

Эволюция соединителей SMP.

Частота 100 ГГц уже не предел

К. Джуринский, к.т.н.¹, А. Андросов²

УДК 621.389 | ВАК 2.2.2

Проанализированы параметры микроминиатюрных радиочастотных соединителей с предельной частотой 100 ГГц, разработанных на основе соединителя SMP и выпускаемых компаниями США, Европы и Юго-Восточной Азии. Показано, что основные электрические параметры (КСВН, потери) большинства зарубежных соединителей с предельной частотой 100 ГГц приведены лишь в диапазоне частот до 65 ГГц. Рассмотрены некоторые конструктивные особенности зарубежных соединителей с предельной частотой 100 ГГц. Статья написана на основе открытой доступной информации из зарубежных источников.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ SMP

История создания и эволюции соединителей SMP связана с компанией Gilbert Engineering [1]. В 1984 году эта компания разработала первый соединитель GPO (Gilbert Push-On) с предельной частотой 40 ГГц, в котором соединение вилки и розетки осуществлялось защелкиванием (Push-On, Snap-On) разных вариантов: полное защелкивание (Full Detent), ограниченное защелкивание (Limited Detent) и упругое скольжение (Smooth Bore). Это был первый микроминиатюрный соединитель мм-диапазона длин волн. В серию этих соединителей вошли прямые и угловые кабельные соединители розетка, герметичные приборные соединители вилка, соединители вилка для монтажа на поверхность и в отверстия печатных плат, адаптеры розетка – розетка (bullet), внутри- и межсерийные адаптеры, нагрузки и аксессуары коаксиального тракта.

В 1990 году эта компания создала миниатюрную (на 30%) версию соединителя GPO – соединитель GPPO с предельной частотой 65 ГГц.

В 2003 году компания Gilbert Engineering, уже в составе компании Corning Inc., разработала третью версию соединителей Push-On – G3PO с предельной частотой 100 ГГц, на 45% миниатюрнее соединителей GPO.

Четвертую версию – самые миниатюрные соединители G4PO с предельной частотой 60 ГГц, компания Corning Gilbert создала в 2010 году. На рис. 1 показан сравнительный внешний вид адаптеров bullet компании Corning Gilbert [2, 3].



Рис. 1.
Адаптеры
bullet
компании
Corning Gilbert

а) G3PO bullet на монете США б) GPO, GPPO, G3PO, G4PO

В дальнейшем соединители G3PO начали выпускать еще несколько компаний США, Европы и Юго-Восточной Азии, присваивая им свои фирменные названия: G3PO → SMP5 → SMP3 → WSMP → SMPW → Micro SMP. Общепринятое название соединителей – SMP5. Соединители SMP5 и G3PO совместимы между собой.

ОСОБЕННОСТИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ SMP5 С ПРЕДЕЛЬНОЙ ЧАСТОТОЙ 100 ГГц

В постоянно развивающемся мире коаксиальных соединений СВЧ-диапазона сверхминиатюрные Push-On соединители SMP5 с волновым сопротивлением 50 Ом выделяются своей миниатюрностью и исключительно высокой предельной частотой 100 ГГц [4–6].

Значение теоретической предельной частоты, $f_{пред.}$, при которой в коаксиальной линии соединителя с внутренним диаметром наружного проводника D , диаметром центрального проводника d и диэлектрической проницаемостью изолятора ϵ еще не возникают нежелательные волны высшего типа, приведено в работе [4]:

$$f_{пред.} \cong \frac{190,85}{\sqrt{\epsilon} \cdot (D + d)}.$$

¹ АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», kbd.istok@mail.ru.

² АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», alex-1@mail.ru.

Согласно этой формуле главным направлением повышения предельной частоты соединителей является уменьшение размеров и введение воздушной коаксиальной линии.

