

Однокристалльные радиочастотные приёмопередатчики ISM-диапазонов

Дмитрий Павлов (Санкт-Петербург)

Статья посвящена обзору однокристалльных радиочастотных приёмопередатчиков ISM-диапазонов в области частот 100 МГц...10 ГГц. Этот диапазон рассматривается как наиболее перспективный для передачи данных в быту, промышленности, науке и медицине на малые (до 1 км) расстояния. Описаны особенности работы и параметры приёмопередатчиков, освещается продукция различных фирм.

ВВЕДЕНИЕ

Устройства идентификации и охраны, автоматизированные системы управления и телеметрии, персональные радиосети, домашние системы, локальные вычислительные сети и многое другое нашли широкое распространение в современном мире. В них всё чаще используют беспроводную передачу данных. Передача данных по радиоканалу на ограниченные расстояния является сегодня важной задачей электроники.

Для работы указанных устройств применяются специальные радиочастотные ISM-диапазоны (Industrial, Scientific and Medical — промышленность, наука и медицина). Это лицензируемые диапазоны, частоты которых выделены в широком интервале от десятков килогерц до сотен гигагерц. В России для указанных целей в диапазоне от 100 МГц до 10 ГГц выделены следующие значения частот: 433,92 МГц $\pm 0,2\%$, 915 МГц $\pm 1,4\%$, 2,45 ГГц $\pm 2,0\%$, 5,8 ГГц $\pm 1,3\%$ [1]. В США и странах ЕС набор частот ISM-диапазонов шире.

Современные беспроводные локальные сети — HipperLAN, HipperLAN II, Bluetooth, RadioEthernet в основном используют частоты 2,45 и 5,8 ГГц. В устройствах охраны, системах управления и сбора информации, а также других приборах с ограниченным потоком передаваемых данных применяются частоты 433,92 и 915 МГц.

Однокристалльные радиочастотные приёмопередатчики (RF-трансивер, от англ. Radio frequency transceiver) совмещают в корпусе одной микросхемы приёмник и передатчик, работающие в полудуплексном режиме. Такое объединение позволя-

ет минимизировать массогабаритные параметры и в большинстве случаев уменьшить стоимость изделия в целом. Во многих трансиверах приёмник и передатчик работают на одну антенну и тактируются от одного резонатора. Управление режимами работы приёмопередатчика осуществляет микроконтроллер (МК). Существуют микросхемы, которые можно характеризовать как «микросхема = изделие». Это трансиверы, совмещенные с МК. В ряде случаев их преимущества очевидны.

Виды модуляции

Однокристалльные RF-трансиверы, работающие в ISM-диапазонах 100...1000 МГц, используют 2-позиционные амплитудные OOK (On-Off Keying), ASK (Amplitude Shift Keying) и/или частотные FSK (Frequency Shift Keying), GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) модуляции. Отличие OOK от ASK в том, что в первом случае передача осуществляется с полным отключением сигнала, а во втором — без отключения. При модуляции GFSK осуществляется дополнительная фильтрация, отсутствующая в FSK и предотвращающая паразитное расширение спектра при изменении частоты. В ISM-диапазонах 1...10 ГГц применяются двух- и более позиционные частотные модуляции (FSK, GFSK), а также квадратурно-фазовая модуляция QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).

Более эффективным является применение частотной или фазовой модуляции [2], поэтому большинство трансиверов поддерживает FSK, GFSK или QPSK. Некоторые из трансиверов диапазона 100...1000 МГц являются универсальными и позволяют выбирать один из нескольких видов модуляции.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Структурная схема типового RF-трансивера показана на рисунке. Существуют варианты этой схемы, которые будут рассмотрены отдельно.

Работа приёмных и передающих радиоустройств подробно описана в литературе (см. напр. [2, 3]), поэтому уделим внимание лишь особенностям, реализованным в рассматриваемых изделиях.

Антенный переключатель (АП), осуществляющий коммутацию антенны между приёмником и передатчиком, в некоторых микросхемах является встроенным. Существуют варианты и без АП — при этом трансивер имеет два антенных вывода (для приёмника и передатчика) и производится только отключение малошумящего усилителя (МШУ), а для исключения влияния усилителя мощности (УМ) передатчика на приём (при работе на одну антенну) применяется дополнительный развязывающий LC-фильтр. Выходное сопротивление УМ и входное сопротивление МШУ, в зависимости от модели, имеют различные значения, поэтому цепи согласования антенны и микросхемы для каждого трансивера различны.

