

# История радиочастотных соединителей. Инструментальные и метрологические соединители\*

К. Джуринский, к. т. н.<sup>1</sup>

УДК 621.389 | ВАК 2.2.2.

Приведены основные требования, предъявляемые к инструментальным и метрологическим радиочастотным соединителям. Подробно рассмотрены особенности униполярных соединителей. Проанализированы основные этапы создания и параметры соединителей сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ СОЕДИНИТЕЛИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Точное измерение электрических параметров – необходимое условие при создании радиочастотных устройств. Для этого производство изделий электроники СВЧ оснащено современной радиоизмерительной аппаратурой, в портах которой применены прецизионные соединители. Кроме того, они являются составной частью адаптеров (переходов), применяемых при измерениях, и входят в калибровочные наборы.

Прецизионными принято считать соединители с высоким уровнем параметров, имеющие повышенные предельную частоту и срок службы [1–5]. Для этого они должны иметь:

- воздушную коаксиальную линию;
- жесткие допуски на присоединительные размеры;
- сложную конструкцию контактирующих элементов центральных проводников (неразрезные гнезда, подпружиненные контакты и др.);
- покрытие износостойким золотом внутренних и наружных проводников.

Исходя из этого, широко применяемые соединители BNC, TNC SMA и др. не входят в число прецизионных.

Различают два класса прецизионных соединителей: LPC (Laboratory Precision Connectors) и GPC (General Precision Connectors) [3, 5]. Соединители LPC и GPC – одной серии, внешне они выглядят одинаково. Однако соединители LPC выполнены с большей точностью, и их корпуса изготовлены исключительно из нержавеющей

стали. К тому же в соединителях LPC применяют только воздушную коаксиальную линию. В соединителях GPC может применяться коаксиальная линия, заполненная диэлектриком, чаще всего фторопластом.

Существуют *три градации* радиочастотных соединителей: *метрологические, инструментальные и общего применения*.

Метрологические соединители с воздушной коаксиальной линией и волновым сопротивлением 50 Ом применяют в радиоизмерительной аппаратуре для калибровки и поверки. Они обеспечивают наивысшую точность и воспроизводимость результатов измерений, что обусловлено высокой точностью изготовления и использованием, как правило, неразрезанных гнездовых контактов (без ламелей). Корпусы соединителей изготавливают только из нержавеющей стали, гнездовые контакты – из упрочненной бериллиевой бронзы. Метрологические соединители имеют большой срок службы, так как обеспечивают до нескольких тысяч соединений и рассоединений вилки и розетки без ухудшения параметров.

Инструментальные соединители применяют в радиоизмерительной аппаратуре в сочетании с различными адаптерами и кабелями. Для них характерны достаточно высокая точность, воспроизводимость результатов измерений и большое количество соединений и рассоединений с ответным соединителем.

Соединители общего применения по сравнению с метрологическими и измерительными соединителями более дешевые, имеют более низкий уровень параметров и меньший срок службы [1]. При измерении соединители общего применения подключают к радиоизмерительной аппаратуре через соответствующие адаптеры. Адаптеры иногда называют «хранителями» соединителей, так как они предохраняют их от износа и повреждения, не внося при этом существенных искажений в результаты измерений.

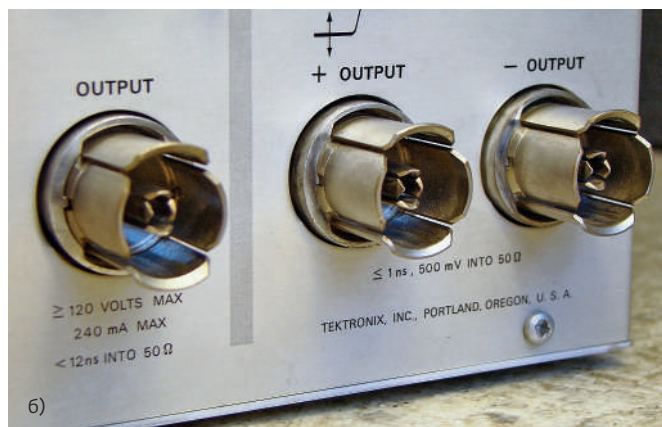
\* Автор представил в редакцию серию материалов по истории создания и развития радиочастотных соединителей. Первые две статьи по соединителям общего применения и соединителям миллиметрового диапазона опубликованы в «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес» № 1, 2 за 2023 год.

