

# Отечественные герметичные коаксиально-микроразъемные переходы с сечением тракта 4,1/1,27 мм

В устройствах микроэлектроники коаксиально-микроразъемные переходы (КМПП) осуществляют вывод СВЧ-сигнала с микроразъемной линии (МРЛ) на радиочастотный кабель. Среди всех типов КМПП наибольшее применение имеют соединители с сечением тракта 4,1/1,27 мм — аналоги зарубежных соединителей типа SMA. В зависимости от требований к герметичности устройств применяют как КМПП, герметизированные металлокерамическим спаем, так и негерметичные с изоляторами из органических материалов. Для высоконадежных герметизированных устройств необходимы только герметичные КМПП. В России герметичные соединители серийно выпускает предприятие ПО «Октябрь». В небольших объемах герметичные КМПП производит НПП «Исток». Кроме того, производство герметичных КМПП освоили НПФ «Микран» и «Амитрон Электроникс». И в последние годы производство таких соединителей начато на Иркутском релейном заводе.

В статье рассмотрены КМПП общего применения с сечением тракта 4,1/1,27 мм, выпускаемые в нашей стране.

Андрей ТЕРЕНТЬЕВ  
ater@irzirk.ru

## Общие сведения об отечественных герметичных КМПП

### Определяющая нормативная база

Все выпускаемые отечественные соединители в части общих технических условий соответствуют ГОСТ 20465-85, а по присоединительным размерам — ГОСТ 20265-83 или ГОСТ РВ 51914-2002. Основополагающий ГОСТ 20465-85 был разработан около 30 лет назад и соответствует устаревшей на данный момент комплексной системе контроля качества «Климат 6». В настоящее время он уже не отвечает в полной мере требованиям, предъявляемым к СВЧ-соединителям действующей системой контроля качества «Климат 7». Кроме того, методики измерения основных параметров СВЧ-соединителей —

КСВН и потерь, регламентируемые ГОСТ 20465-85, — не позволяют проводить контроль неразрушающим методом. Поэтому предприятия, выпускающие соединители, вынуждены разрабатывать собственные методики неразрушающего контроля этих параметров.

### Особенности конструктивного исполнения

Теоретически предельная частота, при которой в соединителе с коаксиальной линией размерами 4,1/1,27 мм, заполненной фторопластом, еще не возникают нежелательные волны высшего типа, — 26,5 ГГц. Однако на практике такие волны появляются уже на частоте 22 ГГц, и гарантированной предельной рабочей частотой отечественных

и зарубежных соединителей (типа SMA) принято считать 18 ГГц [1].

Основные типы герметичных КМПП с внутренним металлокерамическим спаем, выпускаемые в России в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002, приведены на рис. 1. По способу монтажа в корпус изделия КМПП подразделяются на впаиваемые и вкручиваемые с последующей герметизацией пайкой.

## Основные параметры герметичных КМПП типа IX отечественных производителей

### ФГУП «ПО «Октябрь»»

ПО «Октябрь» в нашей стране является ведущим производителем СВЧ-соединителей всех типов. В таблице 1 приведены основ-

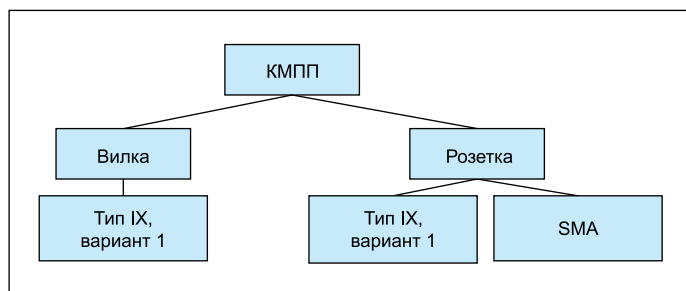


Рис. 1. Основные типы герметичных КМПП, выпускаемых в России

Таблица 1. Основные параметры КМПП ПО «Октябрь»

