

Локальные беспроводные сети ZigBee: автоматизация зданий и промышленных объектов



В статье описывается переход от кабельных линий связи к беспроводным каналам передачи данных в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации. Предлагаемое решение основано на локальных беспроводных сетях ZigBee, развертываемых на базе модемов и коммуникационного ПО AnCom.

ООО «Аналитик-ТС», г. Москва

Беспроводная связь в промышленности

Беспроводные технологии прочно укоренились в нашей повседневной жизни: Интернет мы подключаем через Wi-Fi, 3G и 4G, звук и периферию – через Bluetooth, пользуемся DECT- и GSM-телефонией. Отказ от проводов дает массу преимуществ: быстроту и легкость развертывания, реструктуризации и масштабируемости сетей, мобильность, уменьшение расходов на прокладку кабелей связи, общую эстетичность помещений, в которых больше не лежат спутанные провода.

Кроме того, применение беспроводных технологий позволяет развертывать сети передачи данных в местах, не предполагающих проведения кабельных работ, скажем, в силу особенностей конструкции, по соображениям безопасности, при отказе арендатора или по каким-либо другим причинам.

Разумеется, технологии беспроводной передачи обладают рядом недостатков, которые, однако, в той или иной степени устраняются в современных стандартах беспроводной связи.

Но если в повседневной жизни внедрение беспроводных технологий идет в ногу с техническим прогрессом, то в промышленности прокладка кабельных линий, несмотря на значительные материальные и временные затраты, до сих пор является основным способом обеспечения связи с удаленными объектами автоматизации и диспетчеризации.

Тем не менее беспроводная связь завоевывает все более проч-

ные позиции и в этой сфере, во многом за счет совершенствования стандартов, а также благодаря своим неоспоримым преимуществам, которые в промышленных системах автоматизации и диспетчеризации играют новыми красками. Полный отказ или сокращение числа кабельных линий, ведущих к контроллерам, датчикам, измерительным приборам и управляющим устройствам, значительно снижают временные и финансовые издержки на этапах проектирования, развертывания и эксплуатации сети. Масштабируемость и гибкость беспроводной сети существенно облегчают жизнь при реструктуризации промышленного предприятия и его расширении, в том числе при переезде.

Кроме того, именно в промышленности прокладка кабелей связи зачастую невозможна либо попросту лишена смысла: из-за больших расстояний между многочисленными объектами автоматизации, непреодолимых препятствий, сложностей, возникающих при получении разрешения на проведение земляных работ, из-за использования «путешествующих» по различным производственным площадкам передвижных или временных установок.

Стандарт ZigBee

Сегодня, если необходимо организовать доступ со стороны управляющего терминала к географически распределенным объектам (контроллерам, датчикам, измерительным приборам), единственная реальная альтернатива проводным

каналам – сети сотовой связи. Управляющим терминалом, как правило, является сервер или персональный компьютер, подключенный к сети Интернет, в то время как удаленные объекты подключены к специализированным промышленным GPRS-модемам, формирующим GPRS-интернет каналы связи с управляющим терминалом.

Для постоянной связи между двумя территориально удаленными объектами (радиоудлинитель) используется локальная сеть мобильного оператора; оба объекта подключаются к ней через GPRS-модемы [1].

Зависимость от капризов мобильных операторов и плата за трафик в этом случае – небольшая цена за оперативно развертываемую сеть на базе готовой инфраструктуры оператора сотовой связи, с удаленным доступом к территориально разнесенным объектам.

Однако в условиях плотного расположения объектов автоматизации – в пределах завода, склада, промрайона, железнодорожной станции или порта – целесообразно использовать собственные локальные (персональные) беспроводные радиосети, не требующие платы за трафик.

Ситуация здесь схожа с нашим повседневным сетевым окружением: так же, как мы объединяем в единую сеть ноутбук, медиacentр, коммуникатор и даже телевизор по технологии Wi-Fi, можно, отказавшись от проводных каналов, связать между собой и с управляющим терминалом разнообразные контроллеры, датчики, измерительные приборы и управляющие устройства.