В мобильных устройствах остро стоит вопрос массогабаритных параметров. С целью упрощения и удешевления конструкции производителями трансиверов предлагается применение рамочных антенн, располагаемых непосредственно на печатной плате. В этом случае большую часть площади ВЧ-тракта занимает антенна (особенно на частотах менее 1 ГГц). Для уменьшения её размеров можно применять подложки с высокой диэлектрической проницаемостью. С целью увеличения дальности радиосвязи в изделиях, не критичных к массогабаритным параметрам, рекомендуются антенны с большей эффективностью, чем у рамочных.

В ряде трансиверов коэффициент усиления МШУ имеет регулировку для уменьшения риска возникновения эффекта насыщения.

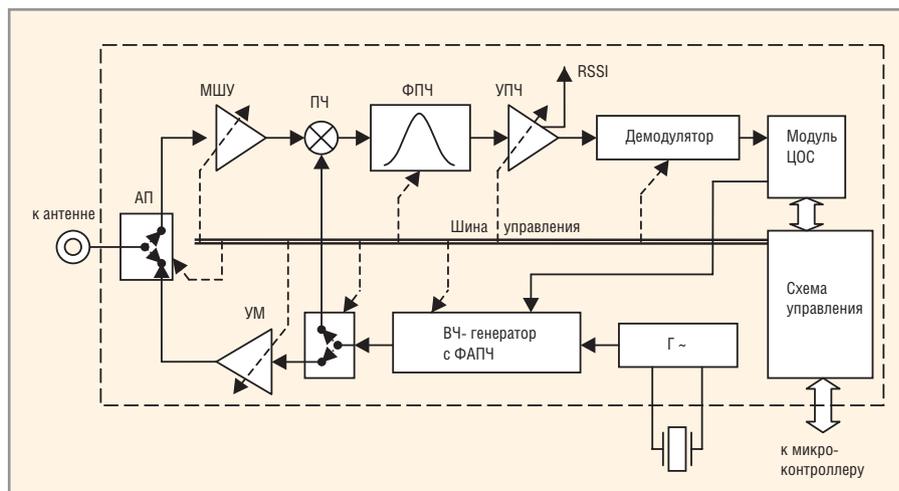
Ширина полосы пропускания фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) может либо выбираться из возможных значений, заданных на заводе-изготовителе, либо определяется характеристиками внешней цепи, которую можно подключить дополнительно. Такой широкий выбор может быть использован для реализации необходимой избирательности по соседнему каналу в каждом конкретном случае.

С выхода усилителя промежуточной частоты (УПЧ) можно получать сигнал RSSI (Received Signal Strength Indication — контроль уровня принимаемого сигнала). Микроконтроллер, управляющий связью, по сигналу RSSI может регулировать мощность передатчика «своего» устройства, а также сообщать удалённому устройству об уровне принимаемого сигнала. Такое использование RSSI позволяет в ряде случаев сократить энергопотребление, а также уменьшить взаимное влияние устройств одного диапазона. В одних трансиверах сигнал RSSI представляется в аналоговом виде, что требует применения АЦП на входе управляющего МК, в других — в цифровом виде, что упрощает интерфейс с МК, но уплотняет поток передаваемых по интерфейсу данных.

Часть микросхем имеет простой частотный демодулятор (см. рис. 1); другие — более сложный, например квадратурный, где используется два идентичных канала ПЧ и два смесителя, гетеродины которых имеют одинаковую частоту и разницу фаз 90° .

Сигнал с демодулятора подаётся на модуль цифровой обработки сигнала (ЦОС), а от него — через последовательный интерфейс к МК. К задачам модуля ЦОС может относиться декодирование, проверка на наличие ошибок, работа с адресацией пакетов, их ретрансляция. В случае отсутствия модуля ЦОС сигнал с демодулятора передаётся непосредственно в МК, и вся обработка принятого сигнала ложится на него.

При помощи последовательного интерфейса загружаются регистры конфигурации, управляющие работой трансивера, а также осуществляется обмен принимаемыми и передаваемыми данными. Во многих моделях трансиверов применяются сложные интерфейсы с отдельными линиями для управляющей информа-



Структурная схема типичного однокристалльного RF-трансивера диапазона частот 300...1000 МГц

ции и потока данных. Наиболее часто используются протоколы UART, SPI, I²C или их модификации.

