

ПРИНЦИПЫ БЕСПРОВОДНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ ПО СТАНДАРТУ 802.11n

НАРАСИМХАН ВЕНКАТЕШ (NARASIMHAN VENKATESH), вице-президент, отд. передовых технологий, Redpine Signals

В статье рассматривается вопрос об интеграции модуля беспроводной связи стандарта IEEE 802.11n во встраиваемые системы для обеспечения универсальной IP-сети в рамках концепции «Интернет вещей».

Каждая встраиваемая система в миллиардах окружающих нас электронных устройств решает конкретную задачу в широком ряду приложений — например, в приборах медицинской диагностики и для геологических исследований, системах видеонаблюдения, кассовых аппаратах и т.д. Во всех этих приборах применяются микроконтроллеры (МК), многие из которых взаимодействуют с внешним миром — с другими устройствами или системами управления. Беспроводная связь обеспечивает большую гибкость встраиваемым системам, во многих случаях являясь единственным возможным средством коммуникации.

СТАНДАРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Типовая архитектура встраиваемой системы представлена на рисунке 1. Основные функциональные возможности по управлению реализованы в МК, а специализированные аппаратные интерфейсы и периферия обеспечивают специальные функции, требующиеся в той или иной системе.

Например, к специальным компонентам системы можно отнести датчик температуры, привод, вспомогательную клавиатуру, ЖК-дисплей или фотокамеру. Поскольку применение этих устройств в большой степени зависит от нужд конкретного приложения, в них используется минимальный набор необходимых компонентов. Как следствие, объем памяти ограничен, а параметры МК, в т.ч. тактовая частота, количество бит и интерфейсов, рассчитываются таким образом, чтобы обеспечить требуемую функциональность приложения. Следовательно, применение механизма подключения к беспроводной сети во многих случаях представляется возможным, только если он влечет за собой не слишком большие издержки.

Связь устанавливается несколькими способами — например, путем переда-

чи данных пользовательского формата по фиксированному каналу (hardwired link); с помощью прямой линии последовательной передачи собственных данных или IP-сети для передачи данных внутри предприятия или по интернету.

Понятно, что стандартная IP-сеть передачи данных обеспечивает наибольшую гибкость для встраиваемых систем, однако это преимущество оборачивается сложностью реализации. Многие встраиваемые устройства питаются от батарей, что определяется природой приложений, в которых эти устройства используются. Для постоянной связи устройств требуется беспроводной канал передачи данных.

Наилучшим выбором в таком случае могла бы стать беспроводная энергоэффективная IP-сеть. На рисунке 2 показана встраиваемая система с прямой линией последовательной передачи данных и их форматы.

Линия последовательной передачи данных физически соединяет встраиваемое устройство с контроллером. При этом возникают очевидные ограничения, связанные с близостью двух устройств и недостаточной гибкостью в установлении функции управления другими блоками оборудования. Эти ограничения преодолеваются с помощью IP-сети.

В нашем распоряжении имеется несколько вариантов реализации беспроводного соединения. Мы выберем