Обозначение перехода (технические условия)	Тип по ГОСТ 20265-83	Максимальный КСВН (в диапазоне частот, ГГц)	Прямые потери СВЧ, дБ (не более)	Габаритные размеры, мм (масса, г)
СРГ-50-751ФВ (ВР0.364.049ТУ)	Черт. 9 Розетка	1,15 (0,5–4)	0,3	∅ 6×13,1 (1,2)
СРГ-50-876ФВ (ВР0.364.049ТУ)		1,25 (4–10)		∅ 6,3×13,1 (1,2)
СРГ-50-876ФВМ (ВР0.364.049ТУ)		1,40 (10–14)		
СРГ-50-872ФВ (ВР0.364.049ТУ)	Черт. 9 Вилка	1,50 (14–18)		∅ 9×19,6 (2,5)
		1,15 (0,5–4)		
		1,25 (4–10)		
		1,4 (10–14)		
		1,5 (14–18)		

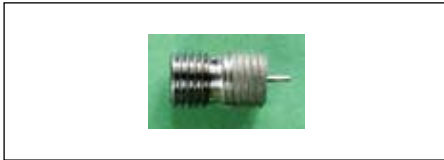


Рис. 2. КМПП СРГ-50-751ФВ

ные параметры герметичных коаксиально-микрополосковых переходов с рабочим диапазоном частот 0–18 ГГц этого предприятия, выпускаемые в соответствии с техническими условиями ВРО.364.049 ТУ [2, 3].

На рис. 2 показан КМПП СРГ-50-751ФВ с метрической резьбой по всей длине корпуса соединителя.

ПО «Октябрь» выпускает также две модификации этого перехода: СРГ-50-876ФВ с дюймовой резьбой со стороны выходной части и СРГ-50-876ФВМ с дюймовой резьбой по всей длине корпуса соединителя. При этом электрические параметры всех трех КМПП практически одинаковы. Покрытие металлических деталей переходов — серебро и никель по ГОСТ 9.303-84 [2].

**ФГУП «НПП «Исток»**

В НПП «Исток» разработаны герметичные переходы КРПГ.434511.015 с внутренним металлокерамическим вводом, а также составные переходы: собственно соединитель КРПГ.435511.004 в сочетании с металлокерамическим вводом СВЧ КРПГ.433434.015 с диаметром центрального проводника 0,4 и 0,5 мм. Они аналогичны зарубежным КМПП типа SMA, заменяемым в полевых условиях (field replaceable hermetic launchers with drop in seal) (табл. 2, рис. 3) [4].

Переход КРПГ.434511.015 с улучшенными параметрами был разработан для замены серийно выпускаемого перехода СРГ-50-751ФВ при сохранении тех же присоединительных и установочных размеров. При его создании

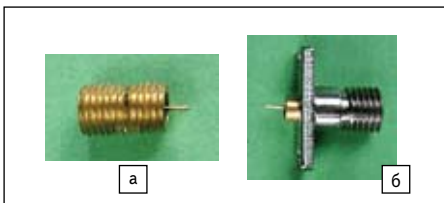


Рис. 3. Внешний вид перехода КРПГ.434511.015 (а) и составного соединителя КРПГ.435511.004 с металлокерамическим вводом КРПГ.433434.015

были устранены недостатки, присущие переходам СРГ-50-751ФВ:

- Изменена внутренняя геометрия перехода и увеличена точность изготовления, что позволило снизить величину КСВН, обеспечило повторяемость и воспроизводимость параметров переходов. Максимальный КСВН в рабочем диапазоне частот переходов КРПГ.434511.015 равен  $1,24 \pm 0,035$ .
- Введено покрытие корпуса перехода, центрального проводника и гнездового контакта износостойким сплавом золото-кобальт по подслою никеля.
- На корпусе перехода выполнены лыски под тарированный ключ, применяемый при вкручивании перехода в корпус изделий.

