

# ЗАРУБЕЖНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ДО 6 ГГц, НЕ ИМЕЮЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АНАЛОГОВ

## ЧАСТЬ 1. СОЕДИНИТЕЛИ SMB И SSMB

К.Джуринский, к.т.н.<sup>1</sup>, А.Андросов<sup>2</sup>

УДК 621.315  
БАК 05.27.00

Радиочастотные соединители сантиметровой диапозона длин волн в настоящее время широко применяются в современной электронике гражданского и военного назначения. Авторы статьи рассматривают конструкции и основные параметры зарубежных субминиатюрных радиочастотных соединителей SMB и SSMB с предельной частотой 4 ГГц, которые не имеют отечественных аналогов, анализируют продукцию основных производителей этих изделий и показывают возможность применения соединителей SMB и SSMB в устройствах электроники СВЧ.

### ОБОЗНАЧЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

Понять обозначения вилок и розетки в соединителях SMB и SSMB ряда компаний (Radiall, Amphenol, Applied Engineering Products (AEP), Huber+Suhner, Coaxicom, Lighthouse Technologies, Alinar Industrial) непросто. Вилкой называется подвижная часть соединения пары вилка-розетка, поэтому вилка может быть с гнездовым, а розетка – со штыревым центральным контактом (рис.1)<sup>3</sup>.

Так, например, соединитель компании AEP № 2002-1541-009: **SMB/Female plug straight for cable 0,085"** – это SMB прямая вилка с гнездовым центральным контактом, предназначенная для работы с полужестким кабелем 0,085". Некоторые компании, в частности Rosenberger, Telegartner, по-прежнему называют вилкой соединитель со штыревым контактом.



**Рис.1.**  
Соединители SMB: а) вилка, гнездовой контакт, б) розетка, штыревой контакт

<sup>1</sup> АО "НПП "Исток" им. А.И.Шокина, kbd.istok@mail.ru.

<sup>2</sup> АО "НПП "Исток" им. А.И.Шокина, alex-1@mail.ru.

<sup>3</sup> Джуринский К. Б. Современные радиочастотные соединители и помехоподавляющие фильтры / Под ред. д. т. н. Борисова А. А. – СПб: Медиа Группа Файнстрит, 2014.

## РАЗНООБРАЗИЕ МОДИФИКАЦИЙ

Большое разнообразие модификаций (типоконструкций) соединителей объясняется несколькими обстоятельствами.

- **Первое** – количество типоконструкций однотипных кабельных соединителей зависит от марки применяемого радиочастотного кабеля и способа заделки соединителя на кабель. Для работы с соединителями SMB и SSMB используют разнообразные гибкие кабели (RG-174, 178, 196, 316, 2/50S и др.) и полужесткие кабели 0,141" (RG-402), 0,085" (RG405), 0,056", 0,047".

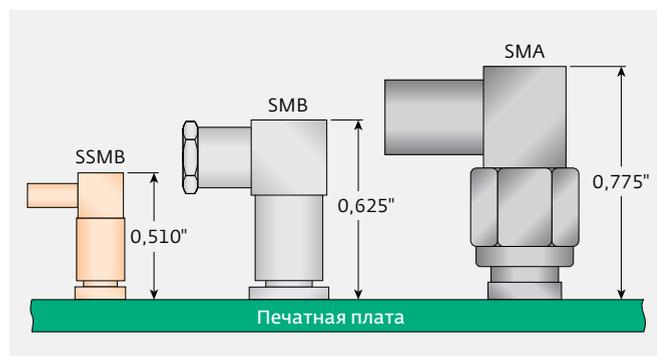
Применяют следующие способы заделки соединителя на кабель: прижим (clamp), обжим с деформацией (crimp), пайка (solder).

В обозначении соединителя и технической документации обычно указывают марку кабеля и способ заделки соединителя. Например, соединитель компании Amphenol № 143102 **SSMB Right Angle Crimp Plug for RG-174, RG-316, LMR-100** – это кабельная вилка для обжима кабелей марок RG-174, RG-316, LMR-100.