Соединитель 1.0 mm (предельная частота 110 ГГц) со стандартным резьбовым соединением и с воздушной коаксиальной линией размерами 1,0/0,434 мм был создан американской компанией Hewlett Packard в начале 1990-х годов [4]. Видимо, неслучайно, что соединитель G3PO без безвоздушной коаксиальной линии и без резьбового соединения с предельной частотой 100 ГГц компания Gilbert Corning разработала только спустя приблизительно 10 лет, в 2003 году [1]. Создание этих соединителей показало, что решающую роль в повышении предельной частоты играет уменьшение размеров коаксиальной линии (они входят в приведенную формулу линейно). Диэлектрическая проницаемость влияет гораздо слабее, так как входит в формулу в степени $\frac{1}{2}$.

Благодаря размерам, которые на 45% меньше, чем у соединителей SMP, и на 30% меньше, чем у соединителей Mini SMP (SMPM), соединители SMPS обеспечивают эффективное решение высокочастотных применений, в которых плотность компоновки имеет первостепенное значение.

Отличительной особенностью конструкции соединителей SMPS является возможность соединять вилку и розетку полным защелкиванием или скользящим соединением. При этом устраняется необходимость в тарированных гаечных ключах. Защелкивание относится к соединениям «вслепую» (blind mate), так как вилка и розетка соединяются этим способом даже при аксиальной и радиальной несоосности между ними до 0,25 мм.

Высота вилки для поверхностного монтажа на печатные платы соединителя SMPS всего 2,49 мм, что обеспечивает минимальное расстояние 3,05 мм между двумя платами, соединяемыми с использованием адаптера bullet [7].

Соединители SMPS доступны в виде самостоятельных единиц, а также в составе с несколькими портами и в VITA 67. Многопортовые соединители SMPS выпускают группами по 2, 4, 8 и 16 проводящих контактов в одном ряду с шагом 2,54 мм. На рис. 2 в качестве примера приведены многопортовые соединения компании Ametek Eip's [8].



Рис. 2. Многопортовые соединители SMPS компании Ametek Eip's

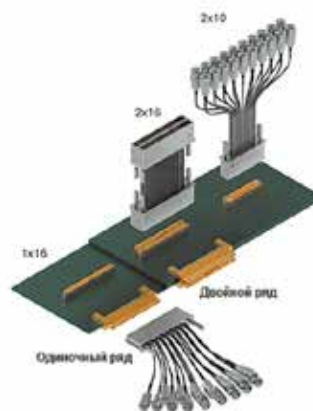


Рис. 3. Пример модульного решения VITA 67-3 компании Rosenberger

Многопортовые соединители SMPS для поверхностного монтажа с высокой плотностью компоновки – экономически обоснованное решение для высокочастотных печатных плат, где точность является ключевым фактором. Их выпускают компании Rosenberger, Carlisle Interconnect Technologies (Carlisle IT), Delta Electronics, Radiall и др.

VITA 67 Interconnect Standard является разделом платформы VPX – набора стандартов и спецификаций, описывающих применение модульной архитектуры для построения систем [9]. VITA 67 – это модульные решения, включающие контакты, кабельные сборки, адаптеры и соединители, объединительную плату и сменные модули, которые поддерживают весь путь радиочастотного сигнала встроенной системы – рис. 3 [9].

Линия соединителей SMPS VITA обеспечивает высокую плотность компоновки и надежность подключения встраиваемых систем.

Соединители SMPS соответствуют стандарту MIL-STD-202.

ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНИТЕЛЕЙ SMPS

Конструктивные параметры

Разработаны следующие типы соединителей SMPS: кабельные (кабель 0,47 дюйма или аналогичный) вилка и розетка, для поверхностного монтажа на печатную плату, для монтажа в отверстия печатной платы, концевые, герметичная приборная вилка, адаптеры: SMPS розетка – SMPS розетка (bullet), SMPS – соединители 1.0 mm, 1.3 mm, 1.85 mm, 2.4 mm, 2.92 mm, кабельные сборки, аксессуары коаксиального тракта.

