

Стандарты беспроводной связи

Максим Лукин (г. Томск)

В последнее время названия Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi и другие всё чаще мелькают на страницах журналов. Автор знакомит нас с иерархией и основными параметрами этих и других современных стандартов беспроводной связи.

Беспроводная сеть – это гибкая инфраструктура, представляющая собой комплекс аппаратно-программных средств для передачи информации. Беспроводные сети могут и выступать как альтернатива проводным сетям, и успешно дополнять их, предоставляя дополнительные функции. В традиционных проводных сетях (LAN) пакеты данных от одного устройства к другому передаются по кабелям или проводам. В беспроводных сетях для передачи данных используются радиоволны. Современные беспроводные сети позволяют решать множество задач: от организации сети внутри помещения до распределённых сетей масштаба города, региона и даже целого государства. Низкая стоимость, быстрота развёртывания, широкие функциональные возможности по передаче трафика данных, IP-телефонии, мультимедийного трафика – всё это делает беспроводную технологию одним из самых быстрорасту-

щих телекоммуникационных направлений.

Беспроводные сети, также как и проводные, принято классифицировать по территориальному признаку. Обычно выделяют четыре типа: WWAN (Wireless Wide Area Network), WMAN (Wireless Metropolitan Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network) и WPAN (Wireless Personal Area Network).

WWAN (беспроводная глобальная (региональная) сеть) – это территориально-распределённая сеть, которая может покрывать значительное географическое пространство (регион, страну, ряд стран).

WMAN (беспроводная городская сеть) – высокоскоростная коммуникационная сеть, охватывающая регион диаметром до 50 км, промежуточная по масштабу между WLAN и глобальной (WWAN) сетью.

WLAN (беспроводная локальная сеть) – сеть, предназначенная для обслуживания небольших территорий (зданий, предприятий), где можно обойтись относительно короткими линиями связи (до 500 м).

WPAN (беспроводная персональная сеть) используется внутри личного рабочего пространства (Personal Operating Space, POS). Под личным рабочим пространством понимается пространство, окружающее пользователя, радиусом до 10 метров. Одним из отличительных признаков является использование передатчиков с очень малым энергопотреблением, которые могут передавать информацию от портативных компьютеров, сотовых телефонов, видеокамер и различных бытовых устройств.

На рис. 1 показана классификация беспроводных технологий. В настоящей статье рассматриваются беспроводные сети передачи данных: WWAN, WLAN, WPAN.

WIRELESS PERSONAL AREA NETWORK (WPAN)

IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

Технология Bluetooth была разработана компанией Ericsson. Своё название технология получила в честь датского короля Гарольда Синий Зуб, правившего Данией и Норвегией в X веке. Впоследствии для продвижения на рынок был образован консорциум в составе Ericsson, IBM, Intel, Nokia и Toshiba. Сегодня в состав основных членов входят 3Com, Agere Systems, Ericsson, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, Nokia, Toshiba. Цель создателей Bluetooth – обеспечить самым разнообразным электронным приборам (компьютерам, сотовым телефонам, бытовой технике) возможность связываться друг с другом без проводов на расстоянии до 100 м и обмениваться данными.

Стандарт Bluetooth использует радиочастоты 2400...2483,5 МГц. Этот диапазон, именуемый ISM (Industrial, Scientific, Medicine – промышленный, научный и медицинский), используется во многих странах для безлицензионного доступа. В технологии Bluetooth весь диапазон разбит на 78 каналов шириной 1 МГц каждый. В верхней и нижней частях диапазона предусмотрены защитные неиспользуемые полосы шириной 3,5 и 2 МГц соответственно. В некоторых странах, например во Франции, диапазон ISM значительно уже. По выходной мощности все устройства делятся на три класса: первый класс – до 100 мВт, второй – до 2,5 мВт и третий – до 1 мВт. Для передачи данных используется гауссова частотная модуляция, которая предусматривает изменение частоты несущей во времени в соответствии с гауссовой кривой, что позволяет ограничить спектр излучаемого сигнала. Обмен данными осуществляется внутри временных интервалов (слотов) длиной 625 мкс. После передачи каждого слота производится переход на другой частотный канал. Часть слотов можно зарезервировать для синхронных каналов (передача голоса), а всего протоколом предусмотрено до трёх синхронных каналов со скоростью

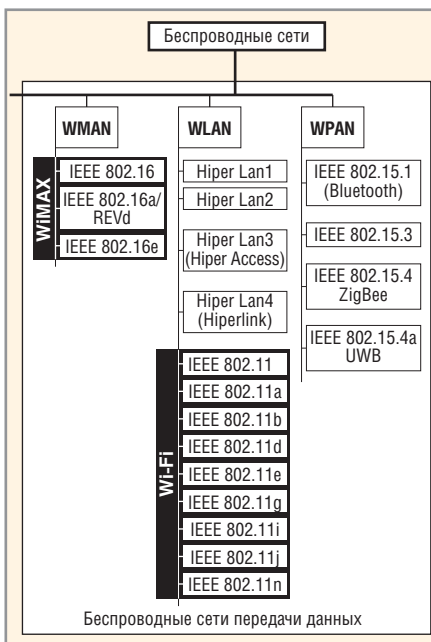


Рис. 1. Классификация беспроводных технологий

64 Кбит/с. Параллельно с синхронными данными могут передаваться и асинхронные.