- **Второе** – соединители одного и того же типа могут быть с золотым или никелевым покрытием корпуса, поэтому по-разному обозначаются.
- **Третье** – нумерация одного и того же соединителя (например, компании Huber+Suhner) различается в зависимости от вида упаковки и количества соединителей в ней.

## СОЕДИНИТЕЛИ SMB

Развитие систем связи и телекоммуникации потребовало радиочастотных соединителей более миниатюрных и дешевых, чем базовые соединители SMA. Поэтому в 1960-х годах был создан соединитель SMB (subminiature Grade B – вторая субминиатюрная конструкция, первой была SMA) для устройств с высокой плотностью монтажа компонентов, обеспечивающий быстрое соеди-



**Рис.2.** Прямые соединители SSMB, SMB и SMA для установки в отверстия печатной платы ([www.aerconnectors.com](http://www.aerconnectors.com))

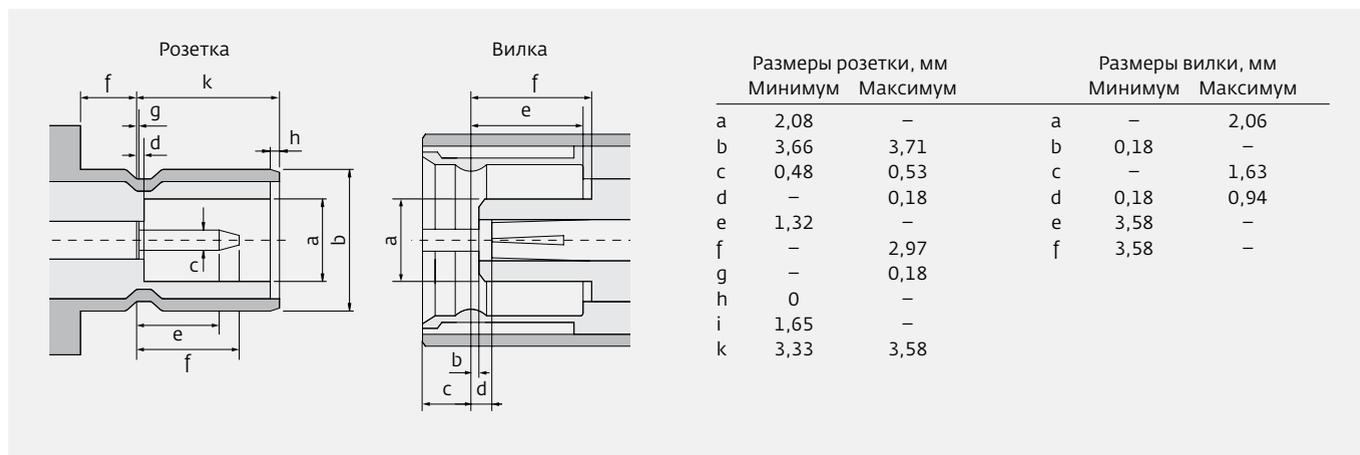
нение и рассоединение. Позднее был разработан еще более миниатюрный соединитель – SSMB.

Соединители SMB примерно на 30% миниатюрнее соединителей SMA (рис.2).

При создании соединителей SMB были использованы конструктивные решения, ранее примененные в соединителях SMA:

- гнездовой и штыревой контакты центральных проводников розетки и вилки;
- коаксиальная линия с волновым сопротивлением 50 Ом, заполненная фторопластовым диэлектриком.

Однако в отличие от резьбового соединения в SMA в соединителях SMB и SSMB применено соединение защелкиванием (snap-on), которое в отечественной технической документации ошибочно называют "врубным" соединением. Предлагается несколько его вариантов. Компания Radial выпускает соединители SMB-A с ограниченным защелкиванием и небольшим усилием сочленения и расчленения для соединения с печатными платами. Соединители SMB со скользящим соедине-



**Рис.3.** Интерфейс соединителей SMB



**Рис.4.** Соединители SMB: а – вилка кабельная прямая (обжим, гибкий кабель); б – вилка кабельная угловая (обжим, гибкий кабель); в – вилка кабельная прямая проходная; г – вывод энергии, розетка прямая панельная фланцевая; д – розетка прямая фланцевая; е – розетка прямая для установки в отверстия печатной платы; ж – розетка угловая для установки в отверстия печатной платы; з – адаптер SMB розетка-розетка; и – адаптер SMB розетка-вилка; к – адаптер SMB вилка-вилка

нием (slide-on) применяют при соединении двух печатных плат с помощью адаптера bullet. Наконеч, вилки SMB-lock снабжены дополнительной гайкой для более надежного соединения при повышенной вибрации.