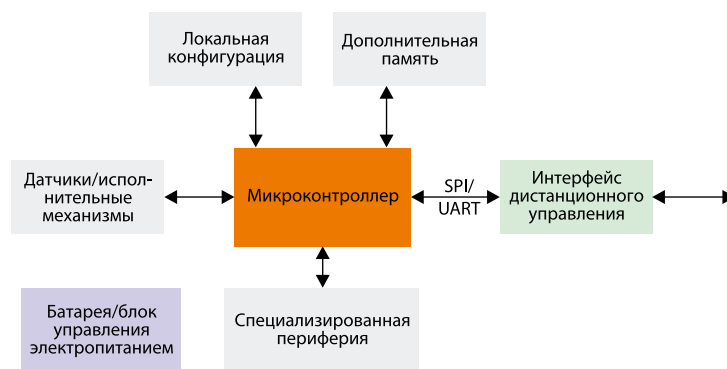


Рис. 1. Компоненты типовой встраиваемой системы

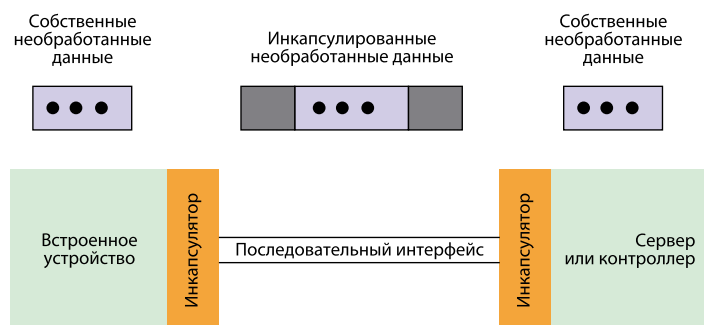


Рис. 2. Связь встраиваемого устройства с линией последовательной передачи данных

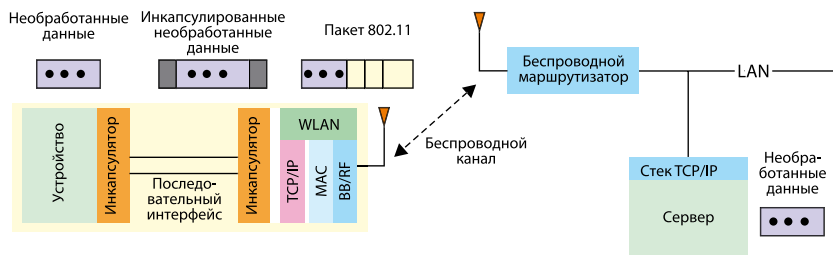


Рис. 3. Встраиваемая система с интерфейсом WLAN, подключенная к локальной сети

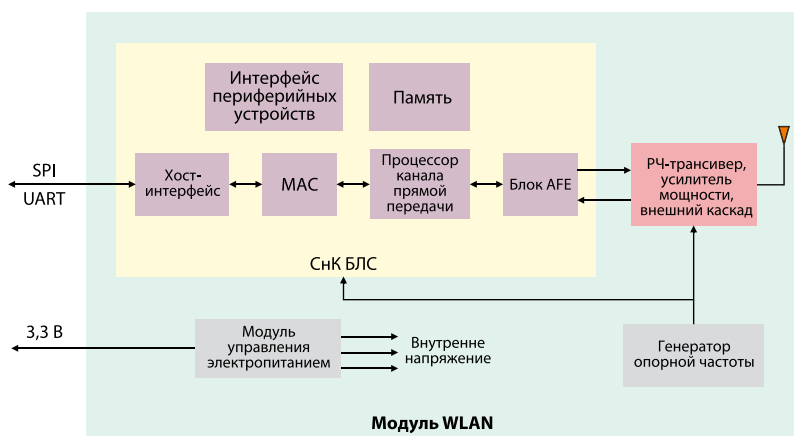


Рис. 4. Компоненты автономной подсистемы беспроводной локальной сети

беспроводную локальную сеть (Wireless LAN) IEEE 802.11n, но сначала в двух словах обсудим стандарты Bluetooth и ZigBee. Bluetooth — протокол беспроводной передачи данных для обмена на небольших расстояниях. Он пользуется большой популярностью для передачи аудиоданных в наушники. ZigBee — стандарт маломощной беспроводной связи, предназначенный, в основном, для датчиковых сетей.

Оба эти протокола, однако, страдают двумя недостатками. Во-первых, они обеспечивают лишь невысокие скорости передачи данных по сравнению с другими протоколами, например WLAN (БЛС). В целом, при использовании Bluetooth и ZigBee при передаче определенного количества информации расходуется больше энергии.

Во-вторых, в этих протоколах применяется сложный сетевой стек, особенно в тех случаях, когда требуется IP-интерфейс. На рисунке 3 представлен сценарий, в котором встраиваемое устройство оснащено интерфейсом WLAN, благодаря которому оно может подключаться к своему контроллеру, находящемуся в любой точке IP-сети.

