прикладную программу со всеми необходимыми параметрами. Координацию этих функций выполняет микропроцессор. При возникновении неисправностей или падения напряжения в

сети все данные сохраняются, и шинные устройства переводятся в задаваемое программой для этого случая состояние. Предусмотрена возможность запрограммировать поведение устройств после устранения неисправностей и при восстановлении напряжения в шине до номинального значения.

Электропитание

Питание устройств KNX осуществляется безопасным напряжением, максимальная величина которого не превышает 30 В. Шина управления всегда надежно изолирована от силовой электросети, и прикосновение к ней не опасно. Электропитание шины соответствует требованиям DIN EN 50090, т.е. максимальная величина тока в шине ограничена и все источники питания имеют защиту от короткого замыкания в нагрузке.

Так как телеграммы передаются по тем же проводам, по которым подается питание на шинные устройства, то для предотвращения значительного ослабления сигнала команд источник питания подключается к шине через встроенный в него дроссель. Сопротивление дросселя для сигнала телеграмм имеет значительную величину и практически не ослабляет сигналы команд в шине (рис. 9). Так как источники питания для KNX имеют и второй выход без дросселя, то его можно использовать с внешним промежуточным дросселем для питания другой линии.

Управление по радиоканалу

В системе KNX предусмотрено наличие устройств, в которых прием и передача данных осуществляются по радиоканалу. Чтобы избежать коллизий при одновременной работе нескольких устройств по радиоканалам, каждый радиопередат-

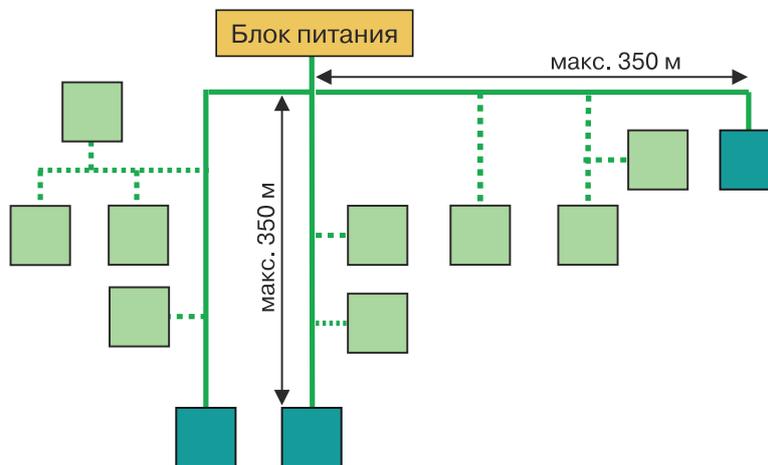


Рис. 8. Ограничения на длину соединительных линий в линейном сегменте KNX

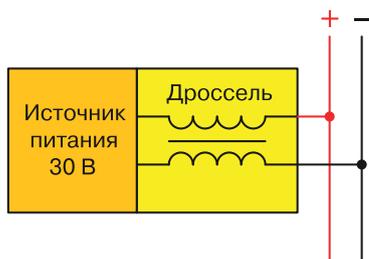


Рис. 9. Подключение источника питания к шине KNX

чик KNX отсылает в составе телеграммы также свой серийный номер для распознавания устройства в сети. Таким образом, на телеграммы каждого передатчика реагируют лишь те принимающие устройства, которые настроены на прием сигналов от конкретного передатчика.

Радиус действия радиосигналов в здании ограничен. Это обусловлено затуханием радиосигналов при прохождении через стены, перекрытия и другие физические препятствия. Расширить зону действия можно, используя повторители радиосигналов, что позволяет осуществлять управление устройствами, расположенными на разных этажах, по радиоканалу.

В радиосистемах KNX в качестве метода модуляции применяется частотная манипуляция (Fre-

quency Shift Keying – FSK). Частота несущего колебания 868.30 МГц (ISM-диапазон), скорость передачи данных составляет 16384 бит/с, максимальная мощность сигнала – 12 мВт. Время передачи радиосигнала каждым устройством, называемое также рабочим циклом (Duty Cycle), составляет примерно 0.6 с. Более подробную информацию о структуре телеграммы и других параметрах устройств, работающих с применением радиоканала, можно найти в [3].

Проектирование системы "умного" дома с помощью программы ETS

Проектирование и отладка системы KNX осуществляются с помощью программного обеспечения ETS. Краткое описание системы ETS3 дано в [3]. В настоящее время выпущена версия программного обеспечения ETS5.6 [5]. Демонстрационная версия программы ETS5 Demo, рассчитанная на подключение пяти устройств, может быть бесплатно загружена с сайта ассоциации Konnex [5, 6].

Кроме того, предлагается программное обеспечение KNX Virtual – это приложение для Windows, позволяющее протестировать работу программы с пятью устройствами в одном проекте и не требующей ее установки на ПК (рис. 10). Программа позволяет спроектировать:

1. Включение освещения (включая лестницу).