Таблица 1. Преимущества ZigBee сети в задачах промышленной автоматизации

Преимущества	GSM	Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee
Дальность действия на разрешенной мощности	Сплошное информационное покрытие	10...100 м между slave и мастер	10...100 м между slave и мастер	90...4000 м между соседними узлами сети
Автоматическая ретрансляция данных между узлами сети	Не требуется	– «звезда»	– «звезда»	+ «mesh»
Поддержка сетей большого размера	Любое количество точек	до 256 точек	до 7 точек	до 65536 точек
Малое энергопотребление	–	–	+	+
Недорогое исполнение	–	–	+	+
Бесплатный трафик	–	+	+	+

Конечно, Wi-Fi, как и Bluetooth, можно использовать в системах промышленной автоматизации, однако существует специализированный стандарт, изначально нацеленный на персональные беспроводные информационные сети в системах коммерческой, промышленной и домашней автоматики. Это стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee). В отличие от сетей соговой связи общего пользования, ZigBee, так же как Bluetooth и Wi-Fi, является персональной радиосетью (табл. 1). При этом, работая на достаточных для систем промышленной автоматизации скоростях, ZigBee обеспечивает более высокую дальность передачи сигнала (до 90 м внутри помещений и до 4 км в зоне прямой видимости между соседними узлами), низкое энергопотребление, безопасную и надежную передачу данных [2].

Основная особенность технологии ZigBee заключается в том, что она позволяет создавать беспроводные сети с ячеистой (mesh) топологией, то есть с автоматической ретрансляцией и маршрутизацией данных: даже если удаленные объекты автоматизации¹ «не видят» управляющий терминал² напрямую, канал связи будет проложен через соседние узлы сети (рис. 2, 3, 4, 5).

В стандарте ZigBee также устранены некоторые недостатки, свойственные беспроводной передаче в целом. Безопасность сети обеспечивается механизмами, закрывающими ее для добавления новых устройств, идентификаторами сети, а также надежными алгоритмами шифра-

ции. Энергопотребление ZigBee-модулей – одно из достоинств стандарта: при развертывании сетей большого размера дополнительные затраты на расход энергоресурсов минимальны. Правовые аспекты использования беспроводного оборудования стандарта ZigBee также решены: определена³ допустимая

мощность для персональных радиосетей на основе технологии ZigBee (2400–2483,5 МГц) – 100 мВт для применения внутри зданий, складских помещений и производственных территорий. Использовать ZigBee (100 мВт) вне помещений разрешено для сбора информации телеметрии в составе автоматизированных систем контроля и учета ресурсов или систем охраны. Пропускная способность стандарта является достаточной в сферах его применения (автоматизация производства и логистики, промышленная автоматизация технологических процессов (АСУ ТП), диспетчеризация в системах ЖКХ, коммерческий учет энергоресурсов (АСКУЭ), системы сигнализации и безопасности и т. п.).