Последовательный или UART-интерфейс микроконтроллера системы подключен к модулю WLAN (см. рис. 3). В других случаях используется интерфейс SPI, который обеспечивает синхронную линию последовательной передачи данных со значительно более высокими скоростями, чем

UART. В зависимости от применяемого микроконтроллера, тактовая частота SPI может достигать 50 МГц и выше.

ПРЕИМУЩЕСТВА IEEE 802.11N

Большинство встраиваемых устройств с интегрированным блоком 802.11 WLAN использует унаследованные стандарты 802.11b или 802.11g. Скорости передачи данных, обеспечиваемые этими технологиями, считались недостаточными для обмена информацией между этими устройствами.

Однако все чаще на предприятиях стали разворачиваться беспроводные сети 802.11n. Стандарт IEEE 802.11n определяет характеристики физического и MAC-уровней, позволяя конечному пользователю работать при значительно большей пропускной способности определенного частотного канала. Кроме того, этот стандарт определяет средства достижения высокой пропускной способности в намного более широком диапазоне, чем традиционная сеть WLAN.

Благодаря большой пропускной способности стандарт 802.11n очень часто ассоциируют с высокоскоростными линиями связи между высокопроизводительными вычислительными платформами. Менее известным, но в равной степени значительным, обстоятельством является то, что эта технология позволяет намного эффективнее использовать имеющийся частотный спектр. При этом преимущества 802.11n

полностью реализуются, только когда все узлы беспроводной сети имеют возможность работать на основе этого стандарта или совместимы с ним.

Наличие в сети унаследованных узлов 802.11a/b/g вынуждает другие узлы 802.11n использовать защитные механизмы для сохранения целостности сети, что снижает ее пропускную способность на 30% и более.

ИНТЕГРАЦИЯ 801.11N

Подключение подсистемы WLAN к микроконтроллеру устройства требует учета нескольких факторов, включая физические параметры и технические условия на электротехническое оборудование, выбор интерфейса, нагрузку на ведущий узел, архитектуру программного обеспечения, механизмы энергосбережения, эксплуатационные показатели сети и аттестацию.

Основными компонентами подсистемы WLAN является контроллер доступа к среде (Medium Access Controller, MAC), процессор канала прямой передачи (Baseband Processor, BBP), аналоговый внешний каскад, РЧ-трансивер, усилитель мощности и другие РЧ-компоненты внешнего каскада (см. рис. 4).

Для работы подсистемы требуется стабильная опорная частота, которую, как правило, обеспечивает кварцевый генератор. В некоторых случаях источник опорной частоты коллективно используется несколькими функциональными подсистемами. РЧ-связь осуществляется с помощью внутренней или внешней антенны. Усилия по монтажу модуля WLAN можно свести к минимуму, выбрав автономный блок. Такой выбор сулит несколько преимуществ.

Модуль WLAN уже подготовлен к беспроводной передаче данных и откалиброван. Поскольку он экранирован и имеет все необходимые РЧ-блоки, его интеграция во встраиваемую систему не ухудшает рабочие параметры. В результате упрощается монтаж блока. Даже в случае использования внешней антенны подключение к ней упрощается за счет миниатюрного коаксиального разъема и РЧ-кабеля. Автономный модуль отдельно от всей подсистемы сертифицируется как конечный продукт.

В идеальном случае источник тока имеет единственный выход по напряжению, тогда как все остальные напряжения генерируются блоком управления электропитанием (БУЭ) внутри этого модуля. БУЭ также позволяет управлять отдельным электропитанием различных блоков подсистемы в режиме энергосбережения. Имеется несколько возможностей выбора интерфейса микроконтроллера. Такие

интерфейсы как USB, PCI или PCIe используются в системах с высокой пропускной способностью, например в запоминающих устройствах, беспроводных маршрутизаторах и ноутбуках.