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

## СОЕДИНИТЕЛЬ GR874

В конце 1940-х годов появилась необходимость в прецизионных соединителях для радиоизмерительной аппаратуры. Первым таким соединителем стал GR874, разработанный в 1950 году Э. Карплюсом, Г. М. Уилсоном и У. Р. Терстоном в General Radio Corporation (США), являвшейся в то время основным поставщиком радиочастотного испытательного оборудования [5–7].

GR874 – униполярный соединитель, в котором вилка и розетка имеют одинаковую конструкцию внутренних и наружных проводников. В зарубежной технической литературе такие соединители называют hermaphroditic connectors или «бесполоыми» соединителями. Внутренний и внешний проводники соединителя GR874 изготовлены в виде четырех упругих ламелей, две из которых слегка смещены наружу, а две другие смещены внутрь – рис. 1а [6]. При повороте одного соединителя на 90° его внутренние ламели соединяются с внешними ламелями другого соединителя (упругое скользящее соединение). Никаких инструментов для соединения не требуется.



**Рис. 1.** Соединители GR874 (а), передняя панель генератора импульсов компании Tektronix с соединителями GR874 (б)

Диаметр соединителя GR874 – 21 мм, длина – 30 мм, вес – 500 г. Его волновое сопротивление равно 50 Ом, диапазон рабочих частот: 0–9 ГГц, рабочее напряжение 500 В, допустимая пропускаемая мощность – до нескольких киловатт. Благодаря приемлемым электрическим параметрам и простоте соединения он нашел широкое применение в измерительной и испытательной аппаратуре, выпускавшейся в 1950–1970 годах, например, в аппаратуре известной американской компании Tektronix – рис. 1б [7].

Были разработаны также метрологические версии соединителя GR874, но они не получили широкого распространения, так как к тому времени были созданы другие, более эффективные соединители. В 1961 году были разработаны соединители GR874 с дополнительным запирающим резьбовым механизмом. В дальнейшем эта идея была использована в соединителе GR900 компании General Radio.

Одним из недостатков этого соединителя является повреждение внутренних ламелей при частом соединении из-за заусенцев, изгибов и усталостных трещин. Соединители GR874 редко используются в настоящее время, но это пример отличной инженерной мысли ушедшей эпохи.

## СОЕДИНИТЕЛЬ GR900 (14 мм)

Ключевым событием, произошедшим в 1962 году, стало создание при IEEE (Институт инженеров электротехники и электроники) подкомитета P287 по прецизионным коаксиальным соединителям. Этот подкомитет сформулировал концепции проектирования и основные требования к прецизионным коаксиальным соединителям, применяемым для измерений [5]. Одной из наиболее важных особенностей этих соединителей, в отличие от большинства соединителей общего применения, является их униполярная конструкция. Нет различия в конструкции розетки и вилки, любые униполярные соединители одного типа соответствуют друг другу. Другой особенностью униполярных соединителей является точная электрическая и механическая опорная плоскость сопряжения как внутреннего, так и внешнего проводников.

Два соединителя: 14 мм и 7 мм (цифры означают диаметры наружных проводников коаксиальной линии) были стандартизированы в 1968 году – стандарт IEEE № 287. Первый из них – соединитель 14 мм, названный GR900, был разработан компанией General Radio Corporation в 1962 году [5, 8–10].

GR900 – униполярный соединитель с корпусом из нержавеющей стали и проводниками из термообработанной позолоченной бериллиевой бронзы. Размеры коаксиальной линии этого соединителя 14,29/6,2 мм. Соединитель GR-900 имеет зубчатую униполярную конструкцию фиксирующего механизма, обеспечивающую защиту соединения от вращения и истирания – рис. 2 [8–10].