Минимальные размеры: вилки для поверхностного монтажа – диаметр 2,41 мм, высота 2,49 мм, адаптера bullet – диаметр 1,73 мм, длина 2,49 мм.

Вид соединения вилки и розетки: полное защелкивание и скользящее соединение. Компании Carlisle IT и Delta Electronics применяют еще и ограниченное защелкивание.

Применение для соединения печатных плат. Вилку SMP3 с полным (реже с ограниченным) защелкиванием устанавливают на одной плате, вилку SMP3 со скользящим соединением – на другой плате. Адаптер bullet соединяет обе вилки.

Основные параметры соединителей SMP3

Основные параметры назначения некоторых зарубежных соединителей SMP3 приведены в табл. 1.

ЗАРУБЕЖНЫЕ КОМПАНИИ–ПРОИЗВОДИТЕЛИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ С ПРЕДЕЛЬНОЙ ЧАСТОТОЙ 100 ГГц

Компания Corning Gilbert первой создала соединители G3PO Push-On с предельной частотой 100 ГГц и получила патент на изобретение способа соединения защелкиванием. Corning Gilbert выпускает широкую номенклатуру соединителей G3PO [1]:

- кабельные соединители (для полужесткого кабеля 0,047 дюйма) прямые розетка (5 видов), вилка (3) и угловая розетка – 1;
- соединители вилка для монтажа в отверстия печатной платы, для поверхностного монтажа – 9 видов, краевые – 2.
- герметичная металлостеклянная приборная вилка – 1;
- 2-, 3-, 4-, 6-, 8- и 16-позиционные блоки – 12;
- адаптеры bullet, междусерийные адаптеры разных типов и нагрузки.

Компания Rosenberger выпускает соединители WSMP 38 наименований, включая адаптеры bullet и междусерийные адаптеры WSMP с адаптерами RPC 1.0 mm, 1.3 mm, 1.85 mm, 2.4 mm и 2.92 mm [7, 10]. Внешний вид некоторых соединителей WSMP этой компании показан на рис. 4 [7].

Соединители WSMP сертифицированы для аэрокосмических применений (DINEN9100).

Компания CarlisleIT разработала серию соединителей SMP3, прежде всего, для военного применения: радаров, радиостанций, космических аппаратов и измерительных систем [11]. В эту серию вошли: четыре адаптера bullet диаметром 1,73 мм и длиной 2,49; 2,64; 5,08 и 11,83 мм, адаптеры SMP3 – соединители 2.4 mm, 2 прямых (розетка и вилка) и 1 угловой кабельные соединители, 3 вилки: для поверхностного монтажа, концевая и герметичная приборная.

Delta Electronic (Delta) разработала серию соединителей SMP3 для компактного соединения печатных плат и модулей. Конструкция соединителя SMP3 позволяет использовать его для соединений на частотах до 18 ГГц. Поэтому компания Delta разработала две линейки соединителей SMP3: экономичную (E-Line) и высокочастотную SMP3 [12]. Для высокочастотных приложений, работающих на



Рис. 4. Соединители WSMP: вилка для поверхностного монтажа (1), адаптеры bullet (2,5), концевая вилка (3), 4-позиционный блок (4), прямая кабельная розетка (6), адаптер WSMP – соединитель 1.0 mm (7)

частотах до 65 ГГц в экстремальных условиях эксплуатации требуются компоненты с жесткими допусками. Конечным результатом является более высокая стоимость таких соединителей.

Разработанные соединители SMP3 для печатных плат можно располагать в ряд с расстоянием между осями, равным 2,16 мм, и при расстоянии между платами 3,17 мм, если использовать самый маленький адаптер bullet длиной от 2,5±0,3 до 12,7±0,3 мм, а также все другие необходимые модификации соединителя SMP3, совместимые с соединителями G3PO [12].

