

Александр Леонов
aleonov@meshnetics.com

Модули ZigBee

сокращают разработку

ZigBee-совместимых продуктов вдвое

Популярность ZigBee продолжает расти, поскольку пользователи нуждаются в недорогих, простых в использовании беспроводных сенсорных сетях. Области применения этой технологии самые разнообразные. Это и мониторинг офисных зданий, когда датчики отслеживают такие параметры, как температура, влажность, освещенность и т. д., и автоматическое считывание данных с квартирных счетчиков, и контроль производственных процессов.

Технология ZigBee базируется на стандарте IEEE802.15.4, специально разработанном для беспроводных сетей (WPAN) с небольшим объемом передаваемой информации. Стандарт 802.15.4 определяет параметры радиопередачи, описывая уровень физической среды (Physical Layer или PHY) и уровень доступа к этой среде (Medium Access Layer или MAC). ZigBee добавляет к этим двум слоям сетевой уровень (Network Layer или NWK), который определяет протокол построения сети, способ передачи данных, а также механизм обеспечения безопасности. Самым верхним слоем

является уровень приложений (Application Layer). Он содержит различные профили, специфичные для конкретных приложений. Например, профиль автоматизации здания (Home Automation Application Profile) включает в себя описания таких приложений, как контроль включения света. Продукты от разных производителей, как, например, лампочки и выключатели света, содержащие такой профиль, должны быть полностью совместимы. ZigBee поддерживает три основные топологии сети — звезду, древовидную и mesh. Последние две дают сети возможность самоорганизовываться и самовосстанавливаться. Системное ПО (так называемый ZigBee-стек, встроенный в микроконтроллер) отвечает за реализацию вышеперечисленных функций.

Рынок ZigBee растет очень быстрыми темпами, и хотя ZigBee еще не стал столь же распространенным стандартом, как Bluetooth, аналитическое агентство WTRS ожидает, что объем рынка компонентов 802.15.4/ZigBee утроится в этом году (рис. 1). Все это ставит производителей продуктов перед выбором — создавать собственное решение на основе разрозненных компонентов ZigBee, таких как микроконтроллеры, радиотрансиверы, пассивные элементы и т. д., либо создать беспроводной продукт на основе модуля ZigBee, где все эти элементы уже оптимальным образом совмещены. Давайте рассмотрим наиболее популярные компоненты 802.15.4/ZigBee, предлагаемые сейчас на рынке. Ведущие производители компонентов ZigBee — это компании Freescale, Texas Instruments (TI), Atmel и Ember. Наиболее популярными микроконтроллерами на рынке являются ATmega1281 (Atmel), MSP430 (TI) и HC08 (Freescale). Размеры флэш-памяти разнятся от 64 кбайт до 256 кбайт. Для установки полной версии ZigBee-стека рекомендуется как минимум 128 кбайт.

Среди радиотрансиверов наиболее распространены чипы входящей в состав TI компании Chipcon (например, CC2420) и Freescale (MC13192). Радио EM2420 от Ember — это лицензионная версия CC2420. Atmel предложил новый радиотрансивер AT86RF230 в июне прошлого года. Трансивер AT86RF230 является самой свежей разработкой и обеспечивает радиус покрытия примерно в 3 раза больше, чем у конкурентов. Большинство радиотрансиверов работает на частоте 2,4 ГГц, хотя предлагаются трансиверы и с более низкой

IEEE 802.15.4 Component Sales Forecast by Network Layer (2005-2011)