Для организации дуплексной связи используется метод временного мультиплексирования, то есть в одном временном слоте передаёт одно устройство, а в следующем – другое. При симметричной организации обмена асинхронными данными максимальная скорость составляет 433,9 Кбит/с в каждую сторону. Максимальная скорость обмена достигается при асимметричном обмене и составляет 723,2 Кбит/с в одну сторону и 57,6 Кбит/с – в другую.

Bluetooth служит главным образом для организации каналов связи типа «точка-точка», однако возможна также и организация типа «точка-многоточка». Типовые топологии сети Bluetooth показаны на рисунке 2. В любом случае одно из устройств является ведущим (master), а все остальные – ведомыми (slave). Образованная таким образом структура называется пикосетью (piconet). В одной такой сети могут участвовать одно ведущее устройство и до семи ведомых. Дополнительно в пикосети могут присутствовать и другие устройства, которые называются блокированными (parked) и не участвуют в обмене данными, но находятся в синхронизации с ведущим устройством.

IEEE 802.15.3

Стандарт IEEE 802.15.3 является прямым наследником Bluetooth. IEEE 802.15.3 обеспечивает скорость передачи данных до 55 Мбит/с на расстоянии до 100 м; одновременно работать в такой сети могут до 245 пользователей. При возникновении помех со стороны других бытовых устройств или иных сетей, сети на основе IEEE 802.15.3 могут автоматически переключать каналы. Также поддерживаются скорости передачи данных – 11, 22, 33 и 44 Мбит/с. Шифрование данных в сетях IEEE 802.15.3 может осуществляться по стандарту AES 128.

IEEE 802.15.4 (ZigBee)

Стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee) ориентирован главным образом на использование в качестве средства связи между автономными приборами и оборудованием. В корпоративном секторе это могут быть, например, складские системы, системы ав-

томатизации производства, различные датчики, сенсоры, сервоприводы, электронные метки, а в домашних условиях – ПК, игровые приставки, системы безопасности, освещения, кондиционирования, радиофицированные игрушки и даже пульты ДУ.

Стандарт IEEE 802.15.4 определяет параметры физического уровня (PHY) и протокол управления доступом (MAC), предлагая поддержку различных топологий сетей. Ключевые функции PHY включают в себя контроль за энергией и качеством звеньев, а также оценку каналов для более успешного сосуществования с сетями других беспроводных операторов. MAC определяет автоматическое подтверждение получения пакетов, обеспечивает возможность передачи данных в определённые временные интервалы и поддерживает 128-битные функции безопасности AES. Если в пределах досягаемости ZigBee-устройств окажется оборудование Wi-Fi или Bluetooth, их каналы могут быть использованы как туннель для трафика ZigBee.

Стандарт IEEE 802.15.4 предусматривает небольшую дальность действия (около 10 метров) и пропускную способность канала (до 250 Кбит/с). Передача на этой скорости ведётся в диапазоне 2,4 ГГц. Небольшая мощность и скорость обусловлены малой потребляемой мощностью связываемых устройств. Доступны также диапазоны 858 МГц (20 Кбит/с) и 902...928 МГц (40 Кбит/с).

IEEE 802.15.4a (UWB)

UWB (Ultra Wideband) – технология сверхширокополосной радиосвязи, разработанная корпорацией Intel для скоростей передачи данных до 500 Мбит/с на расстоянии нескольких метров. Для передачи данных используются очень короткие радиопульсы (менее 1 нс) в широком диапазоне частот 3,1...10,6 ГГц. При помощи UWB-технологии можно создавать специальные сети, в которых несколько сверхширокополосных устройств смогут поддерживать связь между любыми узлами. Короткие сигналы UWB сравнительно устойчивы к многолучевому затуханию, возникающему при отражении волны от стен, потолка, зданий, транспортных средств. Высокоскоростные UWB-устройства хорошо подходят для работы с видеопотока-