Механизм соединения защелкиванием иллюстрирует интерфейс вилки и розетки соединителей **SMB** (рис.3).

Соединитель SMB имеет коаксиальную линию размерами 3,0/0,94 мм, заполненную фторопластом, такую же как у соединителей SMC, MCX и SMZ. Для повышения надежности соединения и уменьшения опасности возникновения разряда при пониженном давлении предусмотрено перекрытие изоляторов вилки и розетки.

Корпус соединителя, штыревой контакт и втулку для обжима кабеля изготавливают из латуни и покрывают золотом толщиной 2,54 мкм или никелем. Наружный контакт вилки выполнен из упрочненной бериллиевой бронзы и покрыт износостойким золотом.

**Таблица 1.** Параметры соединителей SMB и SSMB

Параметры соединителей		SMB	SSMB
Волновое сопротивление, Ом		50	50
Рабочий диапазон частот, ГГц		0...4	0...4
Рабочее напряжение на уровне моря, В, (марки кабеля) / (на высоте 21 км)		250 (RG-178); 300 (RG-178); 335 (RG-316) / 75	250 макс /60
Напряжение пробоя (марка кабеля), не менее, В		750 (RG-196); 1000 (RG-188); 950 (RG-316)	500
КСВН прямых и угловых кабельных соединителей на частоте f, ГГц	прямые (кабель)	1,25+0,04f (RG-188, 316); 1,30+0,04f (RG-178)	1,30+0,04f (RG-178) 1,25+0,015f (0,085")
	угловые (кабель)	1,35+0,04f (RG-188);	1,25+0,015f (0,085")
Высокочастотные потери прямых и угловых соединителей на частоте 1,5 ГГц не более, дБ		0,25 (прямой) 0,40 (угловой)	0,30 (прямой) 0,50 (угловой)
Экранное затухание на частоте 2-3 ГГц, дБ		-55	-55
Сопротивление изоляции не менее, МОм		1 000	1 000
Сопротивление контактов (после испытаний) не более, МОм	центрального	6 (8)	4 (6)
	наружного	1 (1,5)	1 (1,5)
Рабочий ток не более, А		1,5	1,0
Допустимое количество соединений и разъединений		500	500
Усилие соединения (после 500 соединений и разъединений), не более, Н		62,2 (62,2)	26,7 (26,7)
Усилие разъединения (после 500 соединений и разъединений), менее, Н		8,8	8,8 (4,4)
Диапазон рабочих температур, °С		-65...165	

Предлагаются следующие модификации прямых и угловых соединителей SMB розетка и вилка:

- кабельные соединители для установки на гибкий и полужесткий кабели путем пайки, обжима с деформацией и прижима;
- фланцевые панельные и проходные выводы энергии;
- выводы энергии для установки в отверстия печатной платы (PCB);
- выводы энергии для поверхностного монтажа (SMT);
- концевые соединители (edge mount);
- адаптеры одноканальные и межканальные (для каналов разных сечений).

Модификации соединителей SMB показаны на рис.4.

Соединители SMB отвечают требованиям международного (IEC 60169-10), европейского (CECC 22140) и американского (MIL-C-39012) стандартов. Параметры соединителей SMB и SSMB приведены в табл.1.

Коаксиальная линия соединителей SMB обеспечивает работу в диапазоне частот до 10 ГГц, однако оптимальной принято считать частоту 4 ГГц. Параметры однотипных соединителей разных компаний-производителей могут существенно различаться. Поэтому в каждом случае необходимо ознакомиться с технической спецификацией (data sheet) на соединитель.