Amphenol/SV Microwave. Как и другие, рассмотренные ранее компании, Amphenol/SV Microwave выпускает весь набор соединителей SMP3 с параметрами, приведенными в табл. 1. Оригинальной разработкой этой компании являются герметизированные соединители для поверхностного монтажа на печатные платы [13]. Герметизацию соединителей осуществляют стеклом или эпоксидной смолой. Поэтому они устойчивы к оплавлению (сохраняют стабильность размеров) в процессе пайки волной припоя при установке на платы. Соединители, герметизированные стеклом, устойчивы к оплавлению при температуре до 500 °С, эпоксидной смолой – до 255 °С. Кроме того, компания Amphenol/SV Microwave разработала соединители для поверхностного монтажа, предварительно облуженные оловом для более качественной пайки на платы.



Рис. 5. Соединители для поверхностного монтажа компании Amphenol/SVMicrowave

ТЕХНОТЕХ

ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Технотех – предприятие полного производственного цикла – от выпуска собственного фольгированного стеклотекстолита и печатных плат 6-го класса точности на его основе до выпуска готового радиоэлектронного изделия. Мощности компании составляют 2 000 000 дм² печатных плат в год.

ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

- Широкий ассортимент печатных плат, включая гибкие, гибко-жесткие, многослойные
- Изготовление изделий согласно ГОСТ Р 53429-2009
- Подготовка соответствующей конструкторской документации для заказчика
- Контроль качества используемых материалов, начиная с этапа приемки

СБОРОЧНО-МОНТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

- SMT-монтаж на высокоточных автоматах ЯМАНА (Япония)
- Профессиональный ручной монтаж на современном паяльном оборудовании
- Селективная пайка, пайка волной припоя
- Свинцовый, бессвинцовый и комбинированный монтаж
- Демонтаж и монтаж BGA корпусов с рентген контролем
- Регулировка и настройка готовых изделий
- Проведение технологических испытаний



ПРОИЗВОДСТВО ФОЛЬГИРОВАННЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Собственное производство диэлектрических материалов типа ML FR-4 и ML FR-4 HiTc, которые по качеству не уступают материалам ведущих мировых компаний. Материалы соответствуют требованиям стандарта IPC 4101D/26.

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Производство химических растворов, разработанных специалистами предприятия, для собственных нужд и для реализации в отрасли.

100% сделано в России

8 (8362) 60-00-03

E-mail: info@tehnotex.ru
tehnotex.ru



Адрес: 424007,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола,
ул. Строителей, д. 98

Таблица 1. Параметры соединителей с волновым сопротивлением 50 Ом и предельной частотой 100 ГГц

Параметры	Компании и названия соединителей						
	Corning Gilbert (США), G3PO	Rosenberger (Германия, США), WSMP	Carlisle IT (США), SMPS	Delta Electronics (США), SMP3	Amphenol/ SV Microwave (США), SMPS	Radiall (Франция), SMPW	SLK (Китай), SMPS
Диапазон рабочих частот, ГГц	DC-100	DC-100	DC-65	DC-65	DC-65	DC-100	DC-100
Максимальный КСВН (в диапазоне частот, ГГц)	1,11 (DC-26,5), 1,25 (26,5-65)	1,29 (DC-40), 1,43 (40-70), 1,67 (70-100)	1,15 (DC-26,5), 1,33 (26,5-50), 1,5 (50-65)	1,2 max (DC-26,5), 1,5 max (26,5-65)	1,25 (DC-65)	1,11 (DC-26,5), 1,25 (26,5-65)	≤ 1,4 (прямые), ≤ 1,5 (угловые)
Величина потерь, дБ, (в диапазоне частот f, ГГц)	≤ 0,03√f	≤ 0,12√f (0-65)	≤ 0,05√f	–	–	≤ 0,12√f	≤ 0,1√f (кабель- ные соеди- нители)
Экранное затухание, дБ, (на частоте f, ГГц)	–80	≥ –80 (30)	–	–80 (3), –65 (3-65)	–80 (3),	0,511	0,290
Сопротивление изоляции, МОм	3,5·10 ³ min	3,5·10 ³	3,5·10 ³ min	3,5·10 ³ min	–	3,5·10 ³ min	≥ 3,5·10 ³
Рабочее напряжение, В (на уровне моря)	250	250	250	250	–	125	150
Диапазон рабочих температур, °С	–55... 165	–55... 165	–55... 165	–65... 165	–65... 165	–55... 165	–40... 85
Допустимое количество соединений и рассоединений:							
полное защелкивание	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
скользящее соединение	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 500
ограниченное защелкивание			≥ 250	≥ 250			
Допустимая несоосность вилки и розетки при соединении:							
аксиальная, мм:	0,25	± 0,13	0,25	0,25	0,25	–0/+0,25	–
радиальная мм	± 0,25	± 0,025	± 0,25	± 0,25	3° max	± 0,25	–