Герметичность составного перехода обеспечивается металлокерамическим СВЧ-вводом, впаиваемым в корпус изделия. Центральный проводник ввода соединяется с внутренним гнездовым контактом СВЧ-разъема (соединителя). Фланец разъема прикручивают двумя винтами к корпусу изделия. Разработаны переходы с диаметром центрального проводника ввода 0,4 и 0,5 мм. Переходы с меньшим диаметром центрального проводника предназначены для применения в более высокочастотных изделиях. Корпус СВЧ-разъема изготовлен из нержавеющей стали, а гнездовой контакт — из термоупрочненной берилловой бронзы.

Переходы НПП «Исток» не поставляются с категорией качества «ВП». Мелкосерийность производства и усложнение конструкции и технологии изготовления этих переходов обусловили повышение их стоимости. Однако это компенсируется более высокими параметрами выпускаемых переходов.

**ОАО «Иркутский релейный завод»**

В 2011 году Иркутский релейный завод совместно с НПП «Исток» при финансовой поддержке компании «Радиант-Элком» раз-

работал и освоил серийное производство герметичных КМПП всеклиматического исполнения с категорией качества «ВП». В настоящее время выпускается три типоконструкции КМПП (тип IX, вариант 1, розетка) в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002.

Основные параметры переходов приведены в таблице 3 [5], а их внешний вид — на рис. 4.

Иркутский релейный завод изготавливает переходы на современном высокопроизводительном автоматизированном оборудовании, что позволяет обеспечить их высокое качество при сравнительно низкой себестоимости.

**ЗАО «НПФ «Микран»**

НПФ «Микран» разрабатывает и производит телекоммуникационное оборудование, мобильные комплексы связи, измерительную аппаратуру, аксессуары СВЧ-тракта, радиолокационное оборудование и многое другое. Одновременно с этим здесь разработано и выпускается большое число коаксиальных СВЧ-переходов, в том числе измерительного класса, для разных радиочастотных трактов.

В НПФ «Микран» разработаны коаксиально-микрополосковые переходы с предельной рабочей частотой 18 и 20 ГГц по собственным техническим условиям ЖНКЮ.434541 ТУ. Вид исполнения «В» — всеклиматическое. Сочленение КМПП с ответными кабельными соединителями — резьбовое. Установка переходов в корпуса устройств — резьбовая паяная или безрезьбовая паяная (для переходов ПКМ2-18-02Р-0,6/3).



Рис. 5. КМПП производства НПФ «Микран»

Таблица 2. Основные параметры герметичных КМПП НПП «Исток»

Обозначение перехода (технические условия)	Тип по ГОСТ 20265-83	Максимальный КСВН (в диапазоне частот, ГГц)	Прямые потери СВЧ, дБ (не более)	Экранное затухание, дБ (не менее)	Габаритные размеры, мм (масса, г)
КРПГ.434511.015 (КРПГ.434511.015ТУ)	IX, черт. 9 Розетка	1,15 (до 10) 1,3 (10–18)	0,25	–60	∅ 6×12,8 (1)
Соединитель КРПГ.434511.004-03 (КРПГ.434511.004ТУ) с вводом КРПГ.433434.015-03 (d = 0,5 мм) (ТСО.357.004 ТУ)	IX, черт. 9 Розетка	1,2 (до 10) 1,35 (10–18)	0,30		∅ 10,8×16 (2)
Соединитель КРПГ.434511.004-02 (КРПГ.434511.004ТУ) с вводом КРПГ.433434.015-02 (d = 0,4мм) (ТСО.357.004 ТУ)					