Электрические параметры кабельных соединителей зависят от марки применяемого кабеля. При использовании на частотах, близких к предельной рабочей частоте, рекомендуется применять полужесткие кабели марок 0,085" и 0,141".

Соединители SMB выпускает ряд зарубежных компаний (табл.2).

Лидирующее положение в области разработки и выпуска этих соединителей занимают американские компании Amphenol, Coaxicom, Applied Engineering Products, Field Components. Среди европейских производителей выделяются Radiall, Huber+Suhner, Telegartner. Большое количество модификаций предлагают тайваньские компании Juebao и Aliner Industrial. Соединители одинаковой модификации, выпускаемые разными компаниями, взаимозаменяемы.

Благодаря миниатюрности, возможности быстрого соединения и низкой стоимости (приблизительно вдвое меньшей по сравнению с изделиями SMA) соединители SMB нашли применение в авиационном оборудовании, системах телекоммуникации, беспроводной и мобильной связи, в медицинской и радиоизмерительной аппаратуре.

Недостатки этих соединителей – ограниченные возможности работы в условиях повышенной вибрации и относительно низкая предельная рабочая частота (4 ГГц).

Таблица 2. Соединители SMB зарубежных компаний

Компании	Типы и типоразмеры выпускаемых соединителей, шт.						
	кабельные соединители: вилки и розетки прямые и угловые	выводы энергии	выводы энергии для печатных плат			адаптеры	
			для монтажа в отверстия печатных плат, прямые и угловые	для поверхностного монтажа	концевые	одноканальные	межканальные
Компании США							
Amphenol www.amphenol.com	50 17 розеток, 33 вилки; обжим (34), прижим (9), пайка кабеля (7)	9	15	1	2	7 розетка-розетка (3), вилка-вилка (2), вилка-розетка (2)	22 SMB-BNC (4), SMB-N (2), SMB-F (2), SMB-SMC (2), SMB-SMA (12)
TE Connectivity (Tyco Electronics) www.tycoelectronics.com	31 прямые и угловые вилки (24), прямые розетки (7)	3 (2 проходные)	19 (16 розеток, 3 вилки)	-	-	1 (проходной)	6 SMB-BNC (3), SMB-SMA (3)

Таблица 2. Продолжение

Компании	Типы и типоразмеры выпускаемых соединителей, шт.						
	кабельные соединители: вилки и розетки прямые и угловые	выводы энергии	выводы энергии для печатных плат			адаптеры	
			для монтажа в отверстия печатных плат, прямые и угловые	для поверхностного монтажа	концевые	одноканальные	межканальные
Pasternack Enterprises www.pasternack.com	31	5 панельные (2), проходные (3)	7	2	4	6	18 SMB-BNC (6), SMB-N (4), SMB-SMA (4), SMB-SMC (4)
Molex www.molex.com	11	2 (проходные розетки)	8 (все розетки), проходные (4)	-	4	-	3 (SMB-SMA)
Cinch Connectors www.cinch.com	50	10	25	1	8	4 (проходные)	4 (SMB-SMA)
Lighthouse Technologies www.coaxconnector.com	11 (4 вилки, 7 розеток)	-	5	1	2	4	-
Delta Electronics www.deltarf.com	18 вилок, 6 проходных розеток	10	4	-	-	-	4 (SMB-SMA)
Coaxicom (США) www.coaxicom.com	26 (11 вилок, 15 розеток; 10 проходных вилок и розеток)	23 панельные (12), проходные (11)	20	-	-	4	23 SMB-BNC (7), SMB-SMA (4), SMB-N (6), SMB-TNC (6)
Applied Engineering Products www.aepconnectors.com	42 (18 вилок, 24 розеток; 30 проходных)	28 проходные (14), панельные (8), коаксиально-полосковые переходы (6)	16 (4 проходных)	-	-	6	-
Field Components www.fieldcomponents.com	75 (35 вилок, 40 розеток, угловые (22), проходные (24))	2	6	-	-	-	80 SMB-BNC (20), SMB-N (20), SMB-SMA (20), SMB-TNC (20)
Европейские компании							
Rosenberger (Германия) www.rosenberger.com	11	2 (проходные)	5 (4 вилки, 1 розетка)	-	-	3	12 SMB-BNC (4), SMB-N (4), SMB-SMA (4)
Telegartner (Германия) www.telegartner.com	47	-	6	1	1	3	10 SMB-BNC (4), SMB-N (2), SMB-SMA (4).

