



Николай Жиленков, Андрей Фальков

Технология LON

Сегодня существуют различные технологии реализации систем управления. Есть среди них такие, которые специализированы на автоматизации зданий. Одна из промышленных технологий, нашедших своё место в этом сегменте рынка, — технология LON.

Американская компания Echelon разрабатывала технологию LON (Local Operating Networks) в расчёте на универсальное общепромышленное применение. На момент создания данная технология сочетала в себе самые передовые идеи для распределённых систем управления. Однако в то время на рынке уже было представлено много других технических решений, более специализированных для задач автоматизации технологических процессов. Благодаря удачной концепции построения системы не столько как системы с определённым протоколом обмена, сколько как целостного аппаратно-программного комплекса, технология LON нашла своё место, прочно заняв нишу автоматизации зданий.

LON — это не просто распределённая система управления, а скорее система распределённого интеллекта, где устройства могут самостоятельно обрабатывать события и имеют встроенное программное обеспечение. Сети LON имеют ряд особенностей, основными среди которых являются следующие:

- можно применять самые различные среды передачи сигнала (проводные, радиочастотные, оптические), а также осуществлять передачу сигналов по питающей сети;
- нет разделения на основные (master) и подчинённые (slave) устройства;
- каждое устройство имеет встроенное ПО, программы выполняются по событию.

Наличие мощной программной инструментальной поддержки позволяет максимально упростить и уско-

рить процесс внедрения системы, что стало одним из решающих факторов в развитии этой технологии. Именно поэтому многие производители оборудования для автоматизации зданий оснащают свои приборы интерфейсом LON. Встроенное программное обеспечение (ПО) позволяет быстро интегрировать прибор в систему управления и однозначно использовать его функции. Широкому распространению LON также способствует стремление к унификации и совместимости решений. Например, наиболее распространённым интерфейсом для кондиционеров является LON, и для интеграции его в систему управления помещением целесообразно всю остальную систему строить на этом же интерфейсе, обеспечив тем самым полную совместимость.

Основной недостаток LON следует искать в том, что данная технология разрабатывалась не только как техническое решение, но и как коммерческий проект, позволяющий получать прибыль от каждого применённого устройства и каждого автоматизированного объекта. В результате стоимость лицензии включена в цену каждого выпускаемого специального чипа, а стоимость ПО достаточно высока. Однако несмотря на эти недостатки технология LON завоёвывает всё большую популярность благодаря существенному выигрышу от её применения по части затрат на программирование и монтаж оборудования, а также затрат времени на реализацию систем в целом.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ АТРИБУТ ЛЮБОГО УСТРОЙСТВА LON — ПРОЦЕССОР NEURON

Специальная микросхема Neuron Chip составляет основу аппаратной части технологии LON. Она имеется в каждом устройстве сети LON. Несколько типов таких чипов выпускается всего двумя производителями — компаниями Toshiba и Cypress.

Структура микросхемы Neuron (рис. 1) включает в себя три 8-разрядных микропроцессора, блоки оперативной и энергонезависимой памяти, периферийные устройства (сетевой коммуникационный порт, таймеры, управляющие регистры, порты ввода-вывода).

Из трёх микропроцессоров два управляют сетевой передачей данных по протоколу LonTalk, а третий обслуживает прикладную часть ПО узла и взаимодействие с внешними устройствами через программируемый порт ввода-вывода. Микропроцессоры объединены внутренней шиной, синхронизация их работы осуществляется за счёт обращения к общим областям памяти данных.

Функции сетевого коммуникационного порта понятны из его названия. Для сопряжения процессора Neuron с внешним каналом связи используются приёмопередатчики, которые выбираются в соответствии с типом канала связи и подключаются к сетевому коммуникационному порту. Реализацией сетевых функций посредством данного порта управляет один из микропроцессоров.

Микросхема Neuron обеспечивает реализацию уровней 1-6 (Layer 1-

Layer 6) модели OSI, а уровень 7 (Layer 7 — уровень приложений и предоставления данных) реализуется прикладным ПО соответствующего процессора.

Внутренняя структура узла сети LonWorks показана на рис. 2.

Если мощность процессора Neuron оказывается недостаточной для выполнения требуемых функций, в составе узла сети LonWorks может быть использован дополнительный микроконтроллер, реализующий функции взаимодействия с внешними устройствами и оставляющий процессору Neuron только выполнение сетевых коммуникационных функций [1].