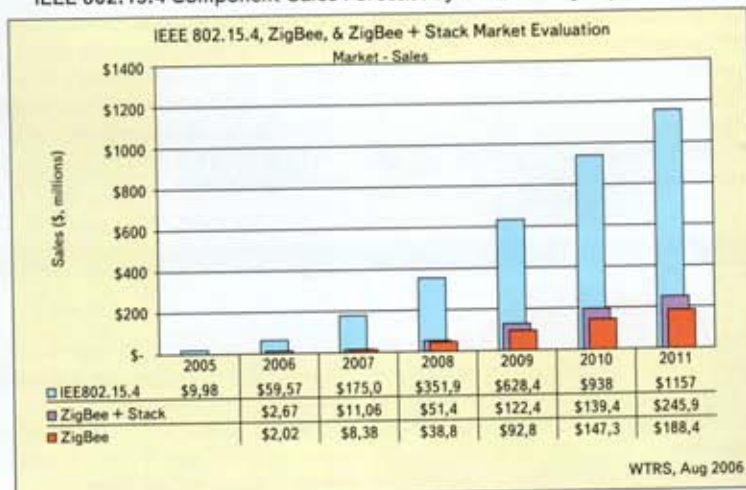


Рис. 1. Прогноз рынка компонентов 802.15.4/ZigBee
(источник: аналитический отчет «ZigBee Emerging Technology Report» компании WTRS)



Рис. 2. Модуль ZigBee/802.15.4 с чип-антенной



Рис. 3. Модуль ZigBee/802.15.4 с электромагнитным шилдом и без

частоты 868 и 915 МГц (компания ZMD специализируется в этой области).

Системы на чипе (System-on-Chip, SoC), совмещающие в одном чипе микроконтроллер и трансивер, получают всё большее распространение. Ветвейская компания Jennic первой выпустила устройство подобного типа — JN5121. За ней последовали Chipcon с CC2430, Ember с EM250 и Freescale с MC1321. Недавно компания Jennic

объявила о новом поколении систем на чипе JN513x. В настоящее время большинство основных игроков уже производят либо планируют производить такие решения.

Модули ZigBee производятся такими компаниями, как Cirronet, Helicomm, MaxStream, MeshNetics, Radiocrafts и Telegesis. В основном в модулях используются микроконтроллеры от Atmel, Freescale и TI. Большинство модулей используют радиотрансиверы производства Chipcon (TI) и Freescale. Компания MeshNetics — пока единственный производитель, предлагающий модуль (ZigBit) с трансивером Atmel AT86RF230, что дает существенные преимущества в дальности связи по сравнению с конкурентами.

Модули поставляются с различными видами антенн. У каждого типа есть свои преимущества и недостатки. Конструкция с чип-антенной (рис. 2) дает множество преимуществ, таких как компактность, равномерная радиочувствительность во всех направлениях, наличие сертификации на радиочастоту. Ее недостатками являются относительно высокая цена и небольшая мощность антенны. Другой вариант — это сбалансированный RF-выход (рис. 3) для интеграции с антенной, смонтированной на печатную плату. Это наиболее экономичный вариант, но здесь приходится увеличивать размер платы. Наконец, внешняя антенна дает наибольший радиус покрытия, но существует определенный риск ее повреждения. Для увеличения дальности связи также иногда используются усилители. Здесь нужно помнить, что использование усилителя существенно увеличивает энергопотребление, что для устройства, работающего от батареек, нежелательно. В зависимости от назначения устройства производитель может выбрать различные конфигурации модуля.

Другой важный элемент любого ZigBee-решения — это ZigBee-стек. Большинство производителей использует либо стек от Ember, либо стек, разработанный компанией Figure&Wireless, входящей в состав TI. Несколько других компаний предлагают свой собственный стек (например, Korwin, MeshNetics и Mindtek). Производители модулей обычно продают стек по лицензии, что может создать определенные трудности. Например, когда покупатель пыгается получить техническую поддержку, ему нужно контактировать с производителем модуля по вопросам,



Рис. 4. Оценочный набор ZigBee/802.15.4

относящимся к аппаратной части, а по всем вопросам, связанным с ПО, нужно обращаться к создателям стека. Только Korwin и MeshNetics предлагают «два в одном» — поддержку аппаратной части и ПО.

Теперь вернемся к дилемме, которая стоит перед производителем, собирающимся выпустить ZigBee-совместимое устройство на рынок. Два основных фактора — это стоимость и время разработки нового продукта. Если сравнить цену компонентов, то покупка по отдельности микроконтроллера, трансивера, антенны, пассивных элементов и стека будет значительно дешевле покупки модуля, где все эти элементы собраны вместе. Но не нужно забывать о «скрытых» затратах — как времени, так и средств, которые придется вложить, чтобы все эти разрозненные компоненты превратились в работающее ZigBee-совместимое решение. Не надо забывать и о получении FCC/CE сертификата, что, как правило, не нужно в случае использования модуля, поскольку большинство модулей уже прошли необходимую сертификацию.