Диапазон рабочих частот герметизированных соединителей для поверхностного монтажа на печатные платы 0–65 ГГц. Внешний вид этих соединителей показан на рис. 5 [14].

Radiall. Для достижения высокой надежности соединителей SMPW с предельной частотой 100 ГГц компания Radiall усовершенствовала дизайн, технологичность и измерения и использовала для микрообработки и нанесения покрытий помещения с

контролируемой атмосферой. Компания Radiall выпускает различные типы соединителей SMPW: индивидуальные и многопортовые, кабельные, концевые, для поверхностного монтажа, адаптеры bullet и межсерийные адаптеры [15].

Наряду с другими применениями, компания Radiall предполагает использовать соединители SMPW при создании квантового компьютера [16]. Представляет интерес также, что изоляторы соединителей SMPW

АДАПТЕР СЕРВИСНЫХ УСТРОЙСТВ «ИВАД-D-МДО»

В рамках научно-технической программы Союзного государства «Автоэлектроника» акционерным обществом «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» разработан набор интеллектуальных высокоинтегрированных адаптеров сервисных устройств (ИВАД), предназначенных для создания интеллектуальных периферийных сервисных мехатронных устройств с электроприводом и сервисных мехатронных устройств, управляемых по информационным каналам на базе CAN-шины.

Одним из исполнений является адаптер **ИВАД-D-МДО**, предназначенный для управления электро-двигателем вентилятора отопителя салона грузового автомобиля.

Режим работы ИВАД – продолжительный номинальный S1 по ГОСТ 3940.

Климатическое исполнение УХЛ 1 по ГОСТ 15150.

Степень защиты от проникновения посторонних тел и воды – IP67.

Диапазон рабочих температур от -40 °С до +85 °С.

Напряжение питания – от 8 до 40 В (номинальное – 24 В).

Максимальная мощность двигателя – 200 Вт.

В стандартном варианте адаптер **ИВАД-D-МДО** имеет 6 ступеней регулирования мощности двигателя – 0%, 20%, 35%, 50%, 75%, 100%. По требованию заказчика могут быть заданы другие параметры регулирования с градацией до 1%.

Управление осуществляется по информационной шине CAN. Физические параметры согласно SAE J1939. В адаптере **ИВАД-D-МДО** реализованы защита от «переполюсовки», диагностика по обрыву и короткому замыканию в нагрузке.

Рис. 1. Адаптер сервисных устройств «ИВАД-D-МДО»



выполнены из термопластичного полимера РЕЕК, по-видимому, литьем.

Китайская компания **Superlink Technologies (SLK)** освоила производство соединителей SMPs для монтажа на печатные платы (с полным защелкиванием и скользящим соединением), кабельных, панельных и многопортовых соединителей, адаптеров bullet разной длины и межсерийных адаптеров. Кроме того, компания выпускает кабельные сборки и инструменты для работы с соединителями SMPs [17]. Параметры соединителей SMPs приведены в табл. 1.