В этом случае порт ввода-вывода служит для связи процессора Neuron и дополнительного микроконтроллера с целью организации обмена данными по параллельному или последовательному интерфейсу. Кроме того, для расширения функциональных возможностей некоторых моделей Neuron допускается использование внешней памяти для хранения программ.

Уникальность адреса каждой микросхемы Neuron обеспечивается неповторяющимся 48-разрядным идентификационным кодом, записываемым в энергонезависимую память при производстве чипа.

Программное обеспечение процессора Neuron состоит из трёх разделов: системного, прикладного и коммуникационного [1].

Системное ПО загружается в ПЗУ при производстве. Оно обеспечивает работу сетевого протокола LonTalk и содержит библиотеку программных функций для управления портом ввода-вывода.

Прикладное ПО реализует набор функций самого устройства. Для каждого устройства должен существовать специальный файл с описанием типов переменных, их разрядности и имён. Этот файл необходим для правильной конфигурации устройства программным пакетом LonMaker.

Программное обеспечение создаётся на специальном языке Neuron-C. Но для системных интеграторов нет необходимости выполнять эту трудоёмкую работу, так как все устройства постав-

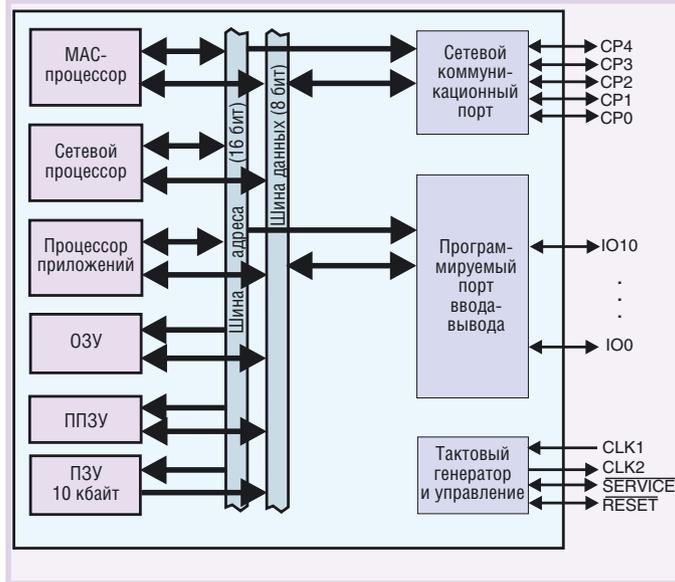


Рис. 1. Структура процессора Neuron

ляются с уже загруженным в них программным обеспечением и требуют только несложного конфигурирования.

СВОБОДА ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ

Необходимость наличия в каждом устройстве чипа Neuron значительно увеличивает стоимость системы, к тому же, несмотря на большой выбор устройств, часто бывает сложно подобрать нужный датчик или исполнительное устройство для конкретной задачи.

В таких случаях можно применять контроллеры узлов сети или программируемые контроллеры с набором модулей ввода-вывода. Удачным примером такого контроллера может служить контроллер 750-819 фирмы WAGO.

В этом контроллере чип Neuron используется только в качестве коммуникационного процессора, а обработка входных и выходных данных реализована на более мощном процессоре. Из-за модульной конструкции системы ввода-вывода данного контроллера он

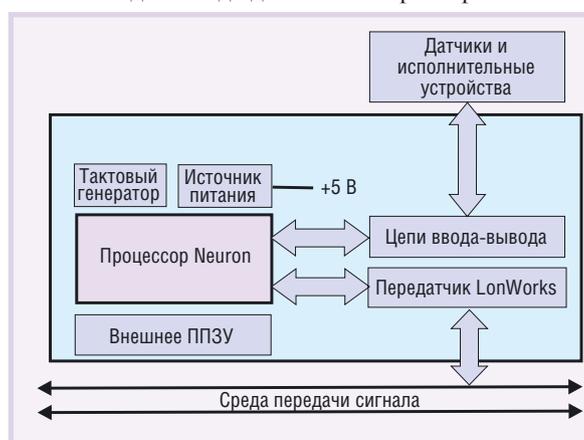


Рис. 2. Внутренняя структура узла сети LonWorks

не имеет заранее предустановленной конфигурации для подключения в сети LON. Чтобы упростить процесс создания программ, разработаны программные модули, реализующие большинство процессов регулирования и управления процессами в зданиях.

ИНСТРУМЕНТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LONMAKER

Для программирования сети в качестве инструментария используется программа LonMaker. Процесс программирования сети, несмотря на название, не требует от разработчика написания ни строчки кода — достаточно только установить связи между сетевыми переменными и настроить конфигурационные свойства. Программа LonMaker позволяет осуществлять значительное количество операций по управлению сетью, не обращаясь к другому инструментарию.

Она обеспечивает проектирование сети, ввод устройств в эксплуатацию (передачу программы на устройство), тестирование сети, тестирование устройств, создание отчётов по отдельным устройствам и сети в целом и многое другое.

Сетевая диаграмма, или программа сети, отображается в виде устройств и функциональных блоков. На диаграмме, приведённой в качестве примера на рис. 3, имеются четыре устройства: маршрутизатор RTR-1, два цифровых контроллера DIO-1 и DIO-2, а также датчик MDS-LON. Эти устройства соединены двумя физическими каналами Channel1 (IP) и Channel2 (TP/FT), разделёнными между собой маршрутизатором. К каналу IP присоединён компьютер LNS. Здесь же, на этой диаграмме, отображены имеющиеся на устройствах функциональные блоки и связи между ними. У каждого функционального блока обозначен набор входных и выходных сетевых переменных. Линиями обозначены связи между сетевыми переменными, образующие собственно программу сети.

Чтобы проиллюстрировать процесс инсталляции сети, приведём пример, в котором шаг за шагом поясняется создание показанной на рис. 3 сетевой диаграммы.

Предварительно запускается программа LonMaker. Она постро-

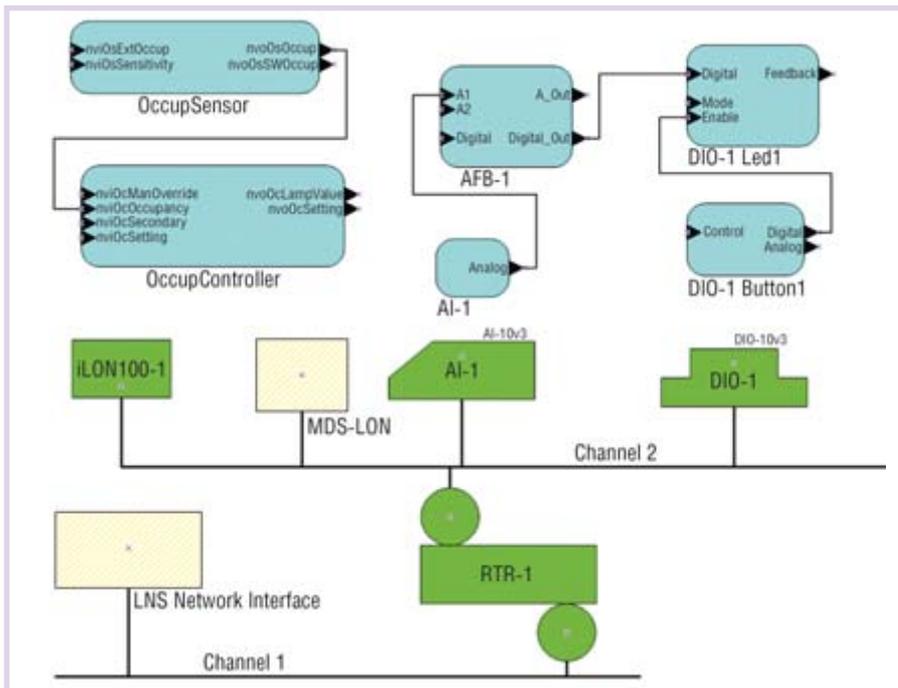


Рис. 3. Пример сетевой диаграммы

ена на основе программы MS Visio, поэтому имеет похожий интерфейс (рис. 4). Слева на экране имеется окно папок мастер-фигур. Мастер-фигуры соответствуют тому типу оборудования, которое будет использоваться в проекте. Мастер-фигуры и файлы внешнего интерфейса обычно поставляет производитель оборудования, либо их можно взять с сайта производителя или из каталога ассоциации LonMark. На верхней панели инструментов имеется специальное меню LonMaker, которое позволяет управлять всеми свойствами сети. При создании проекта автоматически формируется блок, отображающий в сети место сетевого инструментария, или ту точку, к которой присоединен используемый при проектировании компьютер.

