

# Все радиочастотные соединители мира.

## Часть 4.

### Микроминиатюрные соединители

К важнейшим направлениям развития микроэлектроники относятся микроминиатюризация, повышение надежности и использование высокотехнологичных процессов производства. Это обусловлено возросшим применением изделий микроэлектроники в быстро развивающихся системах мобильной связи и телекоммуникаций, компьютерах и периферийных устройствах, военных и аэрокосмических системах, измерительной и медицинской технике. Для выпуска микроэлектронных устройств широко применяют высокопроизводительную технику поверхностного монтажа, обеспечивающую групповые методы автоматизированной сборки и пайки. Для этого необходимы соответствующие радиокомпоненты, в том числе микроминиатюрные соединители для ввода и вывода энергии и соединений между платами.

В первых трех частях публикации [1–3] были рассмотрены радиочастотные соединители разных групп, большие, средние, миниатюрные и субминиатюрные соединители. Четвертая часть статьи посвящена микроминиатюрным соединителям.

Кива ДЖУРИНСКИЙ,  
к. т. н.  
kbd.istok@mail.ru

#### Соединитель MCX

Соединители MCX (OSX) с волновым сопротивлением 50 Ом (MCX50) и 75 Ом (MCX75), розетка и вилка, разработаны в 1980-х годах для миниатюризации устройств и снижения стоимости их монтажа. Их применение оптимизирует конструкцию печатной платы и позволяет использовать технологию печатного монтажа. Они являются более миниатюрными (приблизительно на 30%) аналогами соединителей SMB, хотя в обоих соединителях использована одинаковая коаксиальная линия с фторопластовым заполнением. В соединителях с волновым сопротивлением 50 Ом ее размеры 3/0,94 мм.

Интерфейсы соединителей MCX50 и MCX75 показаны на рис. 1, а их внешний вид — на рис. 2.

Соединение вилки и розетки осуществляется защелкиванием выступа на корпусе вилки в проточке в корпусе розетки. Монтаж радиочастотного кабеля в эти соединители производится методами обжима или обжима и пайки. Применяемые кабели — RG-196, RG-188, RG-405 и 0,047".

Соединители MCX выполнены в соответствии с требованиями европейского стандарта CECC 22220 и имеют основные параметры, которые представлены в таблице 1.

Разработаны следующие типы соединителей MCX: прямые, угловые и панельные кабельные розетка и вилка для гибкого



Рис. 2. Соединители MCX

или полужесткого кабеля, выводы энергии для установки на печатные платы пресовой посадкой или пайкой, реверсивные