Генератор ВЧ-колебаний во всех рассматриваемых трансиверах выполняет две функции. Во-первых, это задающий генератор передатчика, непосредственно осуществляющий FSK-модуляцию, а во-вторых, гетеродин приёмника. ВЧ-генератор стабилизируется системой с ФАПЧ. Иногда используется синтезатор частоты.

Усилитель мощности, как правило, имеет возможность регулировки уровня сигнала, отдаваемого в антенну. Регулировка может осуществляться как цифровым, так аналоговым способом. Количество шагов цифровой регулировки в зависимости от модели — от 4 до 256.

Для повышения помехоустойчивости в ряде трансиверов предлагается использовать методы расширения спектра [4]. Один из них — быстрый перескок частоты (БПЧ); в другом реализуется введение в передаваемый поток данных псевдошумовых последовательностей. Вопросы применения таких технологий требуют отдельного рассмотрения и в рамках данной статьи не затрагиваются.

В некоторых случаях БПЧ рекомендуется использовать для построения многоканальных систем с частотным разделением каналов.

Для точной настройки центральных частот приёмника и передатчика, удалённых друг от друга, в некоторых трансиверах предусмотрен индикатор ошибки частоты, который позволяет организовать автоподстройку частоты.

ПАРАМЕТРЫ ТРАНСИВЕРОВ

Поскольку трансивер представляет собой совокупность приёмника и передатчика, характеризуется он стандартными параметрами этих узлов, к которым следует добавить время перехода между режимами приёма и передачи. Это время необходимо для переключения антенного тракта, а также перестройки ВЧ-генератора, и может достигать нескольких миллисекунд.

Для мобильных устройств немаловажными параметрами является ток потребления и напряжение питания. Большинство трансиверов имеют возможность работы от низковольтных батарей или аккумуляторов. Для экономии энергии батарей применяются различные режимы энергосбережения. Они различаются временем выхода в режимы приёма и передачи и, соответственно, токами потребления.

RF-модули

Определённый интерес представляют модули, выпускаемые на основе однокристалльных приёмопередатчиков. RF-модуль — это высокочастотный блок, часто в экранированном корпусе с разъёмом под пайку. Для работы модуля необходимо подключить антенну, питание и интерфейс с МК. RF-модули хорошо подходят для мелкосерийного производства, когда стоимость и время разработки готового устройства должны быть минимальными. Кроме того, качество изготовления модуля в большинстве случаев значительно выше того, что может получиться при самостоятельном производстве радиочастотного тракта.

ОБЗОР ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Трансиверы диапазона

100...1000 МГц

Количество фирм, выпускающих RF-трансиверы, ограничено, а их продукция мало распространена в России. Рассмотрим изделия диапазона 100...1000 МГц, которые предлагаются на нашем рынке.

Фирма Nordic [5] выпускает несколько моделей однокристалльных RF-трансиверов, различающихся диапазоном частот и рядом возможностей. Один из самых популярных — nRF401; он в числе первых появился на российском рынке. Простота и низкая стоимость позволяли применять его в большинстве проектов, не предъявляющих высоких требований к дальности связи. nRF401 легко использовать вместо ВЧ-блока, собранного на дискретных элементах; при этом не требуется значительных изменений программного обеспечения, управляющего МК. С другой стороны, его простота является и недостатком. Отсутствие модуля ЦОС, выхода сигнала RSSI, сложное аналоговое управление мощностью выходного сигнала, невозможность использования БПЧ ограничивают применение nRF401 во многих устройствах. В последнее время фирмой Nordic рекомендуется в новых проектах использовать только nRF905. Это многодиапазонный RF-трансивер с расширенным количеством функций. У nRF905 фиксированные девиация частоты и скорость передачи, большое количество линий интерфейса с МК, отсутствуют сигнал RSSI и возможность БПЧ. Однако такие особенности, как аппаратная проверка CRC и адреса и возможность автоматической повторной передачи пакета данных делают применение этого трансивера весьма заманчивым, так как для выполнения функций приёма и передачи от МК не требуется высокой производительности. На базе nRF905 выпускается микросхема nRF9E5, совмещающая RF-трансивер и МК с ядром 8051.