Таблица 2. Продолжение

Компании	Типы и типоразмеры выпускаемых соединителей, шт.						
	кабельные соединители: вилки и розетки прямые и угловые	выводы энергии	выводы энергии для печатных плат			адаптеры	
			для монтажа в отверстия печатных плат, прямые и угловые	для поверхностного монтажа	концевые	одноканальные	межканальные
ITT Interconnect Solutions (Германия) www.ittcannon.com	10 (4 розетки, 4 вилки)	3	4	-	-	1	-
Radiall (Франция) www.radiall.com	37	19	19	4	2	4	14 SMB-BNC (7), SMB-N (3), SMB-PC-7 (1), SMB-SMA (3)
Huber+Suhner (Швейцария) www.hubersuhner.com	19 (11 прямых и угловых вилок, 8 прямых розеток)	4 (проходные)	5	2	-	3	15 SMB-BNC (5), SMB-N (6), SMB-SMA (3), SMB-TNC (1)
IMS Connector System www.imscs.com	31	9	18	3	-	-	-
<b>Азиатские компании</b>							
Йебао (Тайвань) www.jyebao.com.tw	49 (35 вилок, 14 розеток)	7	11	2	3	5	14 SMB-BNC (3), SMB-N (6), SMB-SMA (5)
Chin Nan (Тайвань) www.chinnan.com.tw	11	3	4	1	1	2	4 (SMB-BNC)
Frontlynk (Тайвань) www.frontlynk.com	5	6	5	-	2	-	-
Cmpter Electronics (Китай) www.cmpter.com	5	1	1	-	-	-	-
Aliner Industrial (Тайвань) www.aliner.com.tw	31	2 (коаксиально-полосковые переходы)	9	-	4	1	2 (SMB-SMA)
Temple Star Inc. (Тайвань) www.temple-star.com	6	1	6	-	-	2	1 (BNC)
Isotec (республика Корея) www.isoconnector.com	7 (4 вилки, 3 розетки)	5	3	-	-	3	4 (SMB-N)