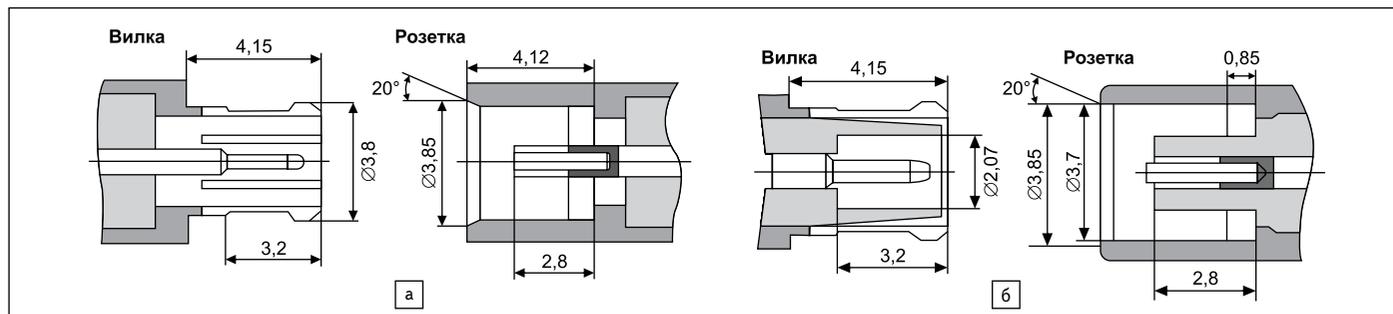


Рис. 1. Интерфейсы соединителей: а) MCX50; б) MCX75

Таблица 1. Основные параметры соединителей MCX, MMCX, SSMB

Параметры соединителей	MCX50	MCX75	MMCX	SSMB
Волновое сопротивление	50	75	50	50
Рабочий диапазон частот, ГГц	0–6	0–2,5	0–6	0–12,4 (0–6 оптимально)
Рабочее напряжение, В (зависит от типа кабеля)	≥70	≥170	≤170	250
Напряжение пробоя, В (зависит от типа кабеля)	≥750	≥500	500	≥500
Экранное затухание, дБ (на частоте, ГГц): – для гибкого кабеля – для полужесткого кабеля	–60 –70	–	–60	–80 (3) –70 (6)
Максимальный КСВН (кабельные соединители)	–	–	1,4	1,2
Сопротивление изоляции, МОм,	1000			
Сопротивление контакта, МОм: – центрального – наружного	5 1	5 2,5	5 2,5	5 1
Усилие соединения, Н	≤15	≤25	≤25	≤25
Усилие разъединения, Н	8–20	8–20	6–15	≤20
Допустимое количество соединений и разъединений	500	500	500	500
Диапазон рабочих температур, °С	–55...+155	–65...+165	–55...+155	–55...+155

соединители, адаптеры. Соединители MCX компактны, имеют простую конструкцию и высокую надежность и потому широко применяются в устройствах беспроводной мобильной связи, системах GPS, PS/LAN, радио- и телекоммуникационных системах военного и гражданского назначения, автомобильной электронике и системах телевидения.

### Соединитель MMCX

Соединители MMCX — miniature MCX (их еще называют Micro Mate), разработанные компанией Amphenol в 1990-х годах, являются миниатюрным аналогом соединителей MCX (компактнее на 30%). В них применена коаксиальная линия размерами 2,3/0,7 мм, заполненная фторопластом (рис. 3).

Особенности этих соединителей — snap-on механизм соединения с помощью защелкиваемого кольца на корпусе вилки и неразрезного (без ламелей) наружного проводника — розетки. Благодаря этому обеспечиваются быстрое соединение и разъединение и высокое экранное затухание. В соединенной паре кабельный соединитель может поворачиваться на 360°.

Соединители MMCX соответствуют требованиям стандарта CECC 22000. Их параметры представлены в таблице 1.

Разработаны следующие модификации соединителей MMCX: прямые, угловые и панельные кабельные розетка и вилка для



Рис. 4. Соединители MMCX

монтажа гибкого или полужесткого кабелей (обжатием или пайкой), концевые розетки, выводы энергии для установки в отверстия печатных плат и, что особенно важно, для поверхностного монтажа, разнообразные адаптеры (рис. 4).

Компания Huber+Suhner предложила оригинальную конструкцию прямых и угловых кубических соединителей MMCX с размерами 5×5×5 мм (показаны на рис. 4) для автоматизированного поверхностного монтажа на платы.

Создание соединителей MMCX было необходимо для дальнейшей миниатюризации систем телекоммуникации и беспроводной связи, приемников GPS.

### Соединитель SSMB

Этот соединитель имеет несколько других обозначений: MMBX (Micro Miniature Board Connectors), MMSX (Micro Miniature Spherical Connector), SSMB-Nano. Он является миниатюрной версией стандартного соединителя SMB. Интерфейс SSMB показан на рис. 5.

Соединитель SSMB оснащен фиксирующим механизмом с защелкой (snap-on). Наружный контакт соединителей вилка имеет продольные разрезы, что делает его пружинным и снижает усилие при соединении и разъединении.

Корпусы соединителей изготовлены из латуни, центральный и наружный контакты — из упрочненного медно-бериллиевого сплава, а изолятор — из фторопласта. Покрытие контактов — золота, корпуса — золото, SUCOPRO или SUCOPLATE.

Разработаны прямые и угловые кабельные вилка и розетка, соединители для поверхностного и штырькового монтажа на платы, концевые розетки для соединения печатных плат с промежуточными адаптерами и адаптерами для выхода на базовые соединители типа SMA (рис. 6).



Рис. 6. Соединители SSMB

Кабельные соединители предназначены для работы со стандартными гибкими кабелями (RG-178, RG-188, RG-174, RG-196 или их аналоги) и полужестким кабелем 0,085". Соединители SSMB поставляются отдельно и в составе кабельных сборок.

SSMB соответствуют требованиям стандартов IEC 169-19 и CECC 22000 (MIL-C-39012). Основные параметры этих соединителей приведены в таблице 1. Их допустимая мощность — 125 Вт при температуре до +40 °С.