Продукция фирмы Chipcon [6] не менее разнообразна, однако даже самые «скромные» трансиверы CC400 и CC900, различающиеся диапазоном частот, позволяют работать в системах с БПЧ, изменять девиацию частоты, плавно регулировать мощ-

ность выходного сигнала. Особенностью CC400 является возможность работы с повышенной мощностью выходного сигнала (до 25 мВт), хотя предельно-разрешённая мощность составляет 10 мВт. Среди недостатков следует выделить большой ток потребления во всех режимах, включая Standby, фиксированную скорость передачи и необходимость применения варикапа. Более функциональными трансиверами фирмы Chipcon являются CC1000 и CC1020. Трудно переоценить их гибкость в настройке и работе, малый ток потребления и быстроту переходных процессов. CC1020 отличается высокой производительностью модуля ЦОС, что позволяет значительно повысить чувствительность приёмника, кроме того, этот трансивер работает со всеми рассмотренными типами модуляции при скорости передачи до 153,6 Кбод, однако ток потребления в режиме приёма значительно больше, чем у CC1000. Все трансиверы сопровождаются программным обеспечением, упрощающим их конфигурирование. Фирма Chipcon выпускает микросхему CC1010, представляющую собой совокупность трансивера CC1000 и МК с ядром 8051.

Одно из лидирующих мест в производстве однокристалльных RF-трансиверов занимает фирма Xemics [7]. XE1201 — один из первых трансиверов этой фирмы. Он самый экономичный (с точки зрения энергопотребления) в режимах приёма и передачи, а также обладает сверхмалым временем переключения между этими режимами. К недостаткам следует отнести малую выходную мощность (максимум 3 мВт), невозможность работы на малых скоростях передачи данных и большое количество дополнительных внешних элементов. Наиболее интересным является XE1203. Аппаратная работа с 11-битным кодом Баркера выгодно отличает его от остальных трансиверов рассматриваемого диапазона. Кроме того, он самый мощный среди однокристалльных RF-трансиверов (максимальная мощность выходного сигнала достигает 32 мВт). Модуль ЦОС этого трансивера позволяет применять управляющие МК с ограниченной производительностью. Большой ток потребления в режиме передачи и малая мощность

насыщения приёмника могут ограничить его применение в мобильных приложениях.

Наиболее распространенный RF-трансивер AT86RF211 фирмы Atmel [8] по большинству параметров нельзя как-то выделить среди других. Однако количество перескоков частоты в единицу времени превышает этот параметр по сравнению со всеми остальными рассматриваемыми аналогами. Кроме того, в нём применено двойное преобразование частоты, что позволяет значительно снизить влияние побочных каналов приема. Передатчик трансивера ATA5811 обладает высоким КПД, а также отличается самым широким диапазоном питающих напряжений и малым током потребления в режиме Standby. Недостатком является сложность регулировки мощности выходного сигнала передатчика.

Фирма Micrel [9] занимается производством RF-трансиверов сравнительно недавно, но уже выпускает 4 микросхемы этого класса. Среди них нет универсальных, охватывающих все ISM-диапазоны 100...1000 МГц. MICRF500 и MICRF505 ориентированы на верхние частоты (915 МГц), а MICRF501 и MICRF506 — на нижние (433 МГц). Трансиверы фирмы Micrel способны работать с кодированием потока данных 3B4B. Продукция этой фирмы обладает самой большой скоростью передачи данных среди трансиверов с частотной модуляцией. Младшее (MICRF500 и MICRF501) семейство имеет сложное подключение с большим количеством дополнительных внешних компонентов.

Фирма RFM [10] выпускает два однокристалльных RF-трансивера, отличающихся рабочими частотами (433 и 916 МГц). Их особенностью является работа только с ASK-модуляцией, при этом обеспечивается высокая скорость передачи данных (до 576 Кбод). Однако малая выходная мощность сигнала передатчика и низкая чувствительность приёмника значительно ограничивают дальность связи устройств, построенных на этих микросхемах.

Существует ряд других фирм, среди которых Toshiba [11], Micro Linear [12], Texas Instruments [13], Honeywell [14], Maxim [15], занимающихся выпуском трансиверов диапазона 100...1000 МГц. Однако их продукция

Новости мира News of the World Новости мира

TeleCIS разрабатывает Wi-Fi & WiMax в одном чипе

Компания TeleCIS Wireless планирует создать линейку решений System-on-a-Chip (SoC), объединяющих технологии Wi-Fi и WiMax.