Две тайваньские компании **Bo-jiang technology** [18] и **Frontlink technologies** [19] разработали соединители SMPs 7 типов:

- адаптер bullet с КСВН $\leq 1,4$ в рабочем диапазоне частот DC-67 ГГц;
- одиночная и двухпортовая концевая вилки и вилка для поверхностного монтажа с рабочим диапазоном частот DC-50 ГГц;
- прямые кабельные розетка и вилка и угловая розетка с предельной частотой 50 ГГц.

Кроме того, компании выпускают межсерийные адаптеры разных типов.

Американская компания **Pasternack Enterprises (Pasternack)** разработала следующие соединители SMPs, совместимые с аналогичными соединителями других компаний [20]:

- кабельные вилки прямая и угловая для полужесткого кабеля 0,047 дюйма, рабочий диапазон частот DC-40 ГГц, КСВН равен 1,35, потери 0,76 дБ, диапазон рабочих температур: $-55...165^\circ\text{C}$;
- вилки для монтажа на печатные платы 2-х видов, рабочий диапазон частот DC-65 ГГц;
- адаптер bullet.

Внешний вид некоторых соединителей SMPs этой компании показан на рис. 6 [20].

Американская компания **W.L.Gore&Associates (Gore)** объявила о выпуске серии кабельных сборок на гибком и полужестком кабеле диаметром 0.047" (1,2 мм) с кабельными соединителями Gore 100 собственной разработки. Сборки предназначены для устройств, в которых сигналы должны поступать в точки подключения, расположенные на небольшом расстоянии (менее 2,2 мм) друг от друга [21]. Соединители GORE 100, являющиеся продолжением серий соединителей SMP и SMPM, были

разработаны в ответ на потребность отрасли в повышенной плотности компоновки, малой массе и приемлемых параметрах на более высоких частотах. Был создан полный набор соединителей серии GORE 100, включая измерительные адаптеры [21].

ПРИМЕНЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЕЙ SMPs

В аэрокосмической промышленности соединители SMPs используют для создания высокочастотных соединений в сложных микроволновых модулях и системах. Компактная конструкция соединителей SMPs делают их идеальными для применений, где вес является основной проблемой [5, 6].

Военный сектор использует соединители SMPs для обеспечения надежной связи в различных областях применения, включая радиолокационные системы и оборудование радиоэлектронной борьбы.

Соединители SMPs хорошо подходят для соединения между собой печатных плат, облегчая подключение радиочастотных компонентов в компактных электронных системах и устройствах.

Многопортовые соединители SMPs применяют в блоках высокой плотности компоновки, где критическими требованиями являются оптимизация пространства и высокочастотные характеристики.

Соединители SMPs применяют для подключения радиочастотного контрольно-измерительного оборудования, с целью обеспечения надежных результатов в исследованиях, разработках и при контроле качества.

Проведенный анализ соединителей с предельной частотой 100 ГГц не претендует на исчерпывающую полноту в силу закрытости информации многих зарубежных компаний. Тем не менее, он позволяет понять вектор развития соединителей с механизмом защелкивания вилок и розетки.

Обращает на себя внимание то, что большинство компаний заявляет рабочий диапазон частот соединителей DC-100 ГГц, но параметры приводят в диапазоне частот DC-65 ГГц. Так уже было в истории радиочастотных соединителей. Рабочий диапазон частот широко известных соединителей SMA до сих пор в datasheet многих зарубежных компаний представлен как DC-18 ГГц. При этом хорошо известно, что коаксиальная линия этих соединителей рассчитана на предельную частоту 27 ГГц [4]. И спустя годы были разработаны соединители SMA с рабочим диапазоном частот DC-26,5 и DC-27 ГГц [4].