Таблица 2. Преимущества ZigBee-модемов AnCom

Возможности AnCom	Комментарии
Развертывание сети	• программная поддержка технологии развертывания сети
Пусконаладка модемов	• настроенные, введенные в сеть и готовые к работе модемы-маршрутизаторы (для подключения к объектам автоматизации) и модем-координатор (для подключения к управляющему терминалу); • для дополнительных настроек и ввода новых модемов в сеть используются комплектные технологические утилиты
Стандартизация интерфейсов на стороне объектов автоматизации – подключение модемов-маршрутизаторов к приборам с последовательным интерфейсом	• к контроллерам, корректорам и измерительным приборам по интерфейсу RS-232C/RS-485; • прозрачный канал связи; • поддержка Modbus RTU
Стандартизация интерфейсов на стороне объектов автоматизации – подключение модемов-маршрутизаторов к датчикам и реле	• к дискретным датчикам охранно-пожарной сигнализации; • к аналоговым датчикам давления, температуры, CO2 и т. п. (аналоговые измерения напряжения 0...2 В и тока 4...20 мА); • к входам управления реле (вкл/выкл нагрузки); • выход питания датчиков/реле, мониторинг и управление состоянием входов/выходов модема по протоколу Modbus
Стандартизация интерфейсов на управляющем терминале – подключение модема-«координатора»	• к диспетчерскому ПК или серверу по USB (через конвертер); • к управляющему контроллеру по интерфейсу RS-232C/RS-485; • к управляющему реле через входы типа «сухие контакты»
Организация доступа ПО управляющего терминала к удаленным объектам	• адресный доступ к интерфейсам объектов автоматизации (RS-232C/RS-485), а также к аналоговым/дискретным входам и выходам модемов-маршрутизаторов обеспечивается: • со стороны диспетчерского ПО, в том числе SCADA, на диспетчерском ПК или сервере (OS Windows) – по выделенным TCP- или COM-портам, через комплектный программный коммуникационный сервер AnCom Server RM (служба OS Windows); • либо со стороны внутреннего ПО управляющего контроллера по протоколу Modbus RTU – через встроенную в модем-координатор настраиваемую таблицу соответствия Modbus RTU и сетевых ZigBee адресов
Поддержка разных вариантов построения ZigBee-сетей	• адресный доступ к объектам автоматизации со стороны диспетчерского ПО (OS Windows); • адресный доступ управляющего контроллера к объектам автоматизации по Modbus RTU (Master → 1...32 Slave, неразрывные пакеты данных до 255 байт); • ширковещательная ретрансляция данных из управляющего контроллера объектам автоматизации (неразрывные пакеты данных до 84 байт); • двухканальный адресный повторитель состояния контактов (Master → 1...32 Slave)
Использование полнофункционального модуля стандарта ZigBee Pro	• простота развертывания сетей большого размера; • дальность передачи сигнала между соседними модемами составляет от 90 м внутри помещений до 4 км в зоне прямой видимости; • автоматическая ретрансляция данных внутри сети;
Промышленное исполнение	• крепление на DIN-рейку; • подключение внешней (в том числе антивандальной) антенны; • светодиодная индикация режимов работы и сетевой активности; • рабочий диапазон температур: –40...+70 °C
Встроенный адаптер первичного питания	• ~ 85...264 В, = 110...370 В; • или = 9–36 В
Подключение шлюза к модему-координатору для доступа в сеть из территориально удаленного управляющего терминала (необязательно)	• шлюз RS-232C/Ethernet связывает ZigBee модем-координатор и роутер локальной сети предприятия; доступ в сеть ZigBee из удаленного управляющего терминала осуществляется по технологии Ethernet; • шлюз в виде GSM-модема AnCom RM подключается к ZigBee модему-координатору и через GPRS/Internet устанавливает связь с управляющим терминалом (ПК или сервер), подключенным к Интернету (статический публичный IP); • шлюз в виде GSM-модема AnCom RM подключается к ZigBee модему-координатору и через GPRS/Internet устанавливает связь с управляющим терминалом (управляющий контроллер), также подключаемым к GSM-модему AnCom RM (SIM-карта со статическим локальным IP-адресом); • шлюз в виде конвертера RS-232C/Bluetooth связывает ZigBee модем-координатор и управляющий терминал (например, ноутбук или планшет) по каналу Bluetooth

¹ Объекты автоматизации подключены к сети ZigBee через приемопередатчики типа «маршрутизатор».

² Управляющий терминал подключен к сети ZigBee через приемопередатчик типа «координатор».

³ Решение ГКРЧ от 19 августа 2009 г. № 09-04-07 (Приложение № 1).



Рис. 1. ZigBee Pro-модем AnCom RZ/B. Крепление на DIN-рейку; диапазон температур: -40...+70 °C

Промышленные ZigBee-модемы AnCom

Полуфабрикаты в виде ZigBee-приемопередатчиков без программной поддержки процесса развертывания сети и маршрутизации потоков данных между объектами автоматизации и управляющим терминалом — не более чем любопытная игрушка для энтузиастов.

Компания ООО «Аналитик-ТС» (торговая марка AnCom), учтя печальный опыт российских и зару-

бежных коллег, предлагает законченное решение: технология развертывания локальной сети ZigBee и добавления новых узлов представлена в виде программно-аппаратного комплекса «ZigBee модемы AnCom (рис. 1) + программная поддержка технологии развертывания сети + утилиты для пусконаладки».

Пользователю предлагается уже готовое решение, позволяющее не расходовать время и ресурсы на создание собственного инструментария обмена данными внутри сети (табл. 2).