В 2007 г. будет представлен SoC-чипсет, поддерживающий фиксированные/мобильные системы WiMax, а также 802.11a, b, и g. Первые чипы WiMax для фиксированных систем руководство TeleCIS планирует выпустить во 2 полугодии 2005 г., а комбинированные чипы WiMax для фиксированных и мобильных решений – ещё через год.

По словам вице-президента по маркетингу TeleCIS Д. Суми, целью компании является создание многофункционального решения, поддерживающего все виды беспроводных технологий. По словам г-на Суми, для создания подобного чипсета необходимо снизить расходы на компоненты и материалы до приемлемого уровня. «Наши расходы на компоненты чипсета составляют менее \$100, в то время как более крупные производители тратят около \$200», – заявил Суми. «По сравнению со стандартными WiMax-продуктами мы также предоставляем 12...17 дБ дополнительной мощности сигнала», – добавил Суми.

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

Infineon разработала самый быстрый чип Bluetooth

Infineon Technologies анонсировала реализующую функции беспроводного взаимодействия Bluetooth микросхему BlueMoon UniCellular, которая основана на стандарте Bluetooth 2.0.

Благодаря применению технологии Enhanced Data Rate данная микросхема обеспечивает скорость обмена информацией до 2,1 Mbps, т.е. в три раза больше в сравнении с чипами, базирующимися на нынешней версии Bluetooth. При этом BlueMoon UniCellular является одной из самых миниатюрных полупроводниковых компонентов в своей категории. Еще одна ее отличительная особенность – высокая эффективность с точки зрения энергопотребления.

К массовому выпуску новых чипов Infineon рассчитывает приступить в середине следующего года.

<http://itc.ua/>

14-разрядный аналогово-цифровой преобразователь с 80 Мвыборок/сек

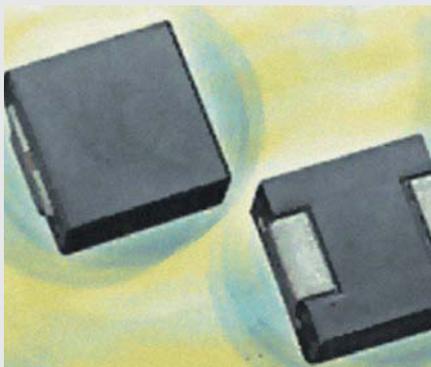
Фирма Analog Devices представляет AD9444, 14-разрядный аналогово-цифровой преобразователь, работающий со ско-

ростью преобразования 80 Мвыборок/с и обладающий отношением сигнал-шум 73,1дБ (тип.). Производитель рекомендует применять элемент в базовых станциях мобильных радиосистем, в тест-системах, в беспроводной широкополосной связи, в системах регистрации данных. В спецификации указывается динамический рабочий диапазон 97дБ. Типичная дифференциальная нелинейность составляет $\pm 0,4$ LSB, а интегральная нелинейность (INL) $\pm 0,6$ LSB, мощность рассеяния элемента составляет 1,2 Вт. AD9444 имеет параллельные LVDS-выходы и к тому же один синхровыход. В комбинации с другими элементами производителя чип является основой схемы цифрового радио-трансивера. Аналогово-цифровой преобразователь AD9444 уже сейчас может поставляться крупными партиями и предлагается в не содержащем свинца корпусе TQFP-EP со 100 выводами. При заказе от 1 000 штук аналогово-цифровой стоит \$38,25. Он поддерживается двумя оценочными платами и функциональной моделью, которая может использоваться для моделирования в комбинации с программным пакетом проектирования ADIsmADC компании Analog Devices.

<http://www.ru.channel-e.de/>

Многоамперные индуктивности толщиной в три миллиметра

Компания Vishay расширяет свое предложение индуктивных решений серий многоамперных индуктивностей в плоском исполнении. Компоненты предназначаются для применения в модулях стабилизаторов напряжения и преобразователей постоянного напряжения. Серия IHLM-2525CZ-01 имеет размер корпуса $6,47 \times 6,86 \times 3,0$ мм высоты и обладает исключительными высокочастотными характеристиками до 5 МГц. Благодаря своей нечувствительности к влаге, солям и химикалиям индуктивности должны обеспечивать высокую надежность при работе в автомобилях. Элементы имеют токи насыщения в диапазоне



7...60 А и типичные значения сопротивления постоянному току 1,5...102 мОм. Они могут переносить высокие пиковые токи, не входя в состояние насыщения.