Теперь при помощи программы LonMaker можно начинать программирование сети. Первым шагом создаётся канал LON TP/FT-10. В окне папок мастер-фигур надо открыть вкладку Basic Shapes (или Node Builder basic Shapes — в зависимости от конфигурации программного обеспечения), выбрать фигуру канала Channel и перетащить в окно проекта на чистый лист (рис. 5).

Затем точно так же, способом «перетащи и бросил», на втором шаге надо переместить с вкладки мастер-фигур шаблоны всех устройств, которые будут установлены в сети (рис. 6). Первым необходимо установить маршрутизатор, затем все остальные устрой-

ства. Сетевая диаграмма приобретёт показанный на рис. 3 вид. Все устройства логически присоединены к каналу.

На третьем шаге необходимо точно так же перетащить на диаграмму функциональные блоки (рис. 7). Напомним, что функциональные блоки — это графические изображения входов-выходов программ, заложенных в устройство. Функциональные блоки определяют внешний интерфейс устройства. Затем, перетаскивая шаблон коннектора, можно создать связи между сетевыми переменными.

На представленной диаграмме по нажатию кнопки Button1 включаются

лампочки DIO-1 Led1 и DIO-2 Led1. Это лампочки на различных устройствах. Осталось правильно определить конфигурационные свойства. Это делается при помощи специальных программ-плагинов, поставляемых вместе с устройствами.

На рис. 8 показано, как выглядит плагин, предназначенный для настройки контроллера освещения, а проще говоря, электрической лампочки с LON-интерфейсом. Здесь установлены стандартные параметры и в дополнение к ним введена задержка срабатывания 2 секунды. Пользователь может инвертировать сигнал, настроить работу входов разрешения, ввести фильтрацию сигнала и изменить алгоритм функционирования устройства (прямая передача, задержка, защёлка-триггер, импульс).

Если работоспособность устройства вызывает сомнения, его можно протестировать. На рис. 9 показано окно результатов тестирования устройства. В данном случае тестируется маршрутизатор RTR-1. Как видно из сообщения, тест прошел успешно, и устройство можно использовать в работе. Точно так же LonMaker может протестировать остальные устройства и выдать сводку о состоянии всей системы.

В данном примере показано, как LonMaker применяется для создания простых сетевых программ LonWorks. В результате сетевая программа написана, сконфигурирована и готова к работе. Конечно же, в сложных проектах

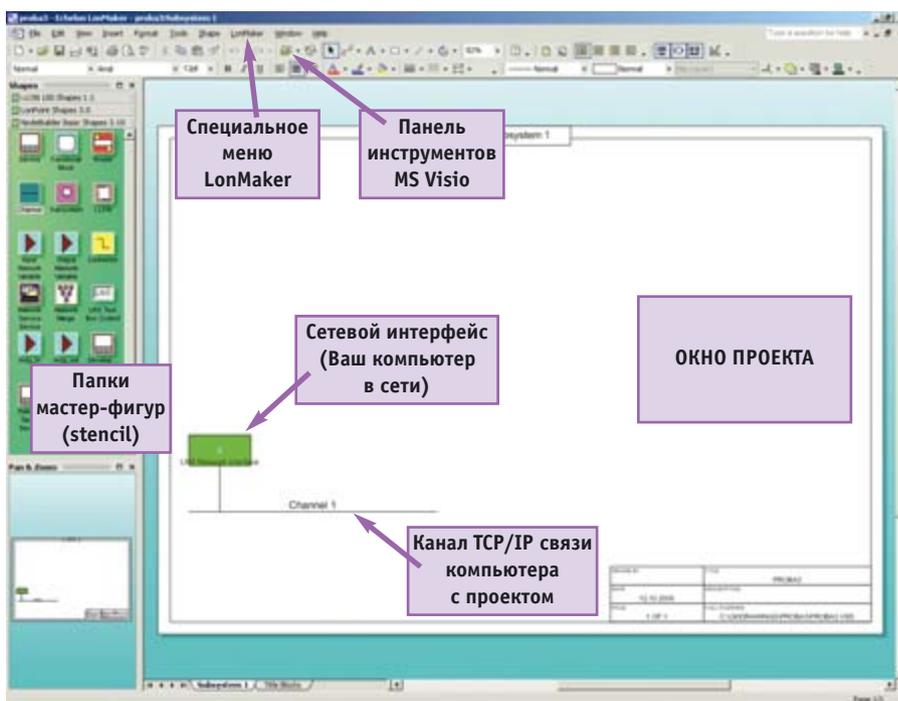


Рис. 4. Интерфейс программы LonMaker

формируются многостраничные схемы, разбитые на подсистемы, но принципы их программирования точно такие же, как в рассмотренном примере.