Так происходит и с соединителями SMPs. Частота 100 ГГц – это возможности коаксиальной линии этих соединителей, а от возможности до реального воплощения очень далеко. Однако начало положено. Американское отделение компании Rosenberger для



Рис. 6. Соединители SMPs компании Pasternack

соединителей WSMP новой разработки привело параметры в диапазоне частот DC-100 ГГц (табл. 1) [10].

В нашей стране соединители SMPs в настоящее время не выпускаются, и вопрос об их необходимости, насколько известно, даже не обсуждается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Microwave Connectivity | GPO, GPPO, G3PO. <https://www.corning.com>.
2. Microwaves101.com. <https://www.microwaves101.com/encyclopedias/smp-connectors>.
3. Blind mate Corning Gilbert microwave coaxial push-on connectors available from stock at East Coast Microwave Products. ElectronicsWorld 22 September 2023. <https://www.electronicsworld.co.uk>.
4. **Джуринский К.Б.** Современные радиочастотные соединители и помехоподавляющие фильтры / Под ред. д.т.н. Борисова А.А. СПб: Изд-во ЗАО «Медиа Группа Файнстрит», 2014. 428 с.
5. What are SMPs Connectors? everything RF. www.everythingrf.com.
6. Uly Hong. What Is SMPs RF Connector. LenoRF Industry Co., Ltd. 2023-11-06. www.rfcnn.com.
7. WSMP® Rosenberger. <https://www.rosenberger.com>.
8. Ametek Eip'sline of hermetic, push-on and blind-mate RF connectors. www.ametekaegis.com.
9. What is VITA 67? Everything RF, 12 apr. 2022 г. <https://www.everythingrf.com>.
10. SMPs Multiport Connectors, Adaptors & Cable Assemblies. Rosenberger North America <https://rna.rosenberger.com>.
11. Carlisle Interconnect Technologies. SMPs Interconnect Series. <https://www.carlisleit.com>.
12. SMP / SMPM / SMP3 - Delta RF. <https://www.deltarf.com>.
13. SMPs RF Series Technical Specifications SV Microwave. <https://www.svmicrowave.com>.
14. Reflowstable PCB connectors | Glassor epoxy seal. <https://www.svmicrowave.com>.
15. Radiall SMPW/SMPM/SMPM-LOCK™/ SMP/SMP-LOCK™/ SMP-COM. <https://www.radiall.com>.
16. SMPW RF Board to Board Connector Radiall. <https://www.radiall.com>.
17. SLK SMPs Connectors. <https://www.slkcorp.com>.
18. SMPs RF/Microwave Coaxial Connector Series Bo Jiang. <https://www.bojiang.com.tw>.
19. SMPs Connectors Frontlynk. <https://www.frontlynk.com>.
20. Pasternack's high-efficiency SMPs interconnects... aerospacemanufacturinganddesign.com.
21. Microwave Journal. RF & Microwave industry news. Gore Introduces GORE™ 100 Series Microwave/RF Assemblies, June 6, 2007.



**ИРКУТСКИЙ
РЕЛЕЙНЫЙ
ЗАВОД**

разрабатываем и производим радиоэлектронные компоненты








Ориентируемся на клиентов

Учитываем требования клиентов и предоставляем своим заказчикам образцы изделий

100% гарантия качества

Строго следим за выпускаемой продукцией и проверяем ее на каждом этапе производства

Работаем над продукцией

Постоянно работаем над своей продукцией и улучшаем технические характеристики







**РАЗРАБАТЫВАЕМ И
СЕРИЙНО ПРОИЗВОДИМ**

электромагнитные реле,
коаксиальные радиочастотные
соединители,
переключатели электромеханические
поворотные и коаксиальные,
помехоподавляющие фильтры

Россия, 664075,
г. Иркутск, ул. Байкальская, 239

marketing@irzirk.ru
(3952) 35-23-18



КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