<http://www.ru.channel-e.de/>

WaveSat выпустила первый стандартизованный чип WiMAX

Компания WaveSat начала поставки первого чипа, полностью удовлетворяющего стандарту IEEE 802.16-2004, или WiMAX.

Образчики чипа DM256 уже продаются производителям оборудования, а массовое производство начнется в январе, сказал вице-президент по продажам и маркетингу Ф. Драпер. Во втором квартале 2005 г. на рынке должно появиться оборудование на базе этого чипа, стоимостью от \$250...300, утверждает он.

Первый стандарт WiMAX IEEE 802.16-2004 предназначается для замены домашних и офисных проводных широкополосных соединений на беспроводные со сравнимой скоростью. Следующая версия, IEEE 802.16e, которая появится к 2007 г., будет рассчитана на мобильное применение.

Приверженцы WiMAX среди производителей считают, что цены на оборудование будут падать быстро с внедрением технологии в массы. Г-н Драпер считает, что устройства за \$250...300 к 2006...2007 году будут стоить не больше \$100. Одним из самых активных разработчиков WiMAX является корпорация Intel, готовящая к выпуску собственные чипы.

Технология WiMAX позволяет обмениваться данными на скорости до 70 Мб/с в диапазоне 20 МГц. Чип DM256 обеспечивает физическое соединение с сетью наподобие того, как модем принимает и передает данные в телефонной сети. Для полноценной реализации необходимо добавить в систему управляющий процессор доступа к носителю (MAC) и радиочастотный чип. DM256 подходит как для базовых станций, так и для клиентского оборудования. Последнее, в нынешней реализации чипа, должно быть оснащено внешней антенной. К концу следующего года выйдет новая версия, не требующая такой антенны. Вместе с этим, WaveSat перейдет на перепрограммируемые FPGA-чипы для базовых станций, отказавшись от интегральных схем.

Организация сертификации оборудования WiMax Forum, начнет свою работу в середине 2005 г. К этому времени многие клиенты компании уже выпускают свое оборудование, сообщил Computer Weekly.