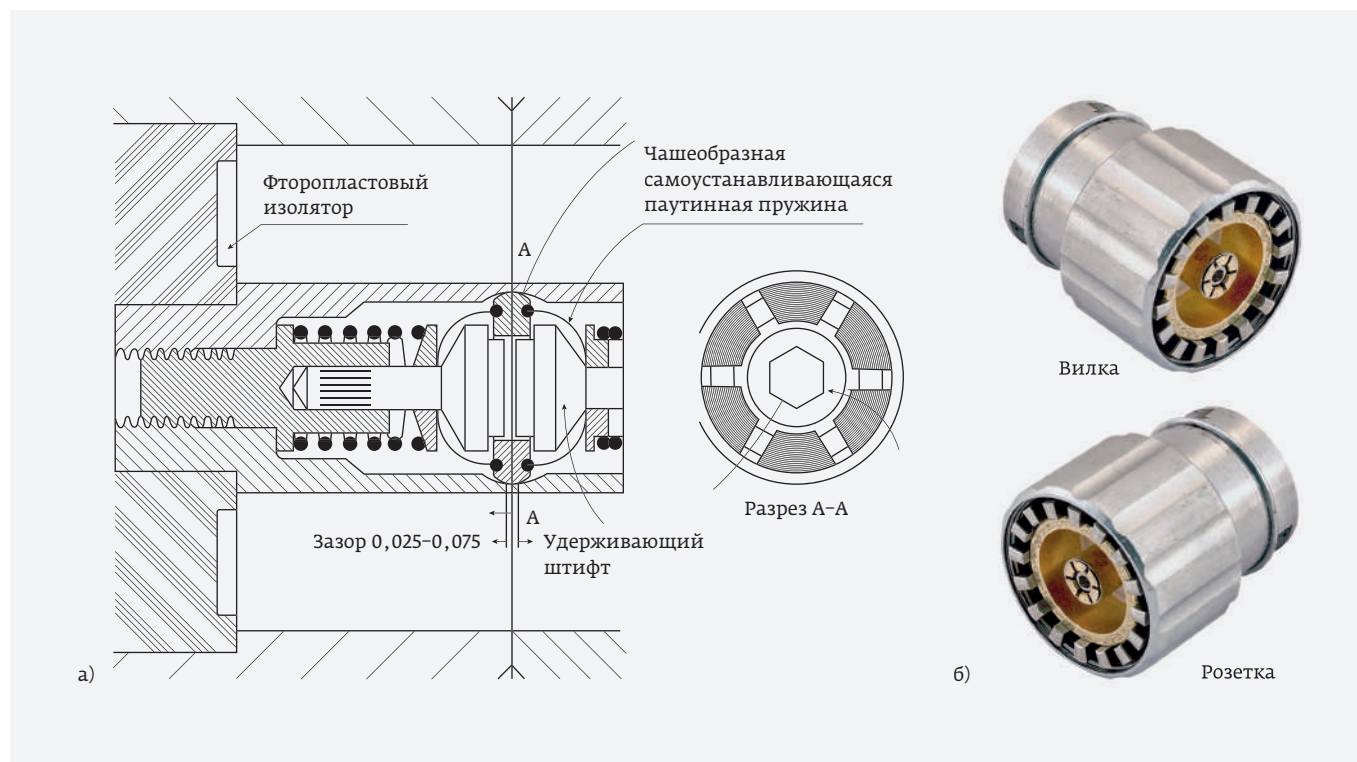


Рис. 2. Конструкция (а) и внешний вид соединителя GR900 (14 mm)

На каждом соединителе установлена наружная вращающаяся втулка. На одном соединителе необходимо повернуть наружную втулку по часовой стрелке, при этом внутренняя резьбовая соединительная втулка полностью выдвигается из наружной втулки. На ответном соединителе необходимо повернуть наружную втулку против часовой стрелки, при этом внутренняя резьбовая соединительная втулка входит в наружную втулку первого соединителя. Затем необходимо аккуратно соединить внутренние поверхности до соприкосновения. Контакт центральных проводников осуществляется посредством пружинящих цапг.

Соединители GR900 имеют следующие характеристики [9]:

- волновое сопротивление: 50 Ом  $\pm$ 0,1%;
- диапазон рабочих частот: от постоянного тока до 8,5 ГГц;
- КСВн:  $\leq (1,001 + 0,001 f_{\text{ГГц}})$ ;
- повторяемость КСВн: 0,05%;
- вносимые потери:  $\pm 0,002$  дБ на частотах менее 1 ГГц;  $\pm 0,0025$  дБ – на частотах менее 8,5 ГГц;
- рабочее напряжение пиковое: до 3000 В;
- средняя мощность при нагрузке 50 Ом: до 20 кВт;
- экранное затухание: менее –130 дБ.