При использовании встраиваемых систем, однако, выбор делается в пользу одного из нескольких маломощных интерфейсов, к которым относятся SDIO, SPI и UART. Интерфейс SDIO (Secure Digital I/O) определяет 1- или 4-битную передачу данных по синхронной шине с использованием стандартного протокола. SDIO обеспечивает высокую пропускную способность при возможных значениях частоты синхронизации до 50 МГц и применяется во встраиваемых системах с относительно широкими возможностями, преимущественно в тех, которые передают большие объемы данных — видео или графики. Высокопроизводительные микроконтроллеры обеспечивают SDIO-интерфейс почти всегда совместно с резидентной операционной системой, тогда как для стандартных 16- или 8-битных МК подобное невозможно.

В последних случаях интеграторы беспроводной локальной сети выбирают между SPI и последовательным интерфейсом UART. SPI может использоваться для передачи блоков данных в байтовом формате «адрес вслед за данными». Как правило, конфигурация этого интерфейса определяется прошивкой, и потому он потенциально может немного отличаться в зависимости от типа микроконтроллера. SPI — маломощный интерфейс, обеспечивающий довольно высокую пропускную способность до 15 Мбит/с и выше.

Не всегда микроконтроллерные приложения с SPI-интерфейсом используют операционную систему как часть своей программной среды. Синхронная природа SPI предусматривает уникальный механизм энергосбережения во время малой активности беспроводной передачи данных. При этом большинство блоков WLAN-модуля может находиться в спящем режиме с отключенной тактовой частотой, тогда как хост-интерфейс по-прежнему остается активным и использует тактовую частоту SPI для получения данных от хоста.

Некоторые модули WLAN помимо других режимов энергосбережения имеют возможность работать с максимальной энергоэффективностью. Асинхронный последовательный интерфейс UART является самым распространенным механизмом передачи данных в микроконтроллерах. По этой причине встраиваемые устройства интегрируют WLAN-модули, как правило, через этот интерфейс.

Пропускная способность UART ограничена: при возможной скорости пере-

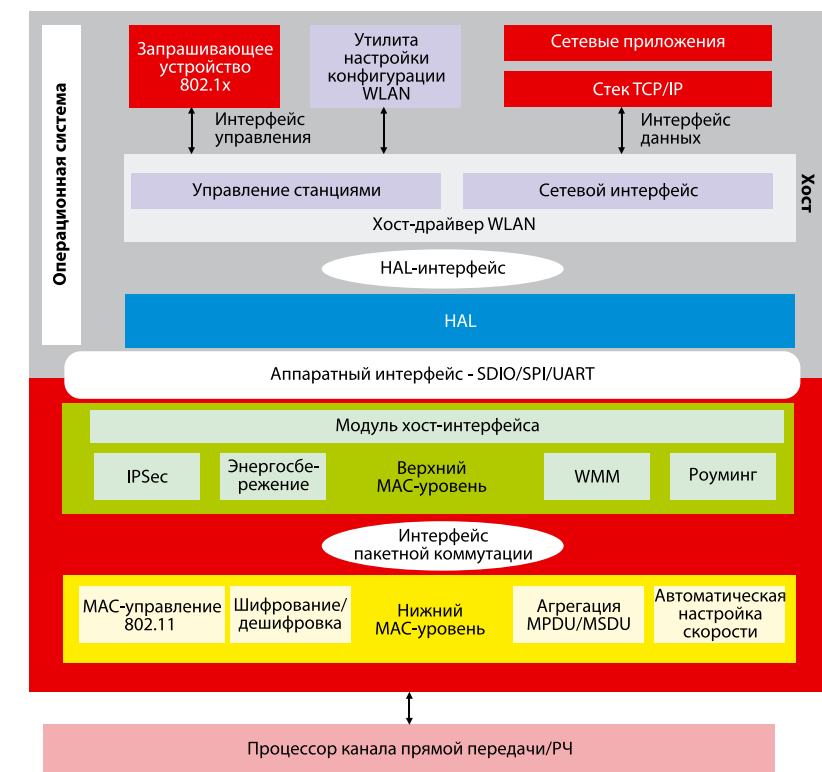


Рис. 6. Компоненты программного обеспечения для беспроводной передачи данных 802.11

дачи в несколько Мбит/с большинство реализаций ограничено пределом в 115,2 Кбит/с и менее. UART предусматривает передачу сигналов управления или данных с помощью специальных AT-команд или индикаторов.