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

Однокристалльные RF-трансиверы диапазона 100...1000 МГц

Характеристика	nRF401	nRF905	XE1201	XE1203	CC400	CC1000	AT86RF211	ATA5811	MICRF501	MICRF505
Рабочие частоты, МГц	433,92; 434,33	430...435; 860...928	300...500	433...435; 868...870; 902...928	300...500	300...1000	400...480; 800...950	313...31; 433...435; 867...870	300...600	850...950
Шаг перестройки частоты, кГц	–	100; 200	3,9	0,5	0,25	0,25	0,2	0,8	10	10
Тип модуляции	FSK	GFSK	FSK	FSK	FSK	ASK, FSK	FSK	ASK, FSK	FSK	FSK
Девияция при частотной модуляции, кГц	±15	±50	±4...±200	1...255	0...200	0...65	±1...±50	±16	±10...±140	±20...±500
Выходная мощность передатчика, дБм	–10...10	–10...10	–15...5	0...15	–5...14	–20...10	–10...12	0...10	–11...12	–11...10
Перестройка выходной мощности передатчика (количество шагов)	Резист. (непрер.)	Цифровая (4)	Цифровая (4)	Цифровая (4)	Цифровая (15)	Цифровая (256)	Цифровая (8)	Резист. (непрер.)	Цифровая (8)	Цифровая (8)
Кодирование	NRZ	Manch.	NRZ	NRZ, Barker, Manch.	Manch.	NRZ, Manch.	NRZ, Manch.	NRZ, Manch.	3B4B, Manch.	NRZ, 3B4B, Manch.
Скорость передачи NRZ-потока, Кбод	0...20	100	4...64	1,2...152,3	19,2	0,6...76,8	0,6...50	1...40	0...128	20...200
Потребляемый ток в режиме передачи с мощностью 10 дБм, мА	26	30	13,5 (при 5 дБм)	40	50	27,8	39	16	45	28
Чувствительность приемника, дБм (при скорости передачи, BER)	–105 (20 Кбод, 10–3)	–100 (50 Кбод, 10–3)	–109 (8 Кбод, 10–2)	–113 (4,8 Кбод, 10–3)	–112 (1,2 Кбод, 10–3)	–110 (2,4 Кбод, 10–3)	–105 (4,8 Кбод, 10–2)	–109,5 (2,4 Кбод, 10–3)	–105 (19 Кбод, 10–3)	–111 (2,4 Кбод, 10–3)
Мощность насыщения приемника, дБм	–15	0	0	–5	н/д	10	0	10	н/д	–12
Потребляемый ток в режиме приёма, мА	11	12,8	6	14	18	7,7...9,9	27	10,5	8	13,5
Напряжение питания, В	2,7...5,25	1,9...3,6	2,4...5,5	2,4...3,6	2,7...3,3	2,3...3,6	2,4...5,5	2,4...6,6	2,5...3,4	2,0...2,5
Потребляемый ток в режиме Standby, мкА	8	2,5	0,2	0,2	0,2	0,2	1	<0,01	<1	0,3
Временные параметры, мс										
- от приёма к передаче	1	0,55	0,015	н/д	0,1	0,15	0,2	0,4	2	0,6
- от передачи к приёму	3	0,55	0,06	н/д	0,1	0,15	0,2	1,4	2	0,6
- выход из Standby	2	0,65	2	<7	4	<5	8	<2	2	1,2
Сигнал RSSI	–	–	–	Цифровой	–	Аналогов.	Цифровой	Аналогов.	Аналогов.	Аналогов.
Количество линий интерфейса с микроконтроллером	5	10	8	9	5	7	6	9	7	6
Минимальное рекомендуемое число внешних компонентов										
- резисторы	4	3	–	1	3	1	4	–	16	7
- конденсаторы	11	11	12	12	14	13	35	1	33	13
- катушки индуктивности	1	–	9	3	3	3	12	11	5	1
- резонаторы	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
- ПАВ-фильтры	–	–	1	–	–	–	4	1	–	1
- варикап (диоды)	–	–	–	–	1	–	–	–	1 (2)	–
Корпус микросхемы (размеры, мм × мм)	SSOIC-22 (7 × 8)	QFN-32 (5 × 5)	TQFP-32 (9 × 9)	VQFN-48 (7 × 7)	SSOP-28 (8 × 10)	TSSOP28 (6 × 10)	TQFP-44 (9 × 9)	QFN-48 (7 × 7)	LQFP-44 (14 × 14)	MLF-32 (5 × 5)
Дополнительные возможности										
- блок ЦОС	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+
- CRC	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
- распознавание данных (адреса)	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–
- добавление адреса в пакет	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
- быстрый перескок частоты	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–
Приблизительная мелкооптовая цена на российском рынке, долл.	7,1	7,2	5,3	5,6	10	7,4	7,3	7,5	10	7,2

по разным причинам здесь подробно не рассматривается.

ТРАНСИВЕРЫ ДИАПАЗОНА 1...10 ГГц

Однокристалльные трансиверы диапазона 1...10 ГГц ориентированы на построение локальных вычислительных сетей ближнего действия. Большинство таких трансиверов применяются в устройствах, использующих передачу данных на основе протоколов Bluetooth, IEEE 802.15.4, IEEE 802.11a(b,g). Круг производителей однокристалльных приёмопередатчиков диапазона 2,4 ГГц узок (Nordic, Chipcon, Toshiba, Micro Linear, Texas Instruments, Honeywell, Maxim). Диапазон 5,8 ГГц пока сравнительно редко используется для передачи данных на ближние расстояния, поэтому однокристалльных трансиверов на эту частоту выпускаются мало (Micro Linear).