Варианты построения ZigBee-сетей на основе решений AnCom

Решение вопросов поддержки различных объектов промышленной автоматизации и управляющих терминалов привело к появлению нескольких вариантов построения ZigBee-сетей на базе модемов AnCom.

Адресный доступ к объектам автоматизации со стороны диспетчерского ПО (ОС Windows)

Адресный доступ к объектам автоматизации со стороны диспетчерского ПО (например, SCADA)

организуется комплектным программным коммуникационным сервером AnCom Server RM (служба Windows, графический пользовательский интерфейс, маршрутизация потоков данных между интерфейсами удаленных объектов и TCP/COM-портами диспетчерского ПО, конвертер Modbus TCP ↔ Modbus RTU, регистрация данных и событий в журнале, контроль соединения).

AnCom Server RM позволяет автоматизировать процесс развертывания локальной беспроводной сети ZigBee. Для доступа к интерфейсам RS-232C/RS-485 объектов автоматизации, а также для доступа к аналоговым и дискретным входам/выходам модемов-маршрутизаторов по протоколу Modbus, диспетчерскому ПО выделяются соответствующие TCP- или COM-порты (рис. 2).

Подобная структура системы характерна для следующих задач:

- ▶ учет электроэнергии, воды, тепла и газа;
- ▶ диспетчеризация и мониторинг в системах ЖКХ (АСКУЭ, АСКУПЭ);
- ▶ удаленный контроль процессов и оборудования;
- ▶ мониторинг окружающей среды.

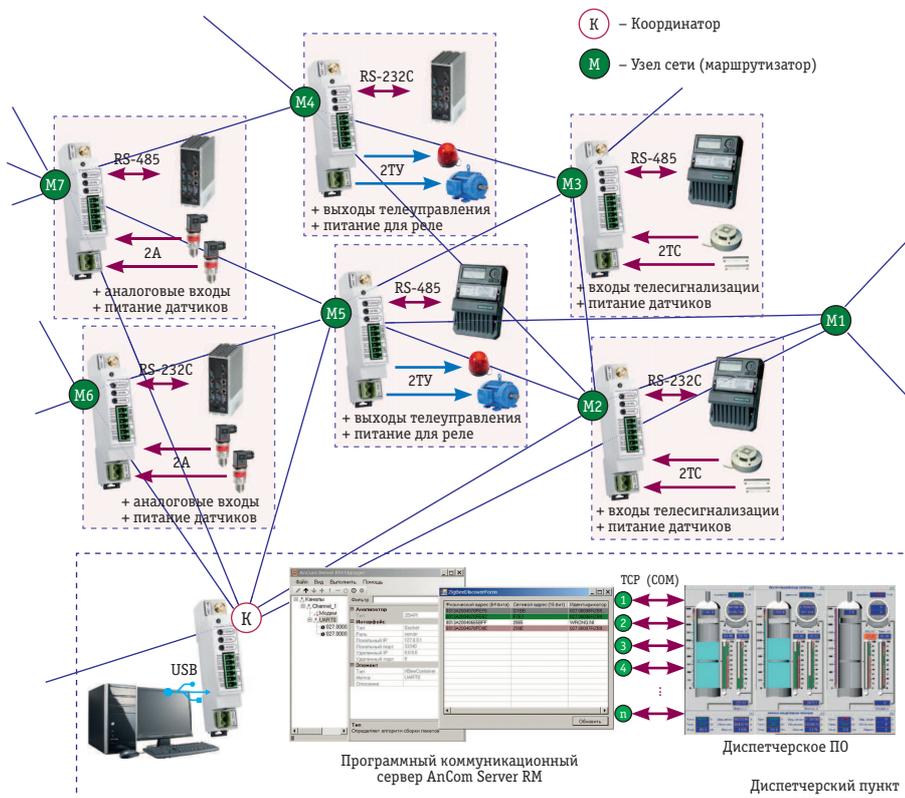


Рис. 2. Адресный доступ к объектам автоматизации со стороны диспетчерского ПО (ОС Windows)

Адресный доступ управляющего контроллера к объектам автоматизации по Modbus RTU

Адресный доступ к объектам автоматизации (Slave) со стороны управляющего Modbus-контроллера (Master) обеспечивается встроенной в модем-координатор настраиваемой таблицей соответствия Modbus RTU и сетевых ZigBee-адресов. Modbus-пакеты адресуются как портам RS-232C/RS-485 объектов автоматизации (Slave), так и аналоговым и дискретным входам/выходам модемов-маршрутизаторов. Данные от объектов автоматизации (Slave) и аналоговых/дискретных входов модемов перенаправляются в управляющий контроллер (Master). Компьютер и коммуникационное серверное ПО не требуются (рис. 3).