Возможности технологии LonWorks

Технология LonWorks не просто придаёт устройствам интеллект и способность работать по программе. Она открывает перед пользователем широчайшие возможности управления сетью. Эти возможности определяются, прежде всего, способностью устройств общаться «каждый с каждым», а также с человеком. Создав специальный интерфейс, мы получим возможность считывать информацию с любого устройства и управлять любым устройством. Любой пульт управления, любая панель могут управлять любой системой. Одинаковый кнопочный выключатель, в зависимости от конфигурации сети, может с равным успехом включать свет, запускать стиральную машинку, включать вентиляцию или ставить помещение на охрану.

Одним из самых простых LON-устройств является модуль ввода-вывода с LON-интерфейсом REG-M 8S 10A (рис. 10) производства SVEA. Этот модуль имеет независимое управление восемью группами нагрузок, восемь релейных выходов (нормально разомкнутые контакты, 10 А), ручное управление и светодиод (СИД) состояния для каждого выхода. Таким образом, дан-

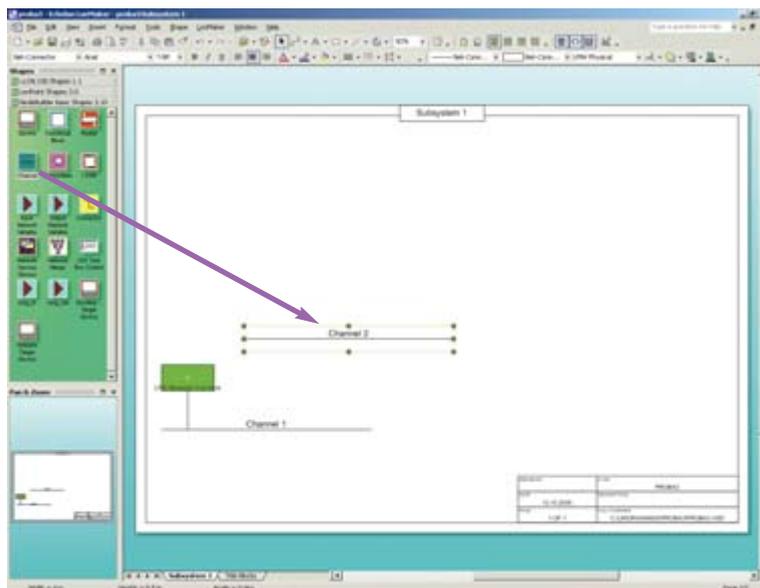


Рис. 5. Шаг первый: создание канала

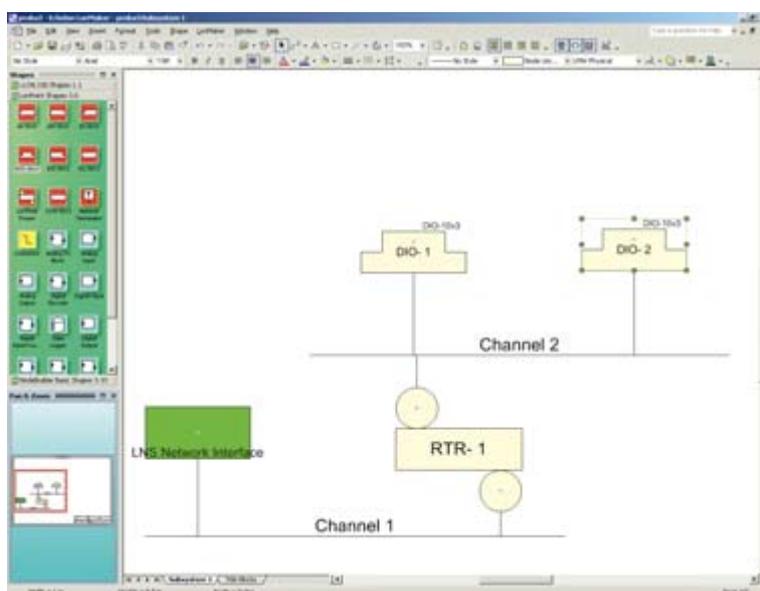


Рис. 6. Шаг второй: перемещение шаблонов устройств

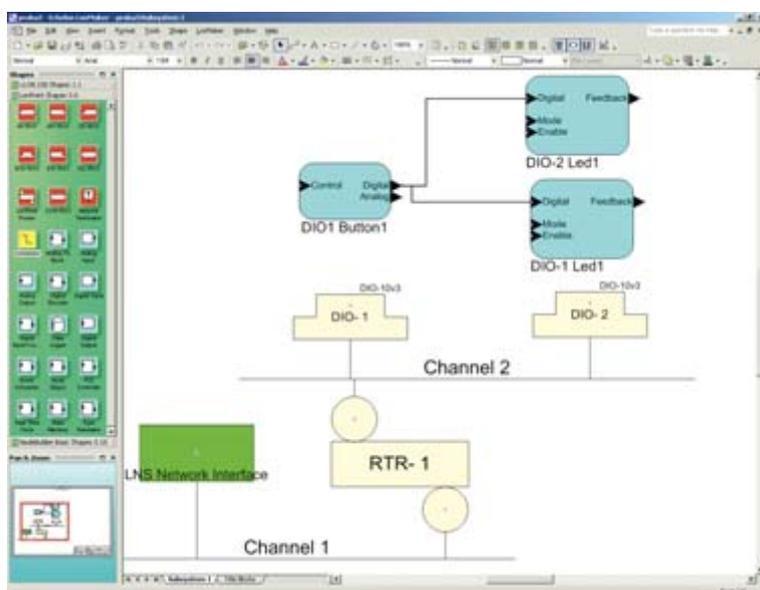


Рис. 7. Шаг третий: работа с функциональными блоками, формирование связей

ное устройство способно управлять 8 группами освещения в доме.