Использовать модули особенно выгодно, если у производителя нет собственных экспертов в области радио, а сроки выпуска нового продукта достаточно сжатые. Разработка ZigBee-совместимого продукта «с нуля» может занять около года. Использование модулей может сократить цикл разработки нового продукта вдвое. Это особенно актуально для относительно небольших проектов, где развертываются беспроводные сети в несколько десятков тысяч

Таблица. Сравнительные характеристики модулей 802.15.4/ZigBee*

Компани- ониматель	Наименова- ние	Основные компоненты		Радиохарактеристики			Энергопотребление			Размер (д×ш), мм
		Микрокон- троллер	Радиочип	Мощность передат- чика, дБ	Чувстви- тельность приемника, дБ	Напряже- ние питания, В	Ток потребления в режиме передачи (при напряжении, В), мА	Ток потребления в режиме приема (при напряжении питания, В), мА	Потребляемый ток в спящем режиме (при напряжении питания, В), мкА	
Cirronet	ZMN-2400	ATmega128	CC2420	0	-94	2,7-5,5	30 (3,3)	35 (3,3)	25 (3,3)	30,5×21,2
Crossbow	MICAz MPR2600	ATmega128	CC2420	0 (3max)	-94	2,1-3,6	25 (n/a)	28 (n/a)	16 (n/a)	24,1×24,1
Helicomm	1220-2133	SiLabs C8051F121	CC2420	0	-94	n/a	55 (n/a)	55 (n/a)	25 (n/a)	41,0×19,0
Jennic	JN5121- M0000	JN5121 (SoC)		1	-90	2,2-3,4	45 (n/a)	60 (n/a)	7 (n/a)	30,0×18,0 (22,0×18,0)
MaxStream	Xbee	Freescale HCS08	MC13193	0	-92	2,8-3,4	45 (3,3)	50 (3,3)	10 (3,3)	24,4×27,6
MeshNetics	ZigBit	ATmega128	AT86RF230	3	-101	1,8-3,75	18 (3)	19 (3)	6 (3)	18,8×13,5
Telegesis	TG-ETRX1- PM-01-107	ATmega128	EM2420	-1	-94	2,7-3,6	30 (3,3)	30 (3,3)	15 (3,3)	37,8×20,5
Radiocrafts	RC2200	ATmega128	CC2420	0	-94	2,7-3,6	27 (3,3)	30 (3,3)	1,3 (3,3)	35,6×16,5

*Согласно официально опубликованным данным и проведенным измерениям

узлов. Когда количество узлов приближается к сотне тысяч, собственное решение на основе отдельных компонентов становится экономически целесообразным.

Как правило, первый шаг в разработке решения на основе модуля — это приобретение так называемого оценочного набора (Evaluation Kit) или набора для разработки (Development Kit). Такие наборы (рис. 4) содержат несколько сенсорных плат на основе модуля, а также ПО и аксессуары, необходимые для тестирования модуля и разработки простых приложений. Стоимость наборов варьируется от \$300 до \$10 000 в зависимости от комплектации и назначения.

После того как выбор в пользу конкретного типа модуля сделан, происходит интеграция модуля в конструкцию проектируемого ZigBee-устройства (рис. 5). Этот процесс включает в себя

разводку печатной платы. Тут важно отметить, что некоторые модули, например ZigBit, могут интегрироваться с двухслойной платой, что значительно упрощает конструкцию. После того как проектирование и отладка закончены, продукт практически готов к производству. Единственное, что остается — это вступить в альянс ZigBee и пройти тест на совместимость (это необходимо, если производитель хочет использовать логотип ZigBee). Как мы видим, использование модулей позволяет избежать таких трудоемких стадий разработки, как проектирование радиочасти ZigBee, ее сертификации, а также упрощает проектирование печатной платы.

Вниманию читателей предлагается таблица, в которой сравниваются основные характеристики модулей ZigBee, представленных на рынке в настоящее время.



Рис. 5. Интеграция модуля ZigBee/802.15.4 с печатной платой