Основное достоинство SSMB — миниатюрность и возможность быстрого соединения и разъединения плат в телекоммуникационных системах второго и третьего поколений (GSM, PCS, WCDMA, UMTS и др.). Для соединения плат используют два одинаковых соединителя типа розетка и промежуточный адаптер. Адаптер обеспечивает фиксацию соединения (snap-on) с одной из розеток и скользящее соединение (slide-on) со второй розеткой. При расстыковке адаптер оста-

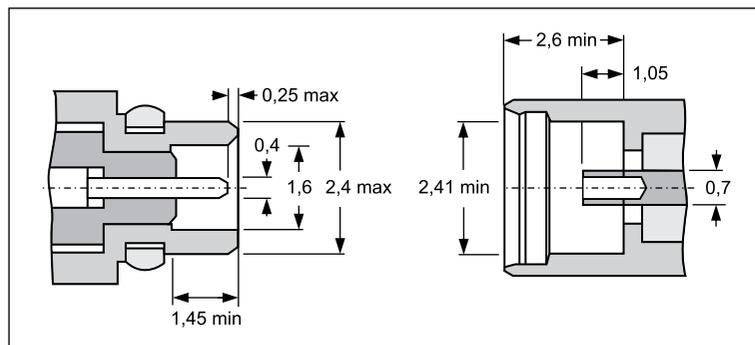


Рис. 3. Интерфейс соединителей MMCX (вилка и розетка)

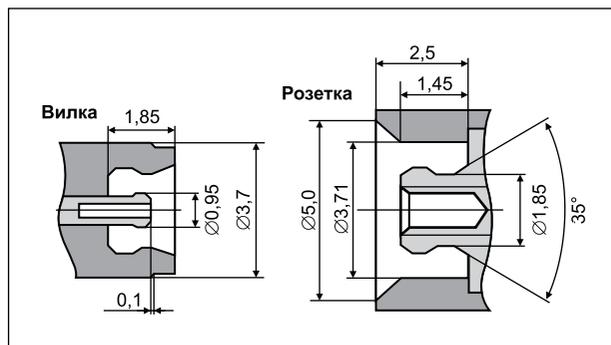


Рис. 5. Интерфейс соединителей SSMB

ется на той из соединяемых печатных плат, на которой установлена розетка slide-on. Надежное соединение плат возможно при минимальном расстоянии между ними 6,7 мм даже при аксиальной (до 0,6 мм) и радиальной (до 0,4 мм) несоосности. Для сравнения: соединители MCX обеспечивают надежное соединение при расстоянии между платами 7,65 мм, а SMB — при расстоянии 11,7 мм.

Благодаря миниатюрности, возможности быстрого соединения и рассоединения при большой несоосности и высокому уровню параметров, соединители SSMB нашли применение в базовых станциях мобильной и сотовой связи и телекоммуникационных системах. Эти соединители выпускают Tусо, Amphenol, IMS, Radiall и многие другие компании.

## Соединители MMT

Соединители MMT разработаны для обеспечения совместимости с технологией поверхностного монтажа на печатные платы. Вывод энергии (вилка) устанавливается на плату и соединяется с коаксиальным разъемом (розетка) защелкиванием. При этом возможен поворот разъема с заделанным в него кабелем на 360° (рис. 7).

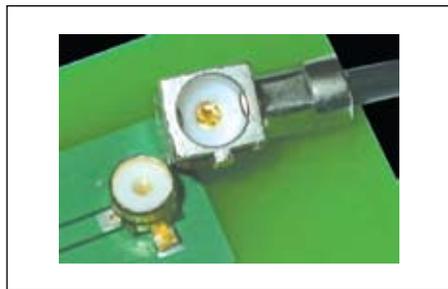


Рис. 7. Соединители MMT

Разработаны соединители MMT с волновым сопротивлением 50 Ом — MMT (50) и 75 Ом — MMT (75). Параметры соединителей представлены в таблице 2.

Соединители MMT имеют самую высокую предельную рабочую частоту (8 ГГц против 6 ГГц у аналогичных соединителей) и обеспечивают надежное соединение при большом количестве циклов соединений и рассоединений. Разработан полный набор модификаций соединителей MMT для разных случаев применения. В этой серии — выводы энергии с размерами 2,7×5,9 мм, большое число кабельных сборок с прямыми и угловыми соединителями под разные типы кабелей, а также адаптеры для совместимости практически со всеми соединителями (SMA, N, BNC и др.). Выводы энергии MMT поставляются в специальной антистатической таре из полиэстера партиями 100, 500 и 3000 штук.

MMT нашли применение в конструкциях носимых радиостанций, мобильных и микротелефонов, в системах телекоммуникации, беспроводной и спутниковой связи.