Таблица 3. Основные параметры герметичных КМПП Иркутского релейного завода

Обозначение перехода (технические условия)	Тип по ГОСТ РВ 51914-2002	Рабочий диапазон частот, ГГц	Максимальный КСВН	Максимальная пропускаемая мощность, Вт	Экранное затухание, дБ	Габаритные размеры, мм (масса, г)
СРГ-50-751-ИрФВ (ФИМД.430421.001ТУ)	IX, вариант 1 Розетка	0–18	1,35	100	Менее –60	∅ 6×12,6 (1,2)
СРГ-50-876-ИрФВ (ФИМД.430421.001ТУ)	SMA Розетка					∅ 6×12,6 (1,2)
СРГ-50-876-ИрФМВ (ФИМД.430421.001ТУ)	SMA Розетка					∅ 6×12,6 (1,2)



Рис. 4. Внешний вид переходов производства Иркутского релейного завода

Таблица 4. Основные параметры КМПП НПФ «Микран»

Обозначение перехода (технические условия)	Тип по ГОСТ РВ 51914-2002	Рабочий диапазон частот, ГГц	Максимальный КСВН	Вносимые потери, дБ	Габаритные размеры, мм (масса, г)
ПКМ2-18-02Р-0,6/3 ПКМ2-18-02Р-0,6/2,3 (ЖНКЮ.434541 ТУ)	IX, вариант 1 Розетка	0–18	1,35	1 (для пары)	∅ 6×1 (2,5)
ПКМ2-18-12Р-0,6/3 ПКМ2-18-12Р-0,6/2,3 (ЖНКЮ.434541 ТУ)	SMA Розетка				∅ 6×2,65 (2,5)
ПКМ2-18-02Р-0,6/3 (ЖНКЮ.434541 ТУ)	IX, вариант 1 Розетка				∅ 6×2,65 (2,1)

Основные параметры переходов НПФ «Микран» приведены в таблице 4, а их внешний вид показан на рис. 5 [6, 7].

Корпуса КМПП, которые приведены в таблице 4, покрыты сплавом олово-висмут или золотом по подслою никеля. Покрытие центрального проводника — золото по подслою никеля.

### ООО «Амитрон Электроникс»

Компания «Амитрон Электроникс» специализируется на разработке и производстве КМПП в герметичном и негерметичном исполнении. В таблице 5 по данным сайта компании [8] приведены основные технические характеристики КМПП с сечением тракта 4,1/1,27 мм, выпускаемые этим предприятием в соответствии с техническими условиями ТУ 6313-006-38970729-11. Внешний вид переходов показан на рис. 6.

Следует отметить некоторую неоднозначность информации, представленной на сайте этого предприятия: в общих характеристиках переходов указано всеклиматическое исполнение, а в характеристиках на конкретные переходы — только исполнение УХЛ.

### Заключение

Несмотря на разные собственные обозначения и технические условия, основные параметры КМПП отечественных производителей схожи. Потребителю при выборе КМПП следует оценивать не только основные параметры и стоимость переходов, но и такие важные характеристики, как вид покрытия, климатическое исполнение, присоединительные размеры, способ соединения с ответным кабельным соединителем и корпусом изделия. Для изделий с категорией качества ВП следует также учитывать, входят ли переходы в перечень электрорадиоизделий, разрешенных к применению при разработке (модер-

низации), производстве и эксплуатации аппаратуры, приборов, устройств и оборудования военного назначения (МОП 44 001.14).

В таблице 6 приведены сводные данные основных характеристик КМПП (тип IX, вариант 1 по ГОСТ РВ 51914-2002) отечественных производителей.

При выборе КМПП потребителю следует учитывать характеристики, указанные в таблице 6, а также другие особенности, приведенные в технических условиях производителей.