Подобная структура системы характерна для следующих задач:

- ▶ автоматизация производства и логистики;
- ▶ промышленная автоматизация технологических процессов (АСУ ТП);
- ▶ создание систем сигнализации и безопасности;

- ▶ создание систем отопления, вентиляции, кондиционирования;
- ▶ управление «умным домом».

Широковещательная ретрансляция данных из управляющего контроллера объектам автоматизации

Ретрансляция пакетов данных со стороны управляющего контроллера (Master) всем объектам автоматизации (Slave), подключенным к модемам-маршрутизаторам, обеспечивается модемом-координатором с прозрачным широковещательным доступом. Данные от объектов автоматизации (Slave) перенаправляются в управляющий контроллер (Master). Компьютер и коммуникационное серверное ПО не требуются (рис. 4).

Подобная структура системы характерна для следующих задач:

- ▶ автоматизация производства и логистики;
- ▶ промышленная автоматизация технологических процессов (АСУ ТП);
- ▶ создание систем отопления, вентиляции, кондиционирования;
- ▶ управление «умным домом».

Двухканальный адресный повторитель состояния контактов

Адресная ретрансляция состояний контактов ведущего устройства (Master) ведомым объектам (1...32 Slave), подключенным к модемам-маршрутизаторам, обеспечивается с помощью модема-координатора и настраиваемой таблицы соответствия (список маршрутизаторов в сети, которым ретранслируются состояния контактов). Компьютер и коммуникационное серверное ПО не требуются (рис. 5).

Подобная структура системы характерна для следующих задач:

- ▶ создание системы сигнализации и безопасности;
- ▶ управление «умным домом»;
- ▶ промышленная автоматизация технологических процессов (АСУ ТП).

Шлюзы удаленного доступа в сеть ZigBee

Если управляющий терминал установлен вне зоны покрытия ZigBee-сети и подключенный к терминалу модем-координатор не может «достать» до ближайших модемов-маршрутизаторов, целе-

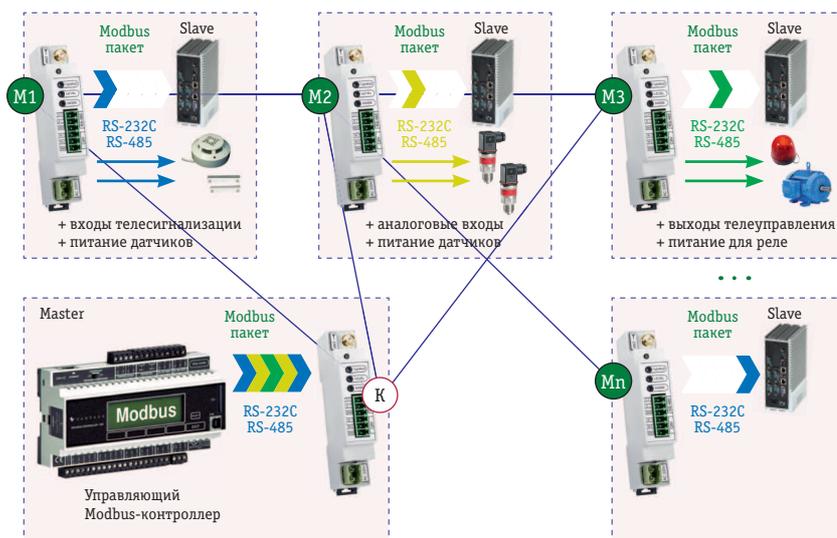


Рис. 3. Адресный доступ управляющего контроллера к объектам автоматизации по Modbus RTU (Master → 1...32 Slave, неразрывные пакеты данных до 255 байт)