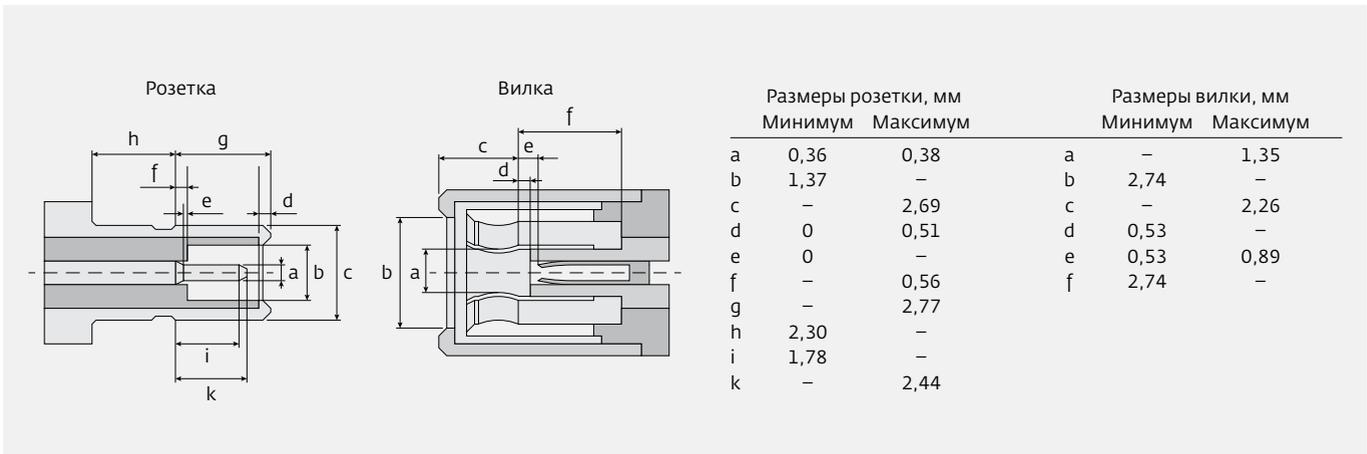


Рис.5. Интерфейс соединителей SSMB

### СОЕДИНИТЕЛИ SSMB

Соединители SSMB (другое название – Mini SMB, Nano SMB) – миниатюрные аналоги соединителей SMB (приблизительно на 30%) – предназначены для устройств с ограниченным пространством для монтажа компонентов. При создании соединителей SSMB были использованы конструктивные решения, примененные в соединителях SMB. Кабельные соединители предназначены для работы с полужесткими кабелями 0,085", 0,056", 0,047" и с гибкими кабелями RG-174,

RG-316, RG-188, 2,6/50S, LMR-100 и других аналогичных марок.

Соединители SSMB соответствуют международному (IEC 61169-19), европейскому (CECC 22140) и американскому (MIL-C-39012) стандартам. Параметры соединителей SSMB приведены в табл.1.

Интерфейс этих соединителей показан на рис.5, частотные зависимости КСВН кабельных соединителей в зависимости от марки применяемого кабеля отражены на рис.6.