Архитектура системы программного обеспечения является важным аспектом интеграции WLAN во встраиваемую систему. Протокол беспроводной локальной сети накладывает собственные требования по управлению данными и соединением, тогда как нагрузка со стороны дополнительного программного обеспечения выражается в форме сетевого стека TCP/IP и настройки конфигурации сети. На рисунке 6 показан полный типовой программный стек при передаче данных по беспроводной локальной сети WLAN 802.11.

Представленная на рисунке 6 архитектура включает значительную долю программной функциональности, реализуемой в хост-процессоре.

Необходимость в обновлении функции проводной связи встраиваемого устройства до стека WLAN и IP-сети особенно остро возникает при интеграции дополнительного

ПО. По этой причине часто наилучшим выбором является использование WLAN-модуля, который полностью реализует все необходимое программное обеспечение. На рисунке 7 в схематичном виде показаны функциональные возможности программного обеспечения для работы хост-микроконтроллера и WLAN-модуля.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДУЛЯ WLAN

Функциональные средства встраиваемого устройства, связанные с беспроводным подключением, можно и далее минимизировать с помощью механизма обновления беспроводной конфигурации в подсистеме WLAN. При вводе устройств в эксплуатацию беспроводное подключение устанавливается в соответствии со стандартной



- СВЧ генераторы с предельно низким уровнем фазовых шумов -146...-163 дБн/Гц (10 кГц) на частоте 10 ГГц
- Кристаллические оптические резонаторы



Официальный представитель



РАДИОКОМП

УНИКАЛЬНЫЕ
РАДИОКОМПОНЕНТЫ
ВЕДУЩИХ ФИРМ МИРА

111024, Москва,
Авиамоторная ул., д. 8-
Телефон: (495) 957-77-45;
(495) 361-09-04
Факс: (495) 925-10-64
sales@radiocomp.net
www.radiocomp.net

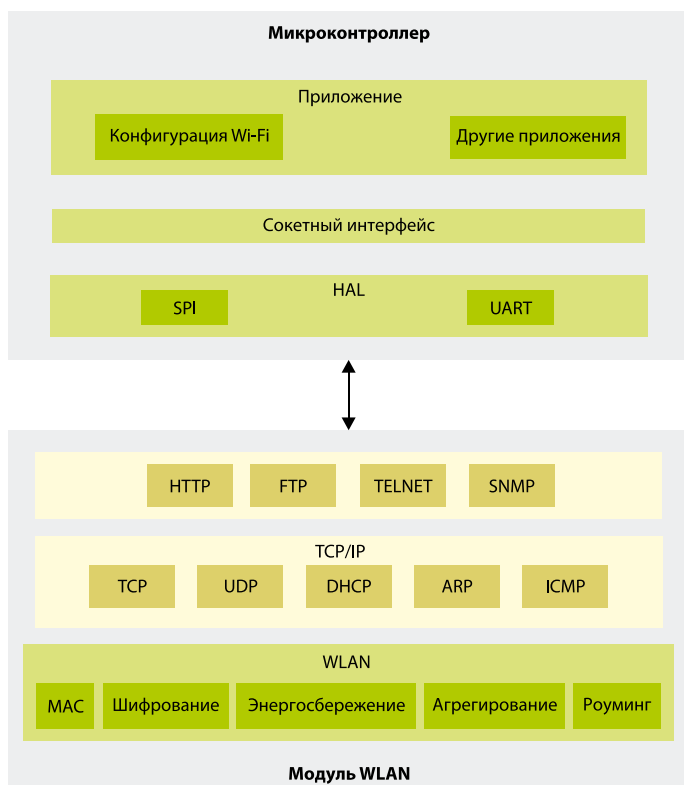


Рис. 7. Архитектура системы программного обеспечения встраиваемого устройства и модуля WLAN

конфигурацией беспроводной инфраструктуры. После установления этого соединения можно обновить конфигурацию с помощью прошивки, скорректировав параметры соединения.