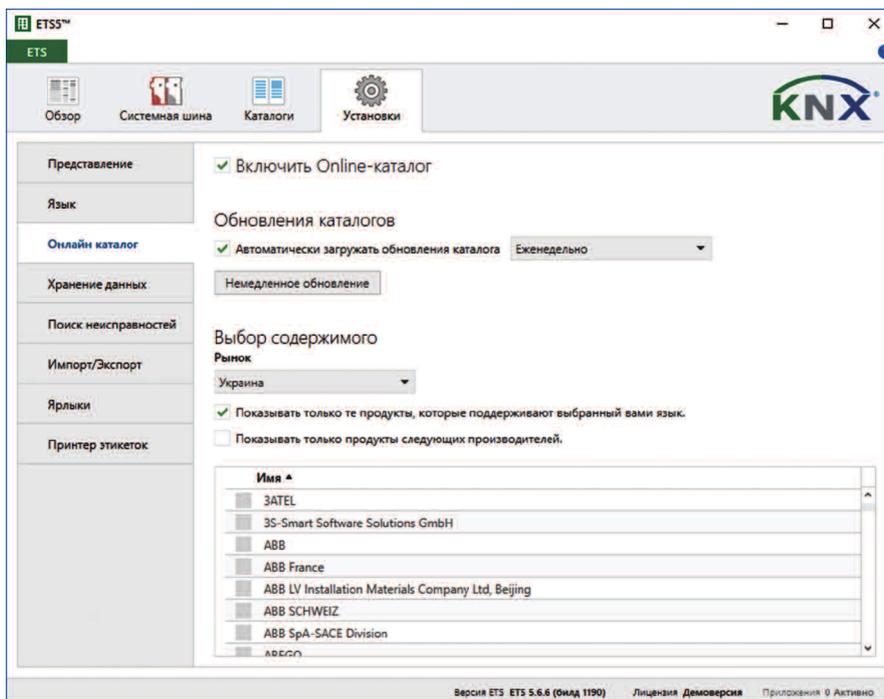


Рис. 10. Окно настройки загрузки каталогов устройств с сайта программы ETS

2. Включение освещения (включая лестницу) с обратной связью.

3. Затемнение.

4. Управление жалюзи.

5. Управление отоплением (RTC).

При работе программы KNX Virtual выводятся сообщения об устройствах, которые требуются для проекта ETS, которые можно загрузить через каталоги ETS.

При работе с установленной на ПК демонстрационной версией программы в установках поставить "птичку" в строке "Автоматически загружать обновления каталога". Для немедленного обновления нажать кнопку "Немедленное обновление". Через несколько минут список доступных каталогов будет выведен в нижней части окна программы (рис. 10).

Все производители KNX-устройств сопровождают свои изделия файлом-описанием с расширением *.vd1...*.vd5, предназначенным для экспорта в

программу ETS. Загрузив файл в программу, можно запрограммировать данное устройство в соответствии с необходимым алгоритмом работы и установить нужные параметры.

На этапе проектирования нет необходимости наличия самого устройства и связи с шиной EIB – достаточно иметь программу ETS и библиотеку файлов устройств, входящих в будущую систему.

С порядком работы с программой можно ознакомиться в [7, 8].

В настоящее время ассоциация Konnex активно развивает направление Интернета вещей. Для этого направления разработаны программные продукты KNX IoT Software Tools: "KNX Web service exporter" и "KNX Web service gateway" [1]. Подробнее с информацией о продукции ассоциации Konnex можно ознакомиться на сайте ассоциации <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/index.php>.

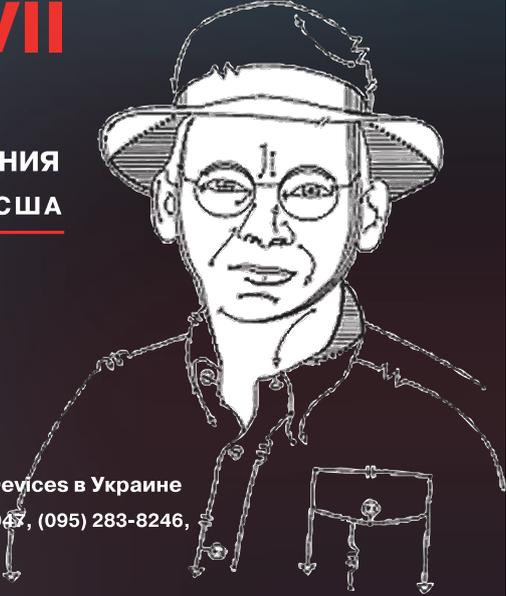
ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/What-is-KNX/A-brief-introduction/index.php>
2. <http://www.konnex-russia.ru/knx-technology/>
3. <http://knx.com.ua/attachments/article/134/KNX%20silver%20book%20ru%20reduced.pdf>
4. http://knx.com.ua/attachments/article/132/KNX-basic_course_full.pdf
5. <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/software/ets-5-professional/index.php>
6. <https://my.knx.org/en/shop/software>
7. https://my.knx.org/en/downloads/get/565?product_type_category=books
8. "Учимся строить "Умный дом". Практикум по системе EIB" / Сети и Бизнес, №3(16), 2004. с. 60-63. URL: <https://piter220.ru/915-eib.html>.



ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

LTspice® XVII



АВТОРСКИЙ СЕМИНАР ПО СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
От создателя программы Майка Энгельхардта, США

Место проведения: вул. Академика Проскуры, 1, Харьков,
конференц-зал БЦ Telesens

Дата проведения: 5 июня 2019 года

Участие бесплатное. Регистрация на vdmals.ua/ltspice2019



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Analog Devices в Украине
тел.: (044) 201-0202, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (062) 385-4967, (095) 283-8246,
(048) 734-1954, (095) 274-6897, info@vdmals.ua, www.vdmals.ua