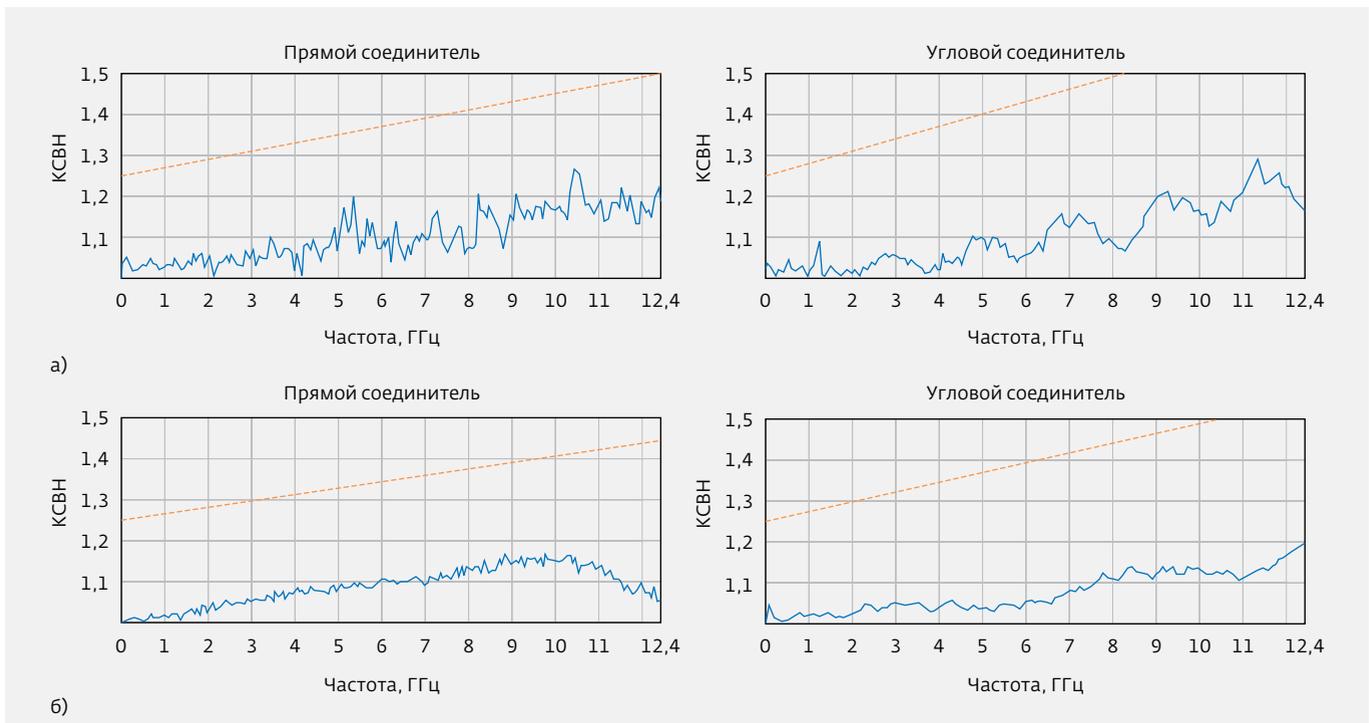


Рис.6. Частотные зависимости КСВН прямых и угловых кабельных соединителей SSMB: а – для гибкого (RG-178), б – полужесткого (0,085") кабелей ([www.aerconnectors.com](http://www.aerconnectors.com))

Таблица 3. Соединители SSMB зарубежных компаний

Компании	Типы и типоразмеры выпускаемых соединителей, шт.						
	кабельные соединители вилки и розетки прямые и угловые	выводы энергии	выводы энергии для печатных плат			адаптеры	
			для монтажа в отверстия печатных плат, прямые и угловые	для поверхностного монтажа	концевые	одноканальные	межканальные
Компании США							
Amphenol www.amphenol.com	15 (3 розетки, 12 вилок); обжим (13), пайка кабеля (2)	2 (проходные)	4	-	1	-	SSMB-SMA (2)
TE Connectivity (Tyco Electronics) www.tycoelectronics.com	10	1	8	-	-	-	-
Pasternack Enterprises www.pasternack.com	9	3	2	-	-	-	6 SSMB-BNC (4), SSMB-SMA (2)
Lighthorse Technologies www.coaxconnector.com	38 (17 вилок, 21 розетка)	2	4	-	-	-	-
Field Components www.fieldcomponents.com	70 (37 вилок, 33 розетки)	12	26	12	11	8	27 SMB-BNC (6), SMB-N (6), SMB-SMA (9), SMB-TNC (6)
Applied Engineering Products www.aepconnectors.com	42 18 вилок, 24 розетки; проходные (18)	8 коаксиально-полосковые переходы (2)	10	6	6	1	3 SSMB-N (1), SSMB-SMA (1), SSMB-SSMC (1)
Coaxicom www.coaxicom.com	16 (9 вилок, 7 розеток; 6 проходных розеток и вилок)	3	16	4	4	1	-
Европейские компании							
Rosenberger (Германия) www.rosenberger.com	Выпускает любые модификации по запросу потребителя						
Telegartner (Германия) www.telegartner.com	4	1	2	-	-	-	-

Таблица 3. Продолжение

Компании	Типы и типоразмеры выпускаемых соединителей, шт.						
	кабельные соединители вилки и розетки прямые и угловые	выводы энергии	выводы энергии для печатных плат			адаптеры	
			для монтажа в отверстия печатных плат, прямые и угловые	для поверхностного монтажа	концевые	одноканальные	межканальные
ITT Interconnect Solutions (Германия) www.ittcannon.com	8 (5 проходных вилок и розеток)	3	3	-	-	-	1 (SSMB-SMA)
Radiall (Франция) www.radiall.com	11	1	3	-	-	-	2 (SSMB-SMA)
IMS Connector System www.imscs.com	4	1	3	-	2	-	-
<b>Азиатские компании</b>							
Juebao (Тайвань) www.juebao.com.tw	10	-	5	-	1	3	1 (SSMB-SMA)
Chin Nan (Тайвань) www.chinnan.com.tw	7	2	2	1	1	-	-
Frontlynk (Тайвань) www.frontlynk.com	3	-	2	-	-	-	-
Temple Star Inc. (Тайвань) www.temple-star.com	3	-	1	-	-	-	-
Aliner Industrial (Тайвань) www.aliner.com.tw	15	-	5	1	3	1	7 SSMB-SMA (3), SSMB-N (2), SSMB - MC-Card (2)