За последние 3–4 года в нашей стране были проведены исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию СВЧ-соединителей с высоким уровнем параметров и расширенным рабочим диапазоном частоты. Однако в настоящее время номенклатура отечественных КМПП значительно уступает зарубежной. Например, серийно не выпускаются отечественные составные КМПП, хотя за рубежом их производят гораздо больше, чем с внутренним металлокерамическим сплавом. Отчасти это связано с недостатком собственных средств у предприятий для проведения работ. Но, кроме того, у производителей соединителей просто нет необходимой современной нормативной и материально-технической базы и информации от разработчиков аппаратуры об их перспективных потребностях. ■

### Литература

- Maury M. A. Improving SMA test with APC-3,5 hardware // *Microwaves*. 1981. № 9.
- ВРО.364.049 ТУ. Соединители радиочастотные коаксиальные. Технические условия.
- <http://www.neywa.ru/cgi-bin/catalog/viewgroup.cgi?prigroup=502>
- Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера, 2006.

Таблица 5. Основные параметры переходов «Амитрон Электроникс»

Обозначение перехода (технические условия)	Тип по ГОСТ РВ 51914-2002	Рабочий диапазон частот, ГГц	Максимальный КСВН	Габаритные размеры, мм (масса, г)
СК9-РБМГП-Х-1-063 (ТУ 6313-006-38970729-11)	IX, вариант 1 Розетка	0–18	1,46	∅ 6×12,6 (1)
СК9-РБМГП-Х-1-157 (ТУ 6313-006-38970729-11)			1,25	∅ 6×12,65 (1)

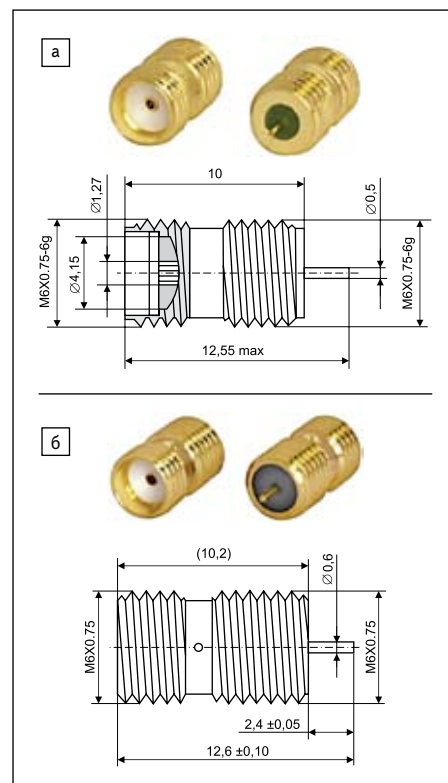


Рис. 6. КМПП: а) СК9-РБМГП-Х-1-063; б) СК9-РБМГП-Х-1-157

Таблица 6. Основные характеристики КМПП отечественных производителей

Наименование КМПП (технические условия)	Производитель	Максимальный КСВН (пределная частота, ГГц)	Материал покрытия	Присоединительные размеры	Наличие в перечне МОП 44 001.14
СРГ-50-751ФВ (ВРО.364.049ТУ)	ФГУП «ПО «Октябрь»»	1,5 (18)	Серебро, никель	ГОСТ 20265-83	Да
СРГ-50-751ИрФВ (ФМИД.430421.001ТУ)	ОАО «Иркутский релейный завод»	1,35 (18)	Золото-кобальт по подслою никеля	ГОСТ РВ 51914-2002	Да
ПКМ2-18-02Р-06/2,3-2-В (ЖНКЮ.434541.007)	ЗАО «НПФ «Микран»»	1,35 (18)	Золото или олово-висмут по подслою никеля	ГОСТ РВ 51914-2002	Нет
СК9-БМГП-Х-1-063 (ТУ 6313-006-38970729-11)	ООО «Амитрон Электроникс»	1,46 (18)	Золото по подслою никеля	ГОСТ РВ 51914-2002	Нет
КРПГ.434511.015 (КРПГ.434511.015ТУ)	ФГУП «НПП «Исток»»	1,3 (18)	Золото-кобальт по подслою никеля	ГОСТ 20265-83	Нет