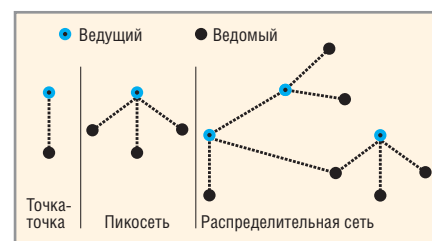


Рис. 2. Варианты топологии сетей Bluetooth

ми и приложениями, требующими быстрой пересылки данных. Низкоскоростное UWB-оборудование может применяться для отслеживания местоположения на местности владельцев беспроводных устройств и различных объектов. Для мобильных устройств немаловажным является тот факт, что в широком спектре требуется гораздо меньше затрат энергии, чем для передачи узкополосного сигнала, в силу разного уровня сигнала: в широком спектре можно использовать шумоподобные сигналы с малым отношением сигнал/шум. Поэтому (как ожидается) чипы UWB будут экономичнее, чем, например, чипы Bluetooth, обладая при этом намного большей пропускной способностью.

WIRELESS LOCAL AREA NETWORK (WLAN)

Wi-Fi

Технология Wi-Fi (Wireless Fidelity) предназначена для построения беспроводных локальных сетей, организации точек публичного доступа в Интернет (Hot-Spots). Технология базируется на семействе стандартов IEEE 802.11. Это семейство является базовым стандартом WLAN, поддерживая передачу данных со скоростями от 1 до 2 Мбит/с и работая на физическом и канальном уровне модели OSI. На физическом уровне определены два широкополосных радиочастотных метода передачи и один – в инфракрасном диапазоне. Радиочастотные методы работают в ISM-диапазоне 2,4 ГГц и обычно используют полосу 83 МГц в диапазоне 2,400...2,483 ГГц. Стандарт 802.11 использует технологию расширения спектра сигнала прямой последовательностью (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) и технологию расширения спектра сигнала скачкообразной перестройкой частоты (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Для модуляции сигнала FHSS использует технологию Frequency Shift Key-

Краткие сведения о стандартах

Стандарт	Дата принятия	Полоса пропускания, ГГц	Скорость передачи данных, Мбит/с	Модуляция	Зона покрытия, км
802.16	2001 г.	10...66	32...134	QPSK, 16QAM, 64QAM	2...5
802.16a RevD	2004 г.	2...11	До 75	OFDM, QPSK, 16QAM, 64QAM	7...50
802.16e	Ожидается в 2005 г.	2...6	До 15	OFDM, QPSK, 16QAM, 64QAM	2...5

ing (FSK). При работе на скорости 1 Мбит/с используется FSK-модуляция по Гауссу второго уровня, а при работе на скорости 2 Мбит/с – четвертого уровня. Метод DSSS использует технологию модуляции Phase Shift Keying (PSK). При этом на скорости 1 Мбит/с используется дифференциальная двоичная PSK, а на скорости 2 Мбит/с – дифференциальная квадратичная PSK-модуляция. Заголовки физического уровня всегда передаются на скорости 1 Мбит/с, в то время как данные могут передаваться со скоростями 1 и 2 Мбит/с.

IEEE 802.11a

Высокоскоростной стандарт WLAN для частоты 5 ГГц. Поддерживает скорость передачи данных 54 Мбит/с. К недостаткам 802.11a относятся более высокая потребляемая мощность радиопередатчиков для частот 5 ГГц.

IEEE 802.11b

Стандарт WLAN для частоты 2,4 ГГц был принят в 1999 г. Поддерживает скорость передачи данных 11 Мбит/с. В качестве базовой радиотехнологии в нём используется метод DSSS с

8-разрядными последовательностями Уолша. Поскольку оборудование, работающее на максимальной скорости 11 Мбит/с, имеет меньший радиус действия, чем на более низких скоростях, то стандартом 802.11b предусмотрено автоматическое понижение скорости при ухудшении качества сигнала.

IEEE 802.11e

Позволяет расширить функциональные возможности стандартов IEEE 802.11a, IEEE 802.11b за счёт применения методов обеспечения качества обслуживания (QoS).

IEEE 802.11f

Описывает порядок связи между равнозначными точками доступа, что необходимо для построения распределённых беспроводных сетей передачи данных.

IEEE 802.11g

Устанавливает дополнительную технику модуляции для частоты 2,4 ГГц. Предназначен для обеспечения скоростей передачи данных до 54 Мбит/с.

IEEE 802.11h

В данном стандарте уровни MAC и PHY дополняются алгоритмами оптимального выбора частот. Предполагается, что их решение будет базироваться на протоколах DFS (Dynamic Frequency Selection) и TCP (Transmit Power Control), созданных ETSI. Процедура динамической регулировки мощности для 802.11h предполагает её изменение в зависимости от уровня помех с последующим переходом на другой радиоканал в том случае, если повышением мощности не удаётся обеспечить требуемое отношение сигнал/шум.