**Рис.7.** Соединители SSMB: а – вилка кабельная прямая с гнездовым контактом под полужесткий кабель; б – вилка кабельная прямая с гнездовым контактом под гибкий кабель; в – розетка кабельная угловая со штыревым контактом под гибкий кабель; г – розетка кабельная угловая со штыревым контактом под полужесткий кабель; д – вилка кабельная проходная; е – розетка угловая со штыревым контактом для установки в отверстия печатной платы; ж – вилка прямая с гнездовым контактом для поверхностного монтажа; з – панельный вывод энергии; и – адаптер SSMB-вилка – SMA-вилка; к – адаптер SSMB-вилка – SMA-розетка

Серия SSMB состоит из такого же набора соединителей и адаптеров, как и серия SMB. Материалы и покрытия соединителей обоих типов одинаковы. Некоторые модификации соединителей SSMB показаны на рис.7.

Соединители SSMB выпускает ряд зарубежных компаний (табл.3), в частности Lighthouse Technologies, Field Components, Amphenol, Radiall, Jyebao и Aliner Industrial. Соединители одинаковой модификации разных производителей взаимозаменяемы.

Соединители SSMB применяют в беспроводных телекоммуникационных приложениях, в том числе Wi-Fi, PCS, в компьютерных системах, антенных устройствах и контрольно-измерительных приборах.

\* \* \*

Приведенные данные о компаниях не претендуют на исчерпывающую полноту. Ограниченную номенклатуру этих соединителей выпускает еще ряд компаний, прежде всего из Юго-Восточной Азии.

Соединители SMB и SSMB обеспечивают быстрое и компактное соединение в изделиях с плотной ком-

Санкт-Петербург, Россия  
Английская набережная, 24  
Телефон: 7-812-3256792

Москва, Россия  
Лужнецкая набережная, 2/4,  
строение 18, офис 119  
Телефон: 7-095-7477590

Поставки электронных компонентов широкой номенклатуры  
Системы RFID: поставка и консультации

XILINX Mini-Circuits  
ALTERA

поновкой вследствие отсутствия резьбового соединения и необходимости применения тарированных ключей. Поэтому было бы полезным их воспроизведение на одном из отечественных предприятий, которое специализируется на выпуске радиочастотных соединителей. Потребуется также введение этих соединителей в отечественный ГОСТ РВ 5194-2002. ●

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 975 руб.

### МОЩНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СВЧ-УСИЛИТЕЛИ

Ф.Сечи, М.Буджатти

При поддержке ФГУП НПП "Исток" имени А.И.Шокина  
Перевод с англ. под ред. д.т.н. А.А.Борисова

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 416 с.  
ISBN 978-5-94836-415-5

Эта книга, написанная известными специалистами в области СВЧ-электроники, посвящена разработке твердотельных СВЧ мощных усилителей. В процессе проектирования, разработки и производства авторам пришлось изучить широкий круг областей СВЧ-электроники, что помогло им выработать системный подход к решению конкретных задач разработки усилителей мощности в СВЧ-диапазоне. Кроме традиционных вопросов проектирования усилителей, начиная с построения моделей активных приборов на большом уровне сигнала и заканчивая способами суммирования мощности и всех основных этапов проектирования, в книге широко освещены такие темы, как физика активных приборов, фазовые шумы, схемы питания и тепловое проектирование.

Большое внимание в издании уделено рассмотрению физических основ приборов, фазовых шумов, схем смещения и тепловому проектированию. Также в книге особое внимание уделяется рассмотрению фундаментальных принципов. Издание затрагивает необычайно большое количество областей, связанных с физикой полупроводников и активных устройств.

Авторам известно, что разработчики изделий СВЧ-техники имеют дело с постоянно меняющимся потоком новых приборов, технологий, материалов, но базовые принципы, лежащие в основе разработок, меняются мало. Поэтому понимание этих принципов поможет разработчикам делать правильный выбор в этом многообразии.

Книга представляет интерес для специалистов, которые занимаются разработкой усилителей мощности для базовых станций сотовой связи.

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; ☎ (495) 956-3346; ✉ [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)