Если возникает необходимость управлять иным количеством нагрузок, в ассортименте изделий с LON-интерфейсом имеются контроллеры с числом релейных выходов от 2 до 16. Устройство с 2 выходами можно встроить непосредственно в осветительный прибор. Существуют модификации, которые устанавливаются на DIN-рейку, и модификации, встраиваемые в распаечную коробку. Например, компания Thermokon выпускает устройство DI4RO2, которое имеет 4 цифровых входа и 2 релейных выхода. Всё устройство монтируется в коробке прямо за потолком на электрической линии. На его основе из обычного светильника можно сделать светильник интеллектуальный, способный подстраиваться под освещение по заданной программе.

Для управления освещением существуют также диммеры с LON-интерфейсом. В паре с датчиком освещённости диммер может точно поддерживать заданное освещение на рабочем месте или в комнате.

Интересным решением компании SVEA является мультисенсор ILA-22. Это устройство с LON-интерфейсом, содержащее в сети датчик освещённости, датчик присутствия и ИК-приёмник сигнала. Используя датчики присутствия и освещённости в комплекте с модулями управления, можно построить качественную систему управления освещением. В комплект мультисенсора также входит ИК-пульт. Различные кнопки пульта настраиваются на различные функции, и хозяин помещения может управлять освещением, положением жалюзи, кондиционером и вентиляцией, не вставая с места.