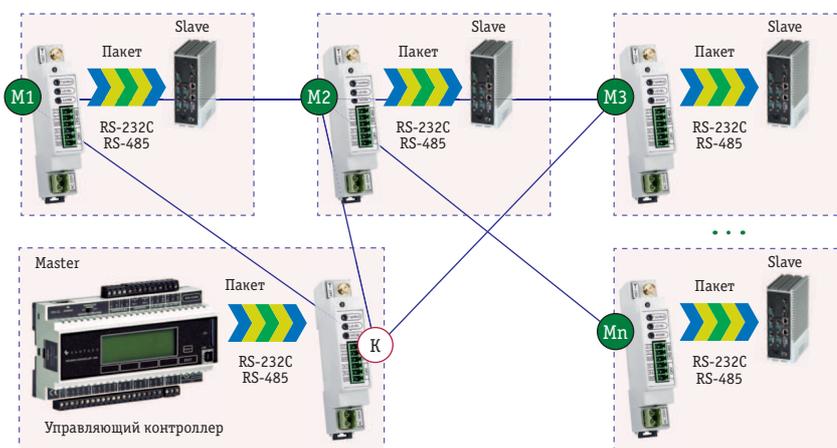


Рис. 4. Широковещательная ретрансляция данных из управляющего контроллера объектам автоматизации (неразрывные пакеты данных до 84 байт)

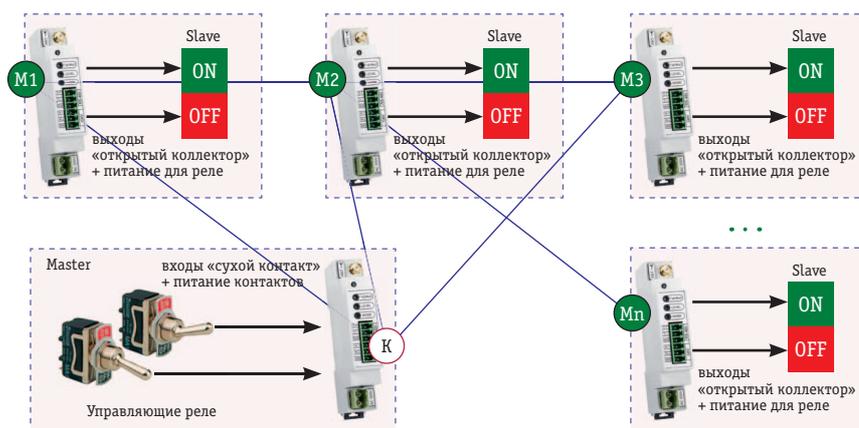


Рис. 5. Двухканальный адресный повторитель состояния контактов (Master → 1...32 Slave)

сообразно использовать шлюзование. В этом случае модем-координатор подключается к шлюзу, который, в свою очередь, организует канал связи с удаленным управля-

ющим терминалом, реализуя доступ последнего в ZigBee-сеть:

- ▶ модем-координатор подключается к GPRS-модему AnCom RM для организации доступа в сеть ZigBee

