

Серия высокоскоростных 3G/4G-модемов AirPrime MC в конструктиве PCI Express Mini Cards

Виктор АЛЕКСЕЕВ

Канадская фирма **Sierra Wireless** выпускает широкий спектр модулей и модемов для высокоскоростных мобильных сетей. Особое место в номенклатуре продукции занимают модемы серии **AirPrime MC**, которые могут принимать данные от базовой станции со скоростью до 42 Мбит/с в сетях 3G и до 100 Мбит/с в LTE.

Серия AirPrime MC Series — законченные, полностью готовые к работе устройства для мобильной связи в сетях 3G/4G, выполненные в стандартном конструктиве PCI Express (PCIe) Mini Cards с поддержкой интерфейса USB 2.0. Основная отличительная черта устройств этой серии — форм-фактор Mini Cards (MC).

Особенности стандарта PCIe

Стандарт PCI Express разрабатывался в рамках проекта PCI Special Interest Group [18]. В нем сохранены такие важные параметры шины PCI, как программная модель и высокопроизводительный физический

протокол, использующий последовательный интерфейс передачи данных. Особое внимание в этом стандарте уделяется скорости передачи данных.

Все модули, изготовленные в конструктиве PCIe, имеют одинаковый размер: 30×50,95 мм. Существует два вида Mini Card: Full-Mini Card и Half-Mini Card. Стандартом PCI Express Full-Mini Card жестко регламентируются длина, ширина и параметры интерфейсного разъема (рис. 1). Толщина модуля может варьироваться для каждой модели.

На контактный разъем 52 (рис. 1) выведены шины ×1 PCIe, USB 2.0 и SMBus. В таблице 1 приведены названия и параметры сигналов этого интерфейса.

Основные контакты, показанные в таблице 1, одинаковы для всех изделий стандарта PCIe [1]. Неподключенные выводы различные производители могут использовать по своему усмотрению. Так, например, в модулях серии AirPrime MC свободные выводы 45, 47, 49, 51 использованы для сигналов четырехпроводного UART. В то же время

Таблица 1. Выводы карт стандарта Mini PCIe

№ вывода	Назначение	№ вывода	Назначение
51	Зарезервировано	52	+3,3 В
49		50	GND
47		48	+1,5 В
45		46	LED_WLAN#
43		44	LED_WLAN#
41	Зарезервировано (+3,3 В)	42	LED_WWAN#
39		40	GND
37	Зарезервировано (GND)	38	USB_D+
35	GND	36	USB_D-
33	PETp0	34	GND
31	PETn0	32	SMB_DATA
29	GND	30	SMB_CLK
27	GND	28	+1,5 В
25	PERp0	26	GND
23	PERn0	24	+3,3 В aux
21	GND	22	PERST#
19	Зарезервировано (UIM_C4)	20	W_DISABLE#
17	Зарезервировано (UIM_C8)	18	GND
Перегорodka		Перегорodka	
15	GND	16	UIM_VPP
13	REFCLK+	14	UIM_RESET
11	REFCLK-	12	UIM_CLK
9	GND	10	UIM_DATA
7	CLKREQ#	8	UIM_PWR
5	Зарезервировано (COEX2)	6	1,5 В
3	Зарезервировано (COEX1)	4	GND
1	WAKE#	2	3,3 В