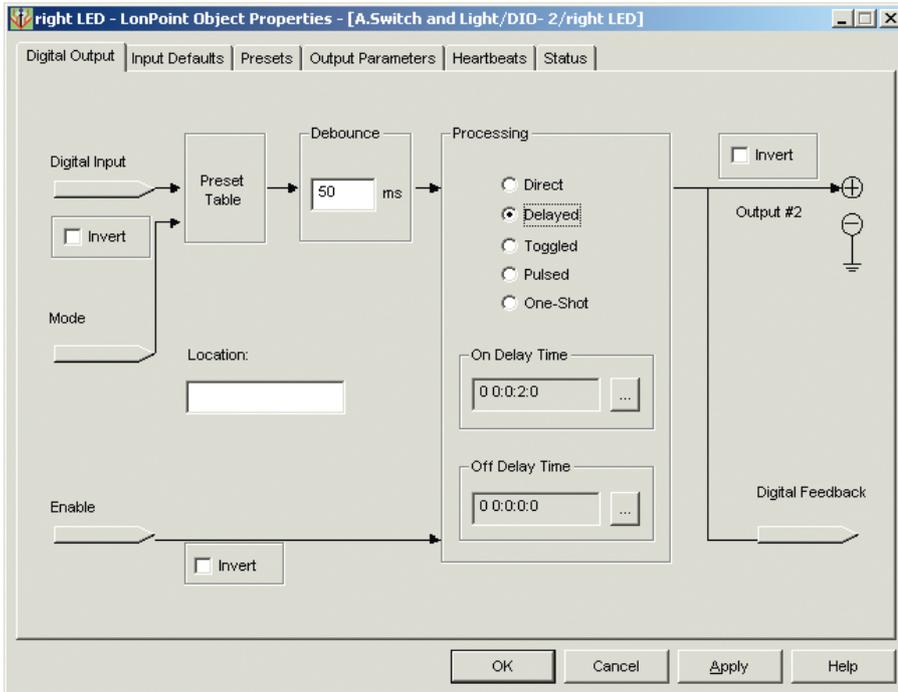


Рис. 8. Пример плагина для настройки контроллера освещения

Более сложными LON-устройствами являются разнообразные комнатные панели управления. Их выпускает огромное количество компаний, и каждая панель отличается по функциям и дизайну.

Одной из простейших является панель SVEA LonWorks ARTEC. Она имеет 4 независимые кнопки и светодиод индикации работы. Кнопки могут работать попарно, а могут и независимо. Например, кнопка 1 может включать/выключать свет, кнопка 2 опускать/поднимать жалюзи, а пара кнопок 3 и 4 — повышать и понижать темпера-

туру соответственно. Возможности программирования зависят только от фантазии исполнителя.

Значительно более сложной является комнатная панель управления Thermonkon WRF08 2T (рис. 11). Здесь имеются 8 клавиш, жидкокристаллический индикатор, встроенный датчик температуры и 4 дополнительные кнопки. Индикатор отображает текущую или установленную температуру, присутствие человека в помещении, режимы нагрева или охлаждения помещения и мощность фанкойла. Если необходимо,

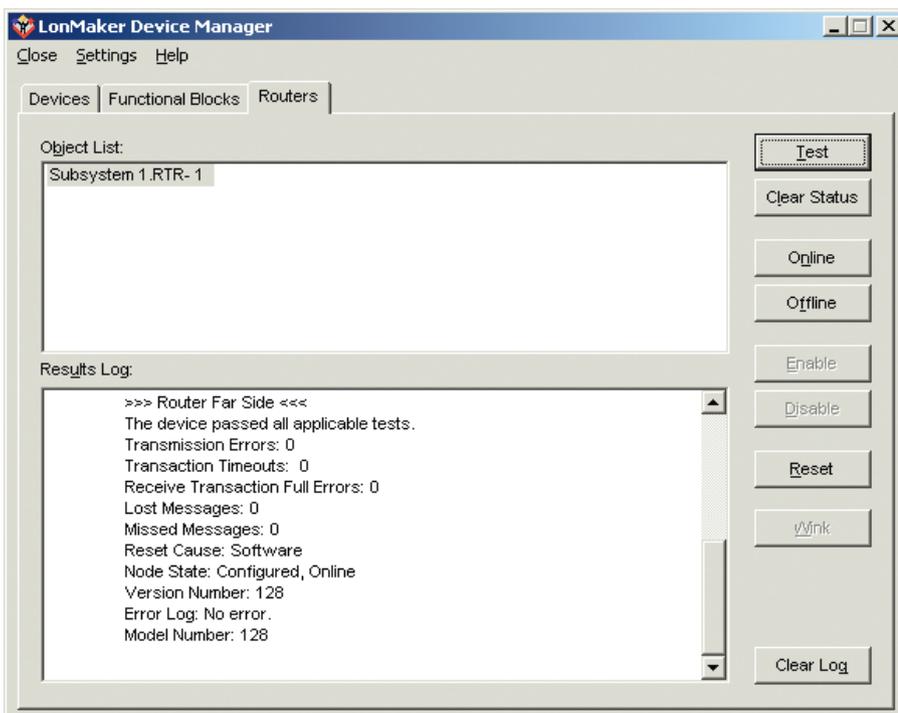


Рис. 9. Окно результатов тестирования устройства

панель может отображать и данные с метеостанции. Данная панель способна полностью управлять всеми системами в помещении: освещением, жалюзи, кондиционером, отоплением, вентиляцией, системами контроля доступа и охранной сигнализации. Для подбора дизайна панели существует комплект сменных декоративных рамок. Вместо целого ряда пультов управления на стене можно иметь одну такую панель.

В случае, когда интеллектуальной мощности обыкновенных устройств недостаточно, применяются специализированные контроллеры. Самыми сложными среди них являются контроллеры со свободным программированием.