Таблица 2. Параметры соединителей MMT и MMS

Параметры соединителей	MMT(50)	MMT(75)	MMS(50)	MMS(75)
Волновое сопротивление, Ом	50	75	50	75
Рабочий диапазон частот, ГГц	0–8	0–1	0–6	0–1
Рабочее напряжение, В (зависит от типа кабеля)	170	170	50	50
Напряжение пробоя, В (зависит от типа кабеля)	500	500	250	250
Допустимая мощность, Вт, на частоте 1 ГГц	—	—	40	40
Максимальный КСВН в рабочем диапазоне частот	1,1 (в диапазоне частот 0–2,5 ГГц)	1,05	1,35	1,05
Высокочастотные потери, дБ, на частоте 2 ГГц	0,56	0,2	0,2	0,2
Экранное затухание, дБ, на частоте 1 ГГц	–30	–30	–45	–45
Сопротивление изоляции, МОм, более	1000	1000	1000	1000
Сопротивление контактов, мОм: – центрального – наружного	5 2,5	5 2,5	5 1,5	5 1,5
Усилие соединения, Н	7–18	7–18	≤7	≤7
Усилие рассоединения, Н	7–18	7–18	≤5,5	≤5,5
Допустимое количество соединений и рассоединений	500	500	50	50
Диапазон рабочих температур, °С	–55...+100	–55...+100	–55...+155	–40...+90

## Соединители MMS

Стремление к дальнейшей миниатюризации устройств привело к появлению соединителей MMS. Приоритет в создании соединителей этой серии принадлежит компании Radiall. Разработаны соединители MMS с волновым сопротивлением 50 Ом — MMS (50) и 75 Ом — MMS (75).

Соединители MMS по конструкции аналогичны соединителям MMT и являются их более миниатюрными аналогами. Высота в сборе пары вывод энергии и кабельный соединитель — 5,2 мм (против 6,8 мм для соединителей MMT). Однако, выигрывая в миниатюрности, они проигрывают соединителям MMT по следующим параметрам: предельная частота, допустимое количество соединений и рассоединений, рабочее напряжение и диапазон рабочих температур.

MMS-розетка устанавливается на плате на трех гибких выводах, обеспечивающих устойчивость соединителя во время автоматизированной операции посадки на контактные площадки (1,2×1,5 мм) платы. MMS-вилка сочленяется с розеткой защелкиванием и после соединения может поворачиваться вместе с смонтированным в нее кабелем на 360° (рис. 8).

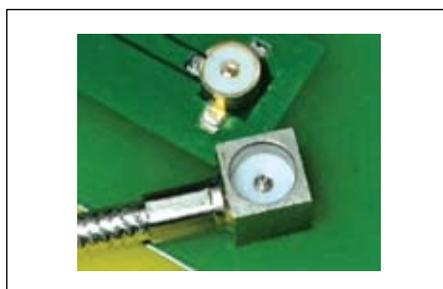


Рис. 8. Соединители MMS

Соединители MMS соответствуют требованиям стандарта IEC 1169. Их параметры представлены в таблице 2.

Разработаны и выпускаются следующие соединители MMS: выводы энергии для поверхностного монтажа, прямые и угловые

кабельные сборки, соединители для установки на плату запрессовкой и большое число кабельных сборок с адаптерами для совместимости с соединителями практически всех серий. Соединители MMS работают с радиочастотными кабелями диаметром 1 и 2 мм. Поставляются соединители в полиэстеровой упаковке партиями 100, 500 и 3000 штук.

Область применения соединителей MMS та же, что и для рассмотренных ранее соединителей SMB, MCX и MMT.

## Соединители SMP (GPO)

Создание компанией Gilbert Corning (США) в 1980-х годах соединителей GPO (Gilbert Push-On) ознаменовало начало освоения миллиметрового диапазона длин волн микроминиатюрными радиочастотными соединителями, работающими на принципе защелкивания (push-on, snap-on). В настоящее время аналогичные соединители выпускают десятки компаний США, Европы и Южной Азии под обозначением SMP (Subminiature Push-On). Разработаны соединители всех возможных конструктивных исполнений. Прямые и угловые кабельные и приборно-кабельные соединители, в основном розетка, предназначены для работы с миниатюрными полужесткими кабелями 0,086" (RG-405) и 0,047", а также с гибкими и формуемыми вручную кабелями.

Приборные вилки, монтируемые в стенки корпусов или на панели изделий, имеют несколько вариантов исполнения. В вилках применяют полное защелкивание в них кабельных соединителей типа розетка, ограниченное защелкивание и скользящее соединение. Наиболее широко применяют герметичные вилки в металлических корпусах с внутренним металлостеклянным спаем центрального проводника. В негерметичных вилках в качестве диэлектрика используется фторопласт, а в вилках для монтажа на платы — LCP (liquid cristal polymer).