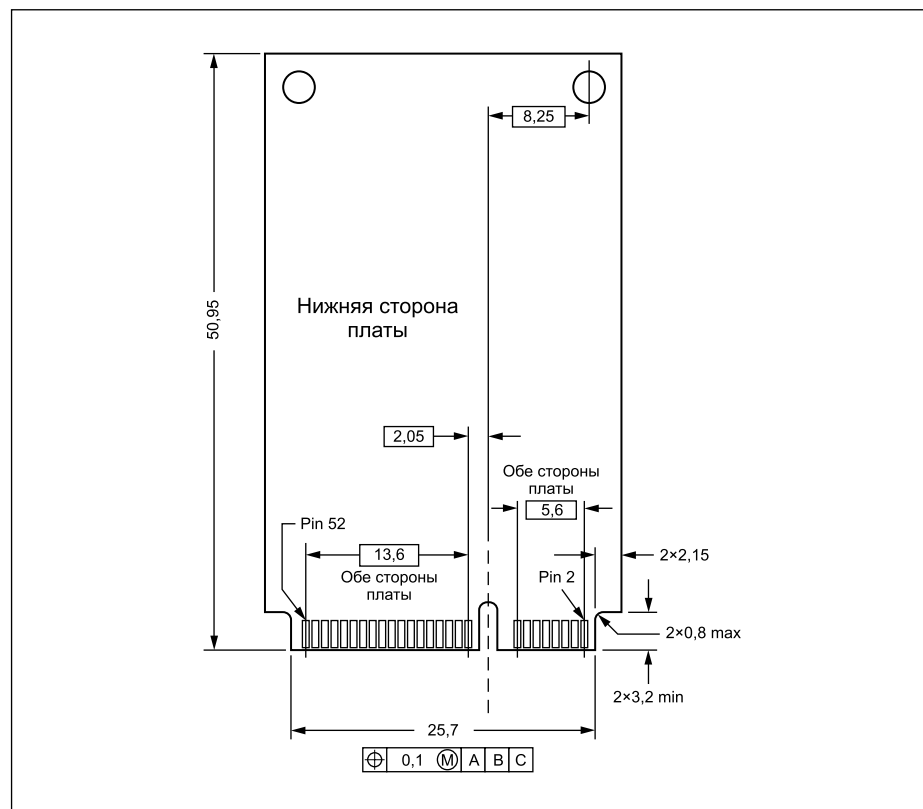


Рис. 1. Габаритные размеры платы, регламентированные стандартом PCI Express Full-Mini Card

в варианте с поддержкой PCM эти выходы можно использовать для сигналов CLK/I²S, DOUT/I²S, DIN/I²S.

Стандарт PCI Express Mini Card поддерживает две основные системные шины: PCI Express и USB (рис. 2).

Существуют три спецификации PCI Express Mini Cards (PCIe), обеспечивающие различную пропускную способность:

- v1.x — 250 Мбит/с;
- v2.x — 500 Мбит/с;
- v3.0 — 1 Гбит/с.

Высокие скорости передачи данных возможны благодаря архитектуре стандарта, в котором используется пакетная сеть с топологией «звезда». Различные карты PCIe напрямую связаны соединением «точка-точка» с коммутатором. Таких линий может быть несколько. По существу, шина PCI Express представляет собой совокупность независимых последовательных каналов передачи данных с сигнальным уровнем 0,8 В.

В основе PCI Express заложен принцип независимых протоколов, каждый из которых может быть модернизирован независимо от остальных. Гибкость этого решения позволяет создавать различные топологические схемы с различными параметрами передачи данных.

В базовой спецификации v1.2 заложены такие важные функции, как:

- создание виртуальных каналов;
- гарантированная пропускная полоса и время отклика;
- контроль качества передачи данных QoS (Quality of Service);
- контроль целостности передаваемых данных (CRC);
- удаленное управление питанием;
- возможность «горячей» замены карт.

Перечисленные функции сохранены и в последующих спецификациях.

Характеристики модемов серии AirPrime MC

Конструктив PCI Express Mini Card позволяет легко интегрировать модули серии AirPrime MC в любые устройства, имеющие



Рис. 3. Модули AirPrime MC можно легко интегрировать в любые устройства, имеющие слот PCI Express Mini Card

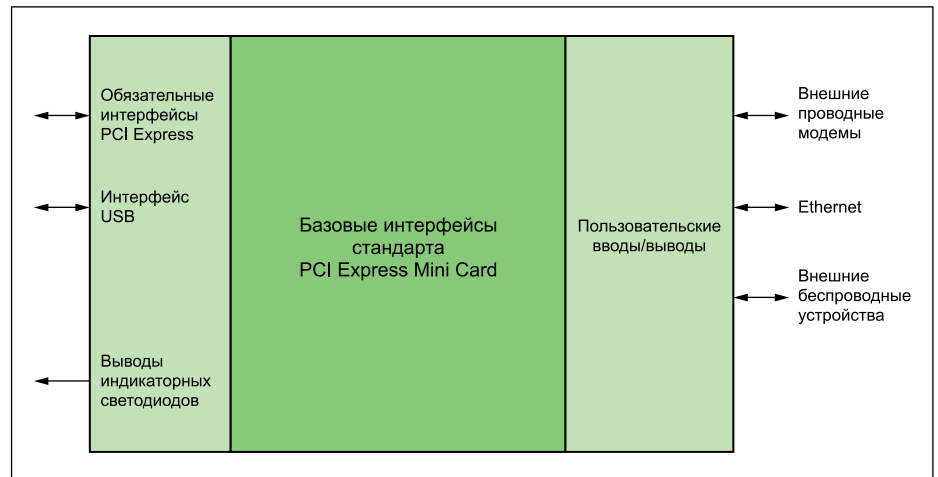


Рис. 2. Интерфейсы, поддерживаемые стандартом PCI Express Mini Card

этот слот, такие, например, как различные одноплатные компьютеры, планшеты и ноутбуки (рис. 3).