Обзор завершает сводная таблица однокристалльных RF-трансиверов диапазона 100...1000 МГц, работающих с частотной модуляцией. От каждой фирмы представлены по две микросхемы. В таблице указаны приблизительные цены на мелкооптовые партии, предлагаемые российскими дилерами. Парадоксом, всё чаще встречающимся в электронике, является то, что цены одного производителя на «младшие» изделия могут превышать цены «старших». Это связано с постоянным совершенствованием технологий изготовления микросхем, так что более поздние из них имеют меньшую стоимость, хотя их функциональность и производительность выше. В таблице вошли лишь те параметры, которые могли бы в первом приближении сориентировать читателя в выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.radioscaner.ru/freqs/file/list03.html.
2. Радиоприёмные устройства: Учебник для студентов вузов по специальности РС, РВ и ТВ. Под ред. Н.Н. Фомина. М.: Радио и связь, 1996.
3. Радиопередаточные устройства: Учебник для студентов вузов по специальности РС, РВ и ТВ. Под ред. В.В. Шахгильдяна. М.: Радио и связь, 2003.
4. Прокис Дж. Цифровая связь. М.: Радио и связь, 2000.
5. www.nvlsi.no.
6. www.chipcon.com.
7. www.xemics.com.
8. www.atmel.com.
9. www.micrel.com.
10. www.rfm.com.
11. www.toshiba.com.
12. www.microlinear.com.
13. www.ti.com.
14. www.honeywell.com.
15. www.maxim-ic.com.



Новости мира News of the World Новости мира

Одночиповые Wi-Fi компоненты – в ближайшем будущем

Два известных в мире беспроводных сетей производителя чипов, компании Broadcom и Atheros Communications планируют представить одночиповые решения для клиентского оборудования. У Broadcom это будет AirForce OneChip, который компания планирует анонсировать на этой неделе. Решение от Atheros будет представлено только в первой половине будущего года.

По словам инженеров Broadcom, энергопотребление AirForce OneChip в режиме передачи будет на 70%, в режиме приема – на 80%, а в режиме ожидания – на 97% меньше, чем у чипсета Intel Centrino. По сравнению с предыдущими решениями в новом WLAN-модуле будет на 85% меньше компонентов, что позволит снизить стоимость клиентского оборудования.

Как отметило руководство компании, чипы появятся в КПК Pocket PC уже в декабре, сотовых телефонах с поддержкой VoIP, камерах, MP3-плеерах и автомобилях – в течение ближайшей пары лет. В дальнейшем Broadcom готовится выпустить версии OneChip с поддержкой 802.11g и 802.11a/g. Цена AirForce OneChip составит около \$13 в партиях от 10 тыс. штук.

Что касается решения конкурентов, то чип Atheros, хоть и будет представлен

позже, но сразу будет поддерживать 802.11g и 802.11a/g. Пока же, в качестве «переходного» варианта Atheros выпустит чипсет с пониженным энергопотреблением – в режиме ожидания потребляемый ток составит только 4 миллиампера.

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

Выпущен первый полностью WiMax-совместимый чип

Фирма WaveSat начала поставки чипа DM256, который по ее информации, является первым решением, полностью совместимым с широкополосным стандартом беспроводных коммуникаций IEEE 802.16-2004, известным также под названием WiMax.

Спецификации IEEE 802.16-2004 определяют технологию фиксированной беспроводной связи, а следующая их версия – IEEE 802.16e, ожидаемая в 2007 г. расширит указанный стандарт и на мобильные сервисы.

Чип физического уровня DM256 выполняет роль модема и предназначен для применения как в базовых станциях, с полосой пропускания до 70 Mbps так и в клиентских устройствах. В настоящее время он требует наличия в квартирах и офисах наружной антенны, а к концу следующего года в продаже появится улучшенная версия, позволяющая обойти это ограничение.

Предполагается, что микросхема будет применена в составе продуктов сто-

имостью от \$250 до \$300 со второго квартала 2005 г.

Стандарт WiMax в настоящее время агрессивно продвигается компанией Intel и ожидается, что стоимость совместимого с ним оборудования снизится до уровня \$100 в 2006-2007 гг.

<http://itc.ua/>

Turion – новая линейка мобильных процессоров от AMD

AMD анонсировала выпуск линейки микропроцессоров для легких и тонких ноутбуков, которые будут продвигаться на рынке под новой маркой – Turion, или точнее, AMD Turion 64 Mobile Technology. Как отмечают специалисты, речь, судя по всему, идет о конкуренте технологии Intel Centrino.

При этом компания продолжит выпуск чипов для высокопроизводительных мобильных ПК, рассматриваемых как замена настольным системам – Mobile AMD Athlon 64 (которые на сегодняшний день составляют основную массу предлагаемых AMD мобильных процессоров), а также чипов для бюджетных моделей – AMD Sempron.

Технические подробности об AMD Turion пока не сообщаются. Первые компьютеры на базе данных процессоров появятся предположительно к середине текущего года.

<http://itc.ua/>