Кроме того, разработаны составные вилки. Такая вилка состоит из отдельного корпуса и металлостеклянного СВЧ-ввода, предварительно устанавливаемого в стенку изделия.

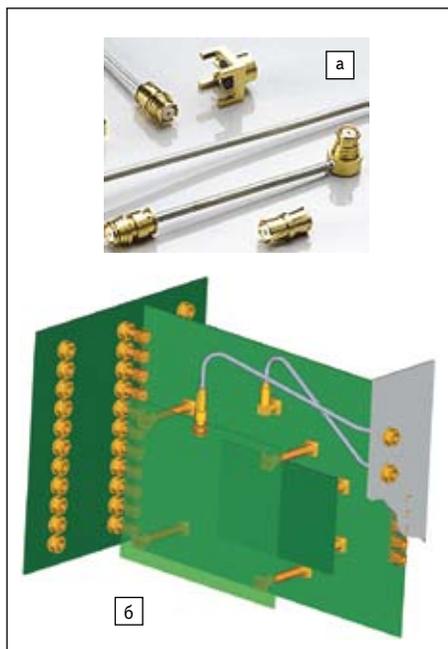


Рис. 9. Соединители SMP: а) внешний вид; б) соединение плат с использованием SMP

Корпус изготавливают из нержавеющей стали. Чаще всего он фланцевой конструкции с двумя крепежными отверстиями на фланце, но существуют также варианты резьбовые и для запрессовки в корпус изделия.

Разработаны и выпускаются герметичные и негерметичные вилки: приборные, для установки в отверстия печатных плат и для поверхностного монтажа на платы. Разновидностью двух последних являются

Таблица 3. Основные параметры соединителей SMP (GPO) по стандарту DSCC9407/08

Параметры соединителей	Значение параметра
Интерфейс	Согласно MIL-STD-348A
Номинальное волновое сопротивление, Ом	50
Рабочий диапазон частот (ГГц) соединителей: — адаптер bullet, прямые кабельные — угловые кабельные	0–40 0–26,5
Экранное затухание, дБ (на частоте, ГГц)	–80 (до 3) –65 (3–26,5)
Рабочее напряжение, В	335
Напряжение пробоя, В	500
Рабочий диапазон температур, °С	–65... +165
Максимальное усилие сочленения вилки и розетки, Н	68 (полное защелкивание) 45 (ограниченное защелкивание) 9 (скользящее соединение)
Минимальное усилие расчленения вилки и розетки, Н	22 (полное защелкивание) 9 (ограниченное защелкивание) 2,2 (скользящее соединение)
Допустимое радиальное и аксиальное смещение между осями вилки и розетки при сочленении, мм	0,25
Допустимое количество циклов сочленение-расчленение	100 (полное защелкивание) 500 (ограниченное защелкивание) 1000 (скользящее соединение)
Максимальный КСВН кабельных соединителей (в диапазоне частот, ГГц)	1,2 (0–18) 1,35 (18–26,5) 1,7 (26,5–40)
Высокочастотные потери, дБ (на частотах, ГГц)	0,12√f
Минимальное сопротивление изоляции, МОм	5000
Максимальное сопротивление, мОм: — центрального проводника — наружного проводника	6 2

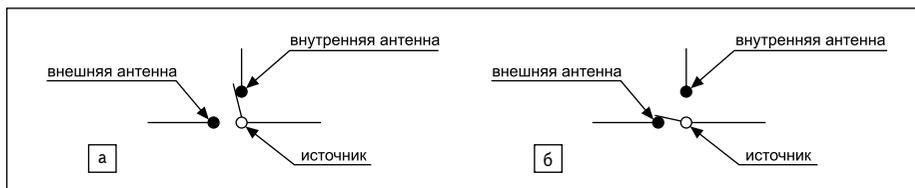


Рис. 10. Схема переключения антенн при использовании MC-Card: а) внутренняя антенна; б) внешняя антенна

концевые вилки, устанавливаемые на концах печатной платы. Адаптеры розетка-розетка, названные bullet, обеспечивают соединение «вслепую» (blind mate) и гибкую связь между вилками, установленными на платах.

Основным видом покрытия металлических деталей соединителей SMP является золото, гальванически нанесенное по подслою никеля. Для совмещения с соединителями других типов (SMA, 3,5-мм, 2,9-мм, 2,4-мм) разработаны межсерийные адаптеры.