Стандарты передачи данных

В серии AirPrime MC представлены модемы, поддерживающие все существующие стандарты передачи данных в мобильных сетях: GPRS, EDGE, EV-DO, HSDPA, HSPA+, Dual-Cell HSDPA, HSUPA, LTE. Различные модели отличаются друг от друга стандартом сотовой связи, частотным диапазоном, наличием GNSS-приемника, дополнительными сервисными функциями. В настоящее время в серии выпускаются две основные группы модемов, предназначенные для сетей 3G (HSPA) и 4G (LTE).

Модемы с поддержкой HSPA — это четыре базовых семейства: MC809x MC9090 MC870x,

MC8805. Модемы MC5728V предназначены для работы с сетями EV-DO Rev A, 1xRTT, 800/1900 МГц. Сети DC-HSPA+ поддерживаются семейством модемов MC8805.

Технические характеристики модемов для сетей 3G приведены в таблице 2. Однако не указаны данные для моделей MC8700 и MC879x, поскольку базовые чипы этих модемов устарели, и их не рекомендуется использовать в новых разработках. Отметим лишь, что в том случае, когда не нужны аналоговый аудиointерфейс и АЦП, в новых изделиях вместо MC879x следует использовать модемы MC8090/MC8092. Модель MC8700 лучше всего заменить на MC8704/05.

Общими для всех моделей с поддержкой EV-DO и HSPA+ являются: наличие функций эхоподавления и отключения основного радиоканала; интерфейс USB 2.0 High

Таблица 2. Параметры модемов AirPrime MC с поддержкой EV-DO и HSPA+

Параметр	MC5728V	MC9090	MC809x	MC870x	MC8805
Стандарт беспроводной связи	EV-DO Rev A, 1xRTT	HSPA+, GSM/GPRS/EDGE, EV-DO Rev A, 1xRTT	HSPA+, GSM/GPRS/EDGE		DC-HSPA+, HSPA+, GSM/GPRS
Скорость передачи данных, Мбит/с	Download Rate	3,1	14,4	21,1	42
	Upload Rate	1,8	5,76		
Диапазон частот WCDMA, МГц		850/900/1900/2100; для MC8090: 800/850/1900/2100; для MC8092: 900/2100			2100 (B1), 1900 (B2), 850 (B5), 900 (B8)
Диапазон частот CDMA, МГц, 1xRTT/EV-DO Rev A	800/1900				
Диапазон частот GSM/GPRS/EDGE, МГц	850/900/1800/1900				
Сертификаты соответствия	FCC, IC	FCC, IC, PTCRB, NCC	MC8090: FCC, IC, PTCRB; MC8092: CE, GCF-CC	CE, FCC, IC, NCC, PTCRB, GCF-CC	CE, GCF, NCC
Аудио-интерфейс	Аналоговый	1 выход динамика, 1 вход микрофона			
	Цифровой	PCM	PCM-модификация		MC8704: I ² S
Кодек	HR, FR, EFR, AMR			MC8704: AMR-NB, GSM-EFR, GSM-FR, GSM-HR, GSM CTM	
UART	1x8-Wire (UART-модификация)	1x4-Wire (UART-модификация)			
Базовое напряжение Vref, В	2,6	1,8			
Пользовательские входы/выходы GPIO		4	5		
Антенный разъем U.FL	2	3	3	2	2
GNSS	Standalone, gps OneTM	Standalone, A-GPS, gps XTRA			Standalone, A-GPS, gps XTRA, Gionass
Интерфейсы внешнего управления	AT-команды, CnS			AT-команды, Gobi API	
Габаритные размеры, мм			51x30x4,5	51x30x2,7	
Диапазон рабочих температур, °C	-30...+75	-40...+85		-25...+75	