В качестве примера можно привести универсальный контроллер FX15 фирмы Johnson. Это высокоэффективный контроллер, разработанный для модулей кондиционирования закрытых помещений, модулей управления вентиляцией, управления вентиляционными заслонками и т.п. Он обслуживает до 26 точек ввода-вывода, может иметь встроенный или удаленный дисплей. Контроллер программируется на специальном языке и способен производить достаточно сложную обработку информации, в частности, поддерживать несколько PID-регуляторов.

Свободно программируемые контроллеры выпускает и ряд других фирм. Это, прежде всего, WAGO, TAC Xenta и многие другие.

Важнейшей частью сети являются системообразующие элементы — серверы и маршрутизаторы. Маршрутизаторы для сетей LON тоже выпускаются многими компаниями. Это могут быть и простые маршрутизаторы LON-LON, и сложные маршрутизаторы LON-IP. Например, фирма SVEA выпускает маршрутизаторы с 2 выходами TP/FT-10, реализующие функции репитеров и непосредственно маршрутизаторов, а также более сложные устройства, имеющие выходы 4 TP/FT-10 и 1 TP-1250 и предназначенные для организации магистральной структуры.

Мощный маршрутизатор TP/FT-LON/IP выпускает компания Echelon. Данное устройство может служить для построения магистралей очень высокой производительности и управления сетями через Интернет.

Интереснейшим устройством является web-сервер i.LON-100 этой же компании (рис. 12). Он имеет выходы LON и Ethernet, 4 релейных выходов и 4 входа

счётчиков. Модели версии e3 могут служить маршрутизаторами LON/IP.

Являясь полноценным web-сервером, данное устройство позволяет загружать странички в формате HTML по протоколу FTP, а затем эти странички становятся доступны пользователю по протоколу HTTP. Сервер превращается в нормальный узел, имеющий собственный IP-адрес. Доступ к нему может быть или свободным, или ограниченным паролем, отдельным для каждого пользователя. В качестве переменных в тегах могут выступать сетевые переменные сети LON. Точно так же сетевые переменные можно подставлять в java-скрипты. Соответственно, сервер способен обеспечить мониторинг и управление всеми точками сети. Кроме того, в нём можно запрограммировать отслеживание аварий, и в этом случае требуемые сообщения будут рассылаться по электронной почте.

Сервер i.LON-100, имеющий небольшие габариты и малый вес, крепится на DIN-рейку в обычный щиток, не требуя специального шкафа. При этом он может обеспечивать интерфейсом несколько десятков пользователей.

Для такого устройства существует множество применений. В качестве примеров рассмотрим некоторые из них. Во-первых, мониторинг и управление личным помещением (квартирой или домом): сервер собирает информацию от инженерных систем и систем безопасности и отправляет пользователю через Интернет, человек видит состояние



Рис. 10. Модуль ввода-вывода REG-M 8S 10A

своего жилища в любой момент времени и может управлять им. Во-вторых, web-интерфейс на рабочем месте в офисе: на компьютере пользователя создаётся собственный сайт, который позволяет управлять всеми системами кабинета или помещения в целом (выставлять необходимую освещённость, принудительно включать и выключать освещение, управлять жалюзи и дверными замками и т.д.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большой выбор устройств со встроенным интерфейсом LON и готовым программным обеспечением значительно упрощает и ускоряет процесс разработки и инсталляции систем автоматизации зданий. Особенно важно то, что высокая степень готовности таких систем позволяет выполнять монтажные работы силами среднего технического персонала и привлекать высококвали-



Рис. 11. Комнатная панель управления Thermokon WRF08 2T



Рис. 12. Web-сервер i.LON-100

фицированных специалистов только на этапе конфигурирования и отладки систем.

В номенклатуре изделий, поставляемых фирмой ПРОСОФТ, представлен полный спектр устройств с интерфейсом LON компаний WAGO и Thermokon. А освоить основы построения сетей

на базе интерфейса LON и получить практические навыки программирования систем с помощью пакета LonMaker можно на курсах учебного центра «АРМО», который имеет официальный сертификат компании Echelon. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Дитрих Д., Лой Д., Швайцнер Г.-Ю. LON-технология. Построение распределённых приложений / Пер. с нем. под ред. О.Б. Низамутдинова. — Пермь: Звезда, 1999. — 424 с.

Авторы — сотрудники учебного центра «АРМО», телефон: (495) 787-3336/3337, фирмы ПРОСОФТ, телефон/факс: (495) 234-0636/0640 E-mail: info@prosoft.ru