Основные параметры соединителей SMP представлены в таблице 3.

Соединители SMP привлекают внимание не только своей миниатюрностью (масса адаптера bullet всего 0,17 г, а кабельного соединителя — менее 0,75 г) и отсутствием резьбового соединения пары вилка и розетка. Не менее важно и то, что они обеспечивают быстрое соединение печатных плат и СВЧ-модулей даже при аксиальной и радиальной несоосности до 0,25 мм и минимальном межцентровом расстоянии между соединителями 4,3 мм. Появилась возможность «вслепую» соединять платы с помощью адаптеров bullet, уменьшив расстояние между платами до размеров адаптера, без применения кабелей и или же с минимальным их количеством (рис. 9).

### Соединители MC-Card

Микроминиатюрные соединители серии MC-Card с волновым сопротивлением 50 Ом и предельной рабочей частотой 8 ГГц были созданы компанией Radiall в 1990-х годах в качестве альтернативы MMCX для большого числа приложений: Wi-Fi антенн, систем беспроводной связи и телекоммуникаций. Значительный вклад в совершенствование этих соединителей внесла и компания Lucent Technology. Соединители MC-Card и MMCX аналогичны по способу соединения (защелкивание) и рабочему диапазону частот, однако MC-Card допускают в 10 раз большее количество соединений и рассоединений (5000 против 500).

MC-Card являются переключающими соединителями, так как используются для подключения внешних антенн к устройствам передачи данных, в том числе к модемам GlobeSurfer. Схема переключения с внутренней на внешнюю антенну показана на рис. 10.

Когда центральный проводник не соединен с розеткой, сигнал источника (source) проходит во внутреннюю антенну (рис. 10а).

Таблица 4. Параметры соединителей MC-Card

Параметры соединителей	Значение параметра
Волновое сопротивление, Ом	50
Рабочий диапазон частот, ГГц	0–8
Рабочее напряжение, В	≥170
Напряжение пробоя, В	500
Максимальный КСВН в рабочем диапазоне частот (зависит от марки кабеля)	1,3
Сопротивление изоляции, МОм (не менее)	5000
Высокочастотные потери (дБ) соединителей: — прямой — угловой	0,15 0,25
Экранное затухание, дБ (в диапазоне частот 0–8 ГГц)	–65
Сопротивление контактов, мОм: — центрального — наружного	1,5 0,2
Усилие соединения, Н	6,2
Усилие рассоединения, Н	8,8
Количество соединений и рассоединений	5000
Диапазон рабочих температур, °С	–25... +125

При соединении сигнал поступает во внешнюю антенну (рис. 10б). Параметры соединителей MC-Card представлены в таблице 4.

Разработаны кабельные соединители, выводы энергии для установки на платы, концевые выводы и адаптеры (рис. 11).



Рис. 11. Соединители MC-Card

Высота соединения концевого вывода и кабельного соединителя относительно платы составляет 3,6 мм. Кабельные соединители MC-Card предназначены для работы с кабелями RG-316, RG-178, 2/50, 2/56 и их аналогами.

Благодаря сочетанию малых размеров и веса с высоким частотным диапазоном и большим сроком службы соединители MC-Card находят широкое применение в устройствах GPS, WLAN и Wi-Fi приложениях.

### Соединители UMP и IMP

Пионером в создании ультраминиатюрных соединителей серии MMP (micro miniature pressure contact) с волновым сопротивлением 50 Ом и предельной частотой 6 ГГц является компания Radiall. Полный набор соединителей MMP включает в себя серию межплат-

Таблица 5. Параметры соединителей IMP и UMP

Параметры соединителей	IMP	UMP
Волновое сопротивление, Ом		50
Рабочий диапазон частот, ГГц		0–6
КСВН на частотах $f$ , ГГц	$1,1+0,03f$	$1,05+0,03f$
Высоочастотные потери, дБ (на частоте $f$ )		$0,2\sqrt{f}$
Экранное затухание, дБ (на частоте, ГГц)	–	–40 (2)
Рабочее напряжение, В	100	100
Напряжение пробоя, В	350	350
Допустимая мощность, Вт (на частоте, ГГц)	–	50 (1,8)
Сопротивление изоляции, МОм	3000	1000
Усилие соединения и разъединения, Н	–	5
Допустимое количество соединений и разъединений	20	100 (блокировка) 500 (защелкивание) 1500 (скользящее соединение)
Диапазон рабочих температур, °С		–40...+90

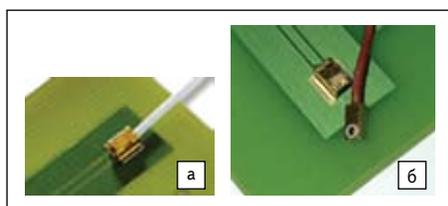


Рис. 12. Соединители: а) IMP; б) UMP

ных соединителей IMP (interconnected micro miniature pressure contact) и серию UMP (ultra miniature pressure contact) — соединителей для вывода сигналов с платы на радиочастотный кабель.