Таблица 3. Параметры модемов AirPrime MC с поддержкой LTE

Параметр		MC7354	MC7350	MC7330	MC730x	MC77xx
Стандарт беспроводной связи		LTE, DC-HSPA+, HSPA+, HSDPA, HSUPA, WCDMA, GSM, GPRS, EDGE, CDMA EVDO Release 0, EVDO Release A (не поддерживается в модели MC7350-L)		LTE, DC-HSPA+, HSPA+, HSDPA, HSUPA, WCDMA, GSM, GPRS, EDGE		LTE, HSPA+, GSM/GPRS/EDGE, EV-DO Rev A, 1xRTT (в MC7750)
Скорость передачи данных, Мбит/с	Download Rate	LTE: 100; HSPA+: 42; CDMA: 3,1				100
	Upload Rate	LTE: 50; HSPA+: 5,6				50
Диапазон частот LTE, МГц		1900 (B2), AWS 1700/2100 (B4), 850 (B5), 700 (B13), 700 (B17), 1900 G Block (B25)	AWS 1700/2100 (B4), 700 (B13), 1900 G Block (B25) (не поддерживается в модели MC7350-L)	2100 (B1), 850 (B19), 1500 (B21)	2100 (B1), 1800 (B3), 2600 (B7), 900 (B8), 800 (B20)	MC7700: 2100 (B1), AWS (B4), 700 (B17); MC7710: 2100 (B1), 1800 (B3), 2600 (B7), 900 (B8), 800 (B20); MC7750: 700 (B13)
Диапазон частот WCDMA, МГц		2100 (B1), 1900 (B2), AWS 1700/2100 (B4), 850 (B5)		2100 (B1), 850 (B5), 850 (B6), 850 (B19)	2100 (B1), 1900 (B2), 850 (B5), 900 (B8)	MC7700: 2100 (B1), 1900 (B2), 850 (B5) MC7710: 2100 (B1), 900 (B8)
Диапазон частот CDMA, МГц, 1xRTT/EV-DO Rev A		Cellular 800 (BC0), PCS 1900 (BC1), Secondary 800 (BC10) (не поддерживается в модели MC7350-L)				MC7750: 800 (BC0), 1900 (BC1)
Сертификаты соответствия		FCC, NCC, IC		JATE/TELEC, NCC	CE, GCF, NCC	MC7700: FCC, IC, NCC, PTCRB, JATE/TELEC; MC7710: CE, GCF-CC, NCC; MC7750: FCC, IC, NCC
Цифровой аудиointерфейс		PCM/IFS				
Функция эхоподавления		Да				
Поддержка DTMF		Да				
USB		USB 2.0 High Speed				USB 2.0
ГНСС		Standalone, A-GPS, gps XTRA, Glonass			Standalone, A-GPS, gps XTRA	
Габаритные размеры, мм		51×30×2,7				51×30×4,75
Диапазон рабочих температур, °С	класс "B"	-40...+85				-25...+60
	класс "A" (3GPP compliant)	-30...+70				

Speed. Все модули имеют драйверы для ОС Windows 7/8/Mobile 6.5/CE 6.0, Android, Linux.

Для работы в сетях LTE выпускаются модемы MC7304/7305/7330/7350/7354/7355 (табл. 3).

Общими для всех моделей с поддержкой LTE являются: наличие функции MIMO, а также функций отключения основного радиоканала и приемника GNSS; возможность внешнего управления при помощи AT-команд и Gobi API; напряжение на вводах/выводах 1,8 В. Все модули имеют драйверы для ОС Windows 7/8/Mobile 6.5/CE 6.0, Android, Linux.

Практически все модели работают в диапазонах частот 850/900/1800/1900 МГц (GSM/GPRS/EDGE), исключение составляет MC7710 (900/1800/1900 МГц).

Следует обратить внимание на то, что модем MC7355 предназначен для эксплуатации в Северной Америке в сетях AT&T, Sprint, Verizon. Модель MC7330 разработана специально для эксплуатации в Японии в сетях NTT Docomo. А MC7305 может быть использован как в Европе, так и в Австралии, и в Африке. Список операторов сетей сотовой связи, поддерживающих LTE на территории РФ, приведен на сайте [3].

Практически все модемы могут работать в том стандарте, который поддерживается именно в данной географической точке. Если в этом месте нет сети 4G, модуль автоматически переключается в режим 3G. Если нет сети 3G, то модуль ищет сеть 2G и передает данные по каналам GPRS или EDGE.

Антенные разъемы

Все модули серии AirPrime MC имеют разъемы для подключения внешних антенн Hirose U.FL #CL331-0471-0-10. В зависимости от того, какие сети и ГНСС поддерживаются, разные модели имеют от одного до трех антенных разъемов. Во всех моделях есть Pin 52 — контактный стандартный раз-

ем, который стыкуется с ответной частью разъемов, выпускаемых компаниями Tyco, Foxconn, Molex и др. Например, в отладочном комплекте Mini Card Dev Kit board использован разъем а Molex 67910-0001. В моделях с держателем SIM-карты установлены разъемы типа USIM ITT CCM03-3518.