Этот соединитель считается лучшим из когда-либо созданных прецизионных коаксиальных соединителей, так

как имеет наименьшие величины КСВн и вносимых потерь. Компания Maury Microwave также разработала аналогичный соединитель MPC14 [5].

Кроме того, разработаны адаптеры к соединителям других типов. Согласно стандарту IEEE 287 соединители 14 mm выпускают классов GPC и LPC.

Соединители 14 mm нашли ограниченное применение, в основном для лабораторных измерений, так как имеют недостаточно высокую предельную частоту, большие размеры и высокую стоимость. Постепенно они были вытеснены соединителем 7 mm с предельной частотой 18 ГГц.

### СОЕДИНИТЕЛЬ 7 mm (APC-7)

Униполярный прецизионный соединитель 7 mm со сложным механизмом соединения, разработанный Энтони Бэдджер в компании Hewlett Packard в 1964 году, открыл возможности точных измерений на частотах до 18 ГГц [11]. Позже дизайн этого соединителя был улучшен компанией Amphenol, которая стала его выпускать под названием APC-7 (Amphenol Precision Connector). Соединитель 7 mm выпускают также компании Rosenberger (RPC7), Pasternack (PC7), Gilbert (GPC 7) и др. Он получил широкое распространение и является одним из наиболее широко используемых измерительных соединителей. Интерфейс этого соединителя был стандартизирован