На рис. 12 показан внешний вид этих соединителей, а в таблице 5 приведены их основные параметры.

Соединитель IMP предназначен для замены двух коаксиальных соединителей (SMT — розетка и вилка) или даже трех соединителей (двух выводов для поверхностного монтажа и соединяющего их адаптера) (рис. 13).

В основе его конструкции лежит оригинальный прессовый контакт. Для установки соединителя IMP на печатную плату требуется всего 22,2 мм<sup>2</sup> площади (5,7×3,9 мм), при этом расстояние между платами всего 2,5–3 мм, а по специальному заказу даже 2 мм. По желанию заказчика Radiall может изготовить соединители для любого практически используемого расстояния между платами, например 8,2 и 12,6 мм. Соединитель с тремя гибкими выводами припаивают пастой Sn63-Pb35-Ag2 (температура пайки +210...230 °С) к контактным площадкам (2×1,5 мм) платы.

В новой IMP-версии возможно соединение плат при расстоянии между ними 3 мм и осевой несоосности до 0,4 мм. Соединители IMP имеют простую и надежную конструкцию, их вес не превышает 0,02 г. Их поставляют упакованными в полиэстеровую пленку партиями от 100 до 2500 штук. Они обеспечивают надежное соединение при низкой стоимости.

Соединители IMP применяют в различных системах беспроводной связи, включая мобильные телефоны с частотой 900 и 1900 МГц.

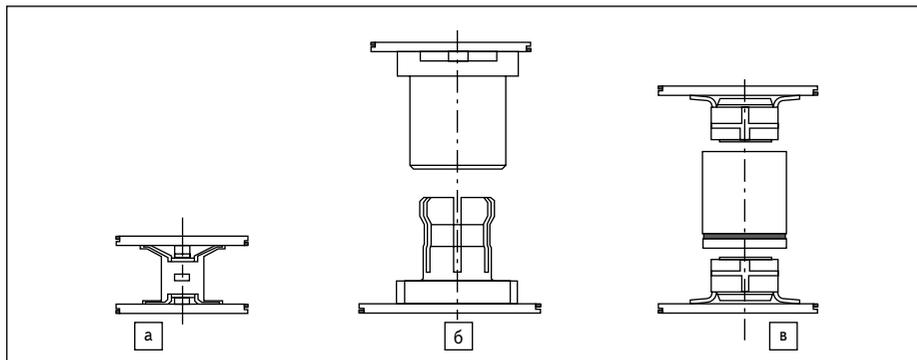


Рис. 13. Установка на плату различных соединителей: а) IMP; б) MCX; в) MMS

Radiall продолжает совершенствовать эти соединители для достижения ими более высокой предельной рабочей частоты.

Соединители второй серии — UMP — оптимальны для изделий микроэлектроники с высокой плотностью упаковки. Вывод энергии UMP занимает при установке на плату всего 15,8 мм<sup>2</sup> площади (4,4×3,6 мм), вес соединителя — 0,03 г. Такие размеры являются рекордными для соединителей. Применение UMP экономически выгодно, так как один такой соединитель заменяет два коаксиальных соединителя: вывод для поверхностного монтажа и коаксиальный разъем вилка.

Соединение вилки и розетки может осуществляться одним из трех способов:

- Скользящим контактом: применяется, как правило, в измерительных устройствах.
- Защелкиванием: не требует специального инструмента для разъединения и прост в обслуживании.
- Блокировкой (lock-on): используется для соединителей, работающих в условиях жестких вибраций (для разъединения требуется специальный инструмент).

Корпусы выводов UMP изготовлены из бериллиевой бронзы, соединителей вилка — из латуни и покрыты золотом. Radiall выпускает UMP выводы энергии — три модификации; соединители вилка — четыре модификации для разных видов соединения; кабельные сборки для различных типов кабелей и способов соединения с выходным соединителем SMA и без него — 15 модификаций. Их поставляют в пластмассовой упаковке партиями от 100 до 4000 штук.