IEEE 802.11i

Исправляет существующие проблемы безопасности в областях аутентификации и протоколов шифрования.

WMAN (WIRELESS METROPOLITAN AREA NETWORK)**WiMAX**

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) – это новая технология, которая предоставляет эффективные средства для построения беспроводных сетей передачи данных городского масштаба. WiMAX позволяет беспроводным сетям охватывать расстояния до 50 км и передавать данные, голос и видео на высоких скоростях до 75 Мбит/с. Краткие сведения о стандартах приведены в таблице.

**Новости мира News of the World Новости мира****Расцвет WiMax ожидается к 2009 году**

WiMax и другие подобные высокоскоростные технологии захватят около 40% рынка всех видов беспроводной широкополосной связи к 2009 году и существенно потеснят 3G-сети. К такому выводу пришли аналитики TelecomView, сообщает CommsDesign. Среди этих новых технологий, ведущая роль отводится WiMax, на долю которой будет приходиться 70% всего беспроводного обслуживания. И хотя 3G имеет преимущества в мобильности, развитие WiMax вплотную приблизило возможность прямой конкуренции с DSL-линиями. Представители компании утверждают, что именно реальная альтернатива проводным видам доступа, сделает техно-

гию WiMax такой популярной в ближайшие годы.

<http://www.wireless.ru/>

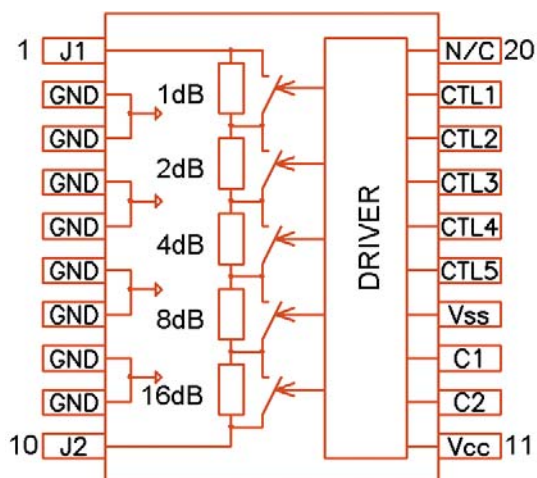
Intel и китайская ZTE будут совместно внедрять WiMAX в глобальных масштабах

Intel и крупнейший в Китае поставщик телекоммуникационного оборудования ZTE обнародовали планы по совместному развитию глобальных широкополосных беспроводных решений на основе технологии WiMAX. Компании намерены сотрудничать в области разработки и продвижения решений на базе стандарта 802.16, а также вести переговоры с органами государственного регулирования на территории важнейших глобальных рынков, чтобы обеспечить выделение необхо-

димых диапазонов радиочастот для широкополосных сервисов, использующих WiMAX. В рамках достигнутого соглашения ZTE также будет заниматься разработкой и внедрением инфраструктуры и оборудования для пользователей, используя наборы микросхем Intel для решений WiMAX на основе стандарта IEEE 802.16-2004 (ранее назывался IEEE 802.16REVd), а также на базе развивающегося стандарта IEEE 802.16e для мобильных сетей. ZTE предполагает приступить к внедрению сетей на базе стандарта 802.16-2004 уже в этом году совместно с другими провайдерами в Китае, Восточной Европе и Юго-Восточной Азии, планируя начать их эксплуатационные испытания в середине 2006 г.

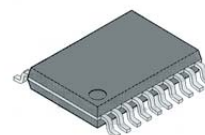
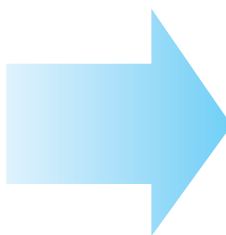
<http://itc.ua/>

Профессиональные компоненты для профессиональной аппаратуры



Структурная схема AA110-85

Широкополосные аттенюаторы с цифровым управлением AA110-85



Корпус SSOP-20

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Диапазон частот, ГГц	0 ... 2.0
Шаг ослабления, дБ	-1
Максимальное ослабление, дБ	-31
Прямые потери, дБ	1,4
Входная мощность, дБм	+27
Время переключения, нс	15
Напряжение питания, В	+5

ДОСТОИНСТВА

- Широкая полоса пропускания
- Низкие прямые потери
- Высокое быстродействие
- Интегрированный драйвер управления
- Высокая входная мощность
- Однополярное питание
- Простое цифровое управление
- Миниатюрный корпус SSOP-20

Области применения

- Высокочастотная коммуникационная аппаратура
- Измерительная техника
- Профессиональная радиосвязь