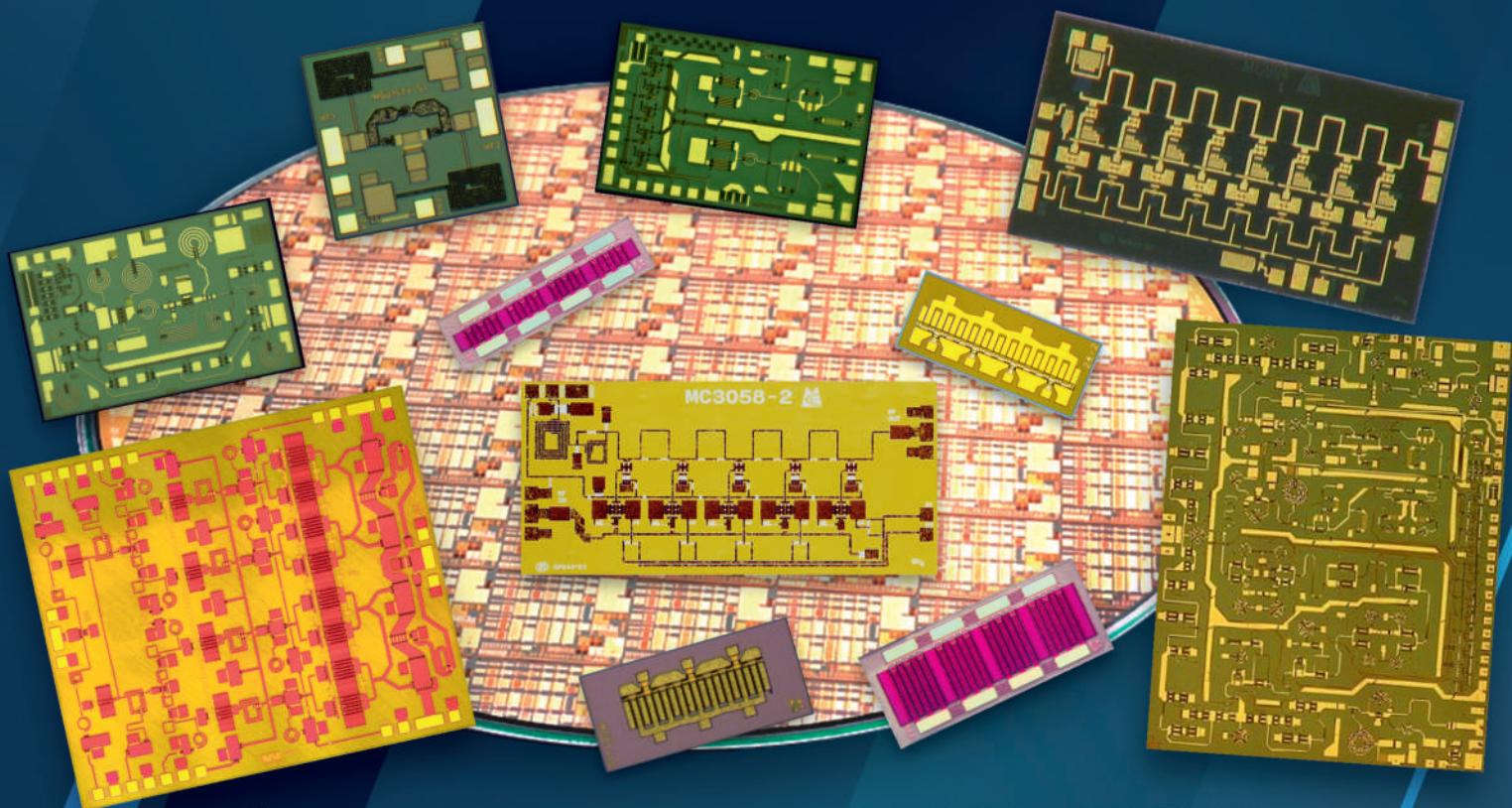
МИКРОВОЛНОВЫЕ  
СИСТЕМЫ

## ИНТЕЛЛЕКТ • КАЧЕСТВО НАДЕЖНОСТЬ

- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО СВЧ GaAs и GaN ТРАНЗИСТОРОВ, МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ И МИКРОМОДУЛЕЙ
- СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ СВЧ МОДУЛЕЙ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И БЛОКОВ РЭА
- НАИЛУЧШЕЕ СООТНОШЕНИЕ ЦЕНА / КАЧЕСТВО / СРОКИ



СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СЕРТИФИЦИРОВАНА НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ИСО9001



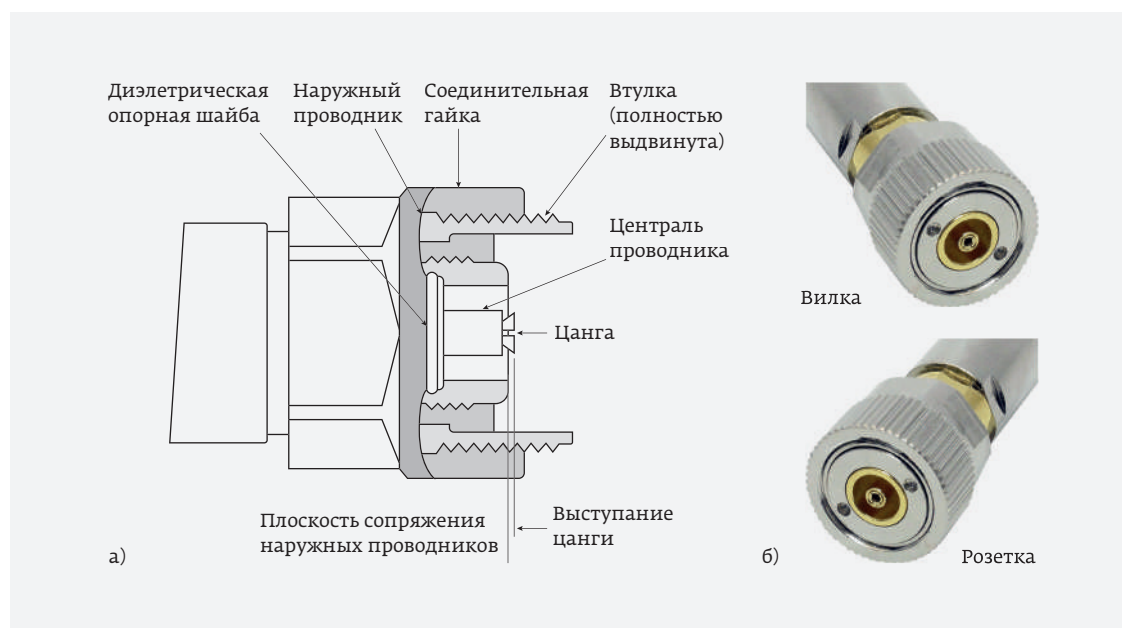
### Область применения

- Широкополосная связь и телекоммуникации
- Контрольно-измерительные приборы
- Радиорелейная и спутниковая связь
- Специальная и космическая аппаратура
- Радиолинии «точка-точка», «точка-многоточка»