Напряжение питания

Модули AirPrime MC спроектированы для работы с номинальным напряжением питания 3,3 В (допустимый диапазон 3–3,6 В). Исключение составляет модуль MC8201, у которого номинальное значение напряжения питания равно 3,8 В, а допустимый диапазон составляет 3,4–4,2 В. В модулях этой серии нет дополнительных стабилизаторов и фильтров напряжения питания. Поэтому внешнее напряжение питания должно быть стабилизированным и очищенным от пульсаций. Поэтому пульсации напряжения питания не должны превышать 200 мВ в размахе в диапазоне от 1 Гц до 100 кГц. В случае отклонения питающего напряжения от заданных параметров на время больше чем 10,5 с, модуль автоматически перезапускается. В этом случае хост-контроллер получает сообщение CnS notification (Return Radio Voltage — 0x0009) и вырабатывает управляющий сигнал. Контроль напряжения питания реализуется через вывод W_Disable#signal. Модуль будет находиться в выключенном состоянии, если на этом выводе низкий логический уровень. При автоматическом перезапуске на контакт W_Disable#signal подается последовательность импульсов длительностью 500 мс (для моделей MC8775/MC8775V это время составляет 50 мс).

В зависимости от напряжения питания возможны следующие режимы работы модулей:

- «Отсоединен» (Disconnected): питание не подано, на всех блоках модуля напряжение равно нулю.

- «Выключен» (Off): питание подано, но модуль выключен по управляющему контакту (на контакте W_Disable# signal низкий логический уровень).
- «Нормальный режим работы» (Normal): полная функциональность модуля (Receive, Transmit, Sleep, Shutdown, USB).
- «Режим полета» (Airplane mode): модуль выключен, но радиочастотная часть не работает (Rx, Tx отключены, AT+CFUN = 0).

Температурный режим

В модулях этой серии реализованы также функции защиты от короткого замыкания и перегрева. Диапазон рабочих температур -40...+85 °С (для модулей серий MC87xx, MC77xx он значительно шире: -25...+60 °С). При достижении критических температурных значений (+108 °С) модуль автоматически выключается.

Особенности монтажа

Предусмотрено два способа монтажа модулей серии MC на плату. В одном случае модуль просто вставляется в слот PCIe. Если такого слота нет, установка на плату реализуется с помощью разъема AS0B226-S68K-7H и металлического фиксатора AS0B226-S68Q-7H. Установленный в разъем модуль жестко фиксируется защелками и не требует дополнительного крепления к плате.

Программная поддержка

Все модемы серии MC поддерживают комплект программного обеспечения (ПО) Sierra Wireless Watcher [2], которое позволяет в режиме реального времени контролировать такие параметры, как текущее состояние модема, статус соединения, уровень сигнала сети, а также информацию о роуминге. Программа предназначена для работы в ОС Windows Vista (32/64) / XP (32/64) / 7 (32/64), имеет простой и удобный интерфейс (рис. 4).



Рис. 4. Интерфейс программы Sierra Wireless Watcher

Одной из наиболее важных функций является возможность удаленного обновления ПО.

Версия Sierra Wireless Watcher 3.1 имеет GNSS-интерфейс, который позволяет работать с ГЛОНАСС- и GPS-протоколами. Программа может предоставлять текущую информацию о количестве и параметрах зарегистрированных спутников, а также навигационную информацию (координаты, скорость и т. д.). Предусмотрена возможность работы с электронными картами, что позволяет наблюдать объекты на карте местности в реальном масштабе времени.

Модемы серии AirPrime MC могут работать и без ПО Sierra Wireless. При использовании модемов с компьютерами, работающими под

управлением Windows 7 (и выше), поддерживается утилита Windows Mobile Broadband, которая позволяет подключать пользователя к Интернету в автоматическом режиме.

Заключение

Модемы серии Sierra Wireless AirPrime MC нашли широкое применение в таких областях, как:

- промышленные компьютеры;
- ноутбуки и планшетные компьютеры;
- M2M-приложения;
- платежные терминалы, банкоматы и торговые автоматы;
- аварийные системы;
- системы спутникового мониторинга.

Среди оборудования серии AirPrime MC разработчики смогут найти конкретную модель, необходимую для решения их конкретной задачи, — от самых простых и дешевых модулей серии MC87xx до моделей последнего поколения серии MC73xx с поддержкой LTE, GPS, ГЛОНАСС. ■

Литература

1. PCI Express Mini Card Electromechanical Specification Revision 1.2, PCI-SIG. www.pcisig.com
2. <http://www.sierrawireless.com/Support.aspx>
3. <http://www.mforum.ru/news/article/100885.htm>