Наряду с соединителями Radiall разработала и выпускает серию сборок этих соединителей с оригинальным радиочастотным

кабелем SHF. Вместо фторопласта для изоляции в нем применен экологически чистый, свободный от галогенов и серы, нетоксичный и негорючий диэлектрический материал.

### Соединители U.FL Hirose

Созданная в 1937 году японская компания Hirose Electric Group разработала и внедрила много новых соединителей для различных приложений. В их число входит большая серия ультраминиатюрных коаксиальных разъемов U.FL, H.FL, I-PEX и W.FL.

Соединители U.FL, розетка и вилка с волновым сопротивлением 50 Ом и предельной рабочей частотой 6 ГГц, показаны на рис. 14.

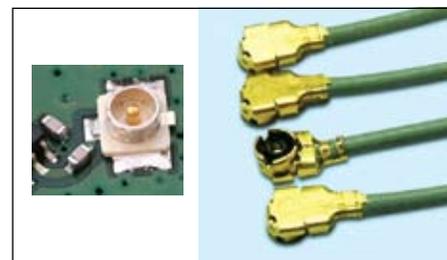


Рис. 14. Соединители U.FL

Соединитель вилка предназначен для автоматизированного поверхностного монтажа на печатную плату, соединитель розетка — кабельный (гибкий кабель диаметром 0,81 и 1,24 мм). Параметры соединителей компании Hirose представлены в таблице 6.

Высота сборки соединителей Hirose — вилки U.FL-R-SMT-1 (вывод, устанавливаемый на плату) и кабельной розетки

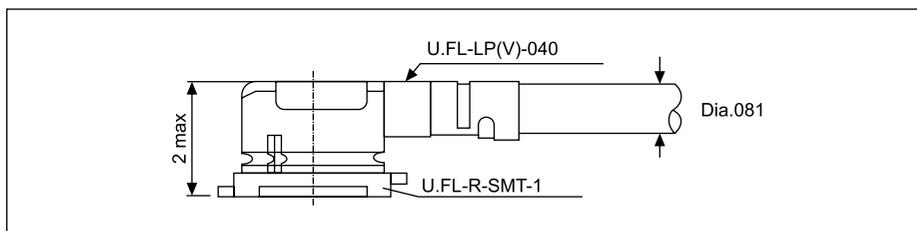


Рис. 15. Сборка соединителей Hirose

Таблица 6. Параметры соединителей компании Hirose

Параметры соединителей	Значение параметра
Волновое сопротивление, Ом	50
Рабочий диапазон частот, ГГц	0–6
Рабочее напряжение, В	100
Напряжение пробоя, В	250
Максимальный КСВН в рабочем диапазоне частот	1,35
Сопротивление изоляции, МОм (не менее)	500
Сопротивление контактов, мОм:	
– центрального	2,5
– наружного	1,5
Диапазон рабочих температур, °С	–40...+90

U.FL-LP(V)-040 — не превышает 2 мм, а площадь платы, занимаемая под установочными соединителями, — менее 7,7 мм<sup>2</sup> (рис. 15).

Соединители U.FL используются в ноутбуках, мобильных телефонах и встраиваемых системах для подключения Wi-Fi антенны. Как и многие другие электронные компонен-

ты Hirose, соединители U.FL защищены патентами. Аналоги этих соединителей выпускают несколько компаний под обозначениями IPEX, IPAX, IPX, MHF и AMC. Компания TE connectivity (ранее Tyco Electronics) производит аналогичные соединители UMCC (Ultra Miniature Coaxial Connector), совместимые с U.FL.

### Заключение

Хотя микроминиатюрные соединители были разработаны в основном в 1990-е годы, работы по их совершенствованию не прекращаются до сих пор. Главное направление — разработка новых механизмов соединения вилки и розетки, миниатюризация и повышение предельной частоты соединителей. Значительный вклад в создание более совершенных микроминиатюрных соедини-

телей вносят Radiall (Франция), Rosenberger (Германия), Amphenol, Tyco (США), Hirose (Япония) и некоторые другие компании. В настоящее время значительную часть всех микроминиатюрных соединителей производят компании Китая, Тайваня и Республики Корея. ■

### Литература

1. Джуринский К. Б. Все радиочастотные соединители мира. Ч. 1. Классификация соединителей // Компоненты и технологии. 2012. № 10.
2. Джуринский К. Б. Все радиочастотные соединители мира. Ч. 2. Большие, средние и миниатюрные соединители // Компоненты и технологии. 2012. № 11.
3. Джуринский К. Б. Все радиочастотные соединители мира. Ч. 3. Субминиатюрные соединители // Компоненты и технологии. 2012. № 12.