### АО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»

Москва, Щёлковское шоссе, д. 5, стр. 1  
Тел.: +7(499) 644-21-03  
e-mail: [mwsystems@mwsystems.ru](mailto:mwsystems@mwsystems.ru)  
[www.mwsystems.ru](http://www.mwsystems.ru)





**Рис. 3.** Конструкция (а), внешний вид вилки и розетки соединителя 7 mm (GPC 7) (б)

комитетом по стандартам прецизионных соединителей (стандарты IEEE 287-2007 и IEC 60457-2). Конструкция и внешний вид прецизионного соединителя 7 mm показаны на рис. 3 [10, 11].

Размеры коаксиальной линии этого соединителя 7,0/3,04 мм. Наружные проводники, изготовленные из бериллиевой бронзы для обеспечения высокой прочности и покрытые износостойким золотом, соединяются между собой соприкосновением встык. Соединитель имеет стыковые копланарные контакты внутреннего и наружного проводников, при этом механическое и электрическое соединение находятся в одной и той же плоскости. Соединение внутренних проводников обеспечивают подпружиненные цанги. Особенностью соединителя 7 mm является его прочность и хорошая повторяемость результатов измерения при многократных подключениях.

Соединители 7 mm имеют следующие характеристики [10, 12]:

- волновое сопротивление  $50 \pm 0,1$  Ом;
- рабочий диапазон частот: постоянного тока до 18 ГГц;
- максимальный КСВн в рабочем диапазоне частот: 1,04;
- вносимые потери на частоте 16 ГГц: 0,028 дБ;
- экранное затухание: -120 дБ;
- гарантируемое количество соединений и разъединений: 5000.

Разработана широкая номенклатура соединителей 7 mm, адаптеры, а также принадлежности для испытаний и измерений, такие как калибровочные и поверочные комплекты для автоматических анализаторов

цепей и рефлектометров, испытательные кабели, аттенюаторы, нагрузки. Согласно стандарту IEEE 287 прецизионные соединители 7 mm могут быть классов GPC или LPC.

### СОЕДИНИТЕЛЬ N (50 Ом, 18 ГГц)

Соединитель типа N был создан в 1942 году и до сих пор остается одним из самых популярных радиочастотных соединителей [1, 3, 5]. В конце 1950-х и начале 1960-х годов ряд производителей (Hewlett-Packard, Amphenol, Maury Microwave, Rosenberger и др.) совершенствовали конструкцию этого соединителя, доведя его предельную частоту до 18 ГГц. Интерфейс и внешний вид инструментального соединителя N показаны на рис. 4 [13, 14]. Интерфейс соединителя N соответствует стандартам MIL-PRF-39012 (MIL-STD-348B), CECC22210 и IEC 61169-16. Размеры коаксиальной линии соединителя N – 7/3,04 мм, такие же, как и у соединителя 7 mm.

Прецизионный униполярный соединитель N-APC-N был разработан инженерами компаний Amphenol и Hewlett-Packard в 1965 году. Соединитель APC-N наряду с соединителем APC-7 широко применяется в измерительной аппаратуре и совместим с другими соединителями при использовании адаптеров. КСВн пары соединителей APC-N равен 1,06 в диапазоне частот 0–12,4 ГГц и 1,08 в диапазоне частот 0–18 ГГц. Существует также высокоточная версия соединителя N с гнездовым контактом без ламелей, максимальный КСВн которого равен 1,04 – в диапазоне частот 0–18 ГГц.

Соединитель N прошел долгий путь более 50 лет и доказал свою полезность для измерительной техники сантиметрового диапазона длин волн.

## РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО КОНДЕНСАТОРОВ

### оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы

К50-15, К50-17, К50-27, К50-29, К50-37,  
К50-68, К50-77, К50-80, К50-81, К50-83,  
К50-84, К50-85, К50-86, К50-87, К50-88,  
К50-89, К50-90, К50-91, К50-92, К50-93,  
К50-94, К50-95(чип), К50-96, К50-97(чип),  
К50-98, К50-99, К50-100, К50-101(чип),  
К50-102, К50-103, К50-104, К50-105, К50-106



### объемно-пористые танталовые конденсаторы

К52-1, К52