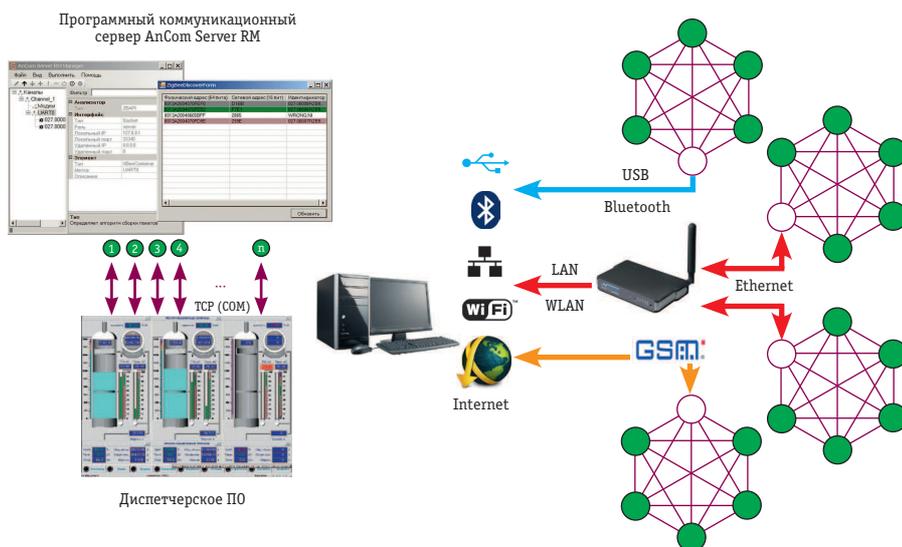


Рис. 6. Шлюз удаленного доступа в сеть ZigBee: подключение модема-координатора (пример для систем с адресным доступом к объектам автоматизации со стороны диспетчерского ПО Windows)

из удаленного управляющего терминала (ПК или сервер), подключенного к сети Интернет (статический публичный IP-адрес) (рис. 6);

▸ либо модем-координатор подключается к GPRS-модему AnCom RM для организации доступа в сеть ZigBee из удаленного управляющего терминала (управляющий контроллер), также подключенного к GPRS-модему AnCom RM (SIM-карта со статическим локальным IP-адресом);

▸ либо модем-координатор подключается к роутеру локальной сети предприятия (через конвертер Ethernet/RS-232C) для организации доступа в сеть ZigBee из удаленного управляющего терминала, также подключенного к локальной сети по Ethernet или Wi-Fi (рис. 6);

▸ либо модем-координатор через конвертер RS-232C/Bluetooth устанавливает связь с управляющим терминалом (например, ноутбук или планшет) по каналу Bluetooth (рис. 6).

В системах с адресным доступом к объектам автоматизации со сто-

роны диспетчерского ПО Windows используемое на диспетчерском компьютере или сервере коммуникационное ПО AnCom Server RM поддерживает одновременную работу с несколькими ZigBee-сетями, причем с возможностью организации различных вариантов доступа к модемам-координаторам: как напрямую через COM (USB)-порт диспетчерского ПК, так и путем шлюзования через Ethernet, либо сотовые сети связи – с помощью GSM-модемов.

Заключение

ZigBee-модемы AnCom в комплекте с ПО для развертывания и последующего расширения сети позволяют оперативно спроектировать и построить локальную беспроводную радиосеть в нелицензируемом диапазоне частот (бесплатный трафик), объединив разнесенные по территории завода, склада, промрайона, железнодорожной станции или порта объекты промышленной автоматизации: контроллеры, датчики, реле и управляющие терми-

налы. Технологические утилиты для пусконаладки, простота настройки, антивандальные внешние антенны, удобное крепление на DIN-рейку, встроенный адаптер первичного питания – все это также позволяет упростить процедуру инсталляции модемов AnCom, в том числе избежать нарушения производственного процесса.

Кабельные материалы расходуются лишь на то, чтобы подвести модемам питание. Уходит в прошлое масса проблем, связанных с проводкой и эксплуатацией кабельных линий связи: чрезмерные затраты и ошибки при прокладке кабеля между многочисленными объектами автоматизации, трудоемкие и путаные разводки и кроссировки, обслуживание и устранение обрывов, сложности при согласовании земляных работ и их проведении, непреодолимые препятствия, использование в системе «дрейфующих» передвижных/временных либо просто высоких установок, перепрокладка сетей при переезде или реструктуризации.

Сокращение кабельных линий связи на производственных площадках или полный отказ от них в пользу масштабируемых и гибких беспроводных ZigBee-сетей на основе решений AnCom значительно снизит временные и финансовые затраты на этапах проектирования, развертывания, эксплуатации и последующей модернизации сети.

Литература

1. Дианов И., Яманов А. Комплексные решения по GPRS-связи в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации // «Беспроводные технологии». 2010. № 4.
2. А. Д. Яманов, Д. А. Алевский, А. Е. Плеханов. Технология развертывания локальных беспроводных радиосетей ZigBee в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации // «ИСУП». 2011. № 6 (36). С. 26–32.

А. Д. Яманов, к. т. н., менеджер по продукции,
Д. А. Алевский, инженер-схемотехник,
А. Е. Плеханов, инженер-программист,
ООО «Аналитик-ТС», г. Москва,
тел.: (495) 775-6011,
e-mail: info@analytic.ru
www.analytic.ru