Далее подключение устанавливается в соответствии с новой назначенной беспроводной сетью. Функциональные возможности программного обеспечения WLAN-модуля в идеальном случае должны быть следующими:

- совместимость с технологиями 802.11b/g и Single Stream 802.11n;
- все функции протокола и конфигурации при WLAN-подключении работают в безопасных режимах Open и WPA/WPA2;
- наличие последовательных интерфейсов UART или SPI;
- наличие портов TCP и UDP, а также кодонезависимого последовательного модема;

– обновление конфигурации с помощью UART или беспроводных средств;

- наличие специализированных режимов и режима инфраструктуры для обеспечения максимальной эксплуатационной гибкости;
- реализация мелко модульных энергосберегающих методов;
- наличие механизмов роуминга для прямого подключения внутри предприятия;
- автоматическая настройка скорости передачи данных в расширенном рабочем диапазоне.

В тех случаях, когда встраиваемая система уже создана с использованием сетевого стека TCP/IP, WLAN-модуль должен обладать возможностью игнорировать свой сетевой стек и обрабатывать только данные WLAN.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ КОМПЛЕКТОВ

Каким бы простым ни было назначение встраиваемого устройства, оно представляет собой большую совокупность аппаратных и программных компонентов. Лишь в редких случаях разработчикам, решающим такие задачи как проектирование платы, выбор компонентов, конфигурация подсистем, определение рабочих характеристик, создание достоверных сред и т.д., все удается сделать правильно с первой попытки.

По этой причине очень часто большинство из них использует многофункциональные средства разработки или оценочные комплекты, поставляемые ведущими производителями. Эти комплекты являются идеальной платформой, позволяющей решить задачи проектирования.

Разработчики пользуются оценочными платами от поставщиков модулей WLAN, которые обеспечивают уже готовые интерфейсы для подключения к выбранному микроконтроллерному комплекту разработки. Эти платы поставляются вместе с уже портированным или легко устанавливаемым на МК-платформу программным обеспечением.

В стандартный набор комплекта разработки также входит точка беспроводного доступа с заданной конфигурацией, благодаря чему WLAN-интерфейс включается в состав среды разработки и используется уже на этапе проектирования, испытания и оптимизации встраиваемого устройства.

Таким образом, в ближайшие годы концепция «Интернет вещей» затронет миллиарды устройств. Беспроводные сети на основе стандарта IEEE 802.11n станут основным средством подключения этих устройств, и потому выбор системными разработчиками микроконтроллерной платформы и Wi-Fi-модуля становится первостепенной задачей успешного ввода системы в эксплуатацию на этом многообещающем рынке.

НОВОСТИ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ

БЮДЖЕТНЫЙ НАВИГАТОР TEXET TN-300 — неплохая функциональность менее чем за 3000 руб | Компания «Электронные системы «Алкотел» расширила свой ассортимент навигаторов бюджетной моделью teXet TN-300. Этот GPS-навигатор, как утверждает производитель, отличается оптимальным соотношением качества и цены. Действительно, это решение попадает в ценовую категорию до 3000 руб. Но при этом устройство оснащено ярким сенсорным 3,5-дюймовым дисплеем и заключено в корпус с приятным на ощупь и нескользящим покрытием soft-touch. Навигатор отличается небольшой толщиной — всего 13 мм.

teXet TN-300 построен на процессоре SiRF Atlas IV с тактовой частотой 500 МГц и оснащен 64-канальным GPS-приемником. Объем оперативной памяти составляет 64 Мбайт. Кроме того, навигатор оснащен датчиком освещенности для автоматической подстройки яркости дисплея. teXet TN-300 комплектуется полным пакетом карт России с бесплатными обновлениями: «Навител Навигатор 3» (версия 3.2.6) либо CityGuide 3 (версия 3.7), в зависимости от региона продаж. А кроме навигационных возможностей у teXet TN-300 имеется встроенный медиаплеер с поддержкой форматов MPEG, MPG, ASF, WMV, AVI, MP3, WMA. Также с экрана можно читать файлы в текстовом формате TXT. Новинка поступит в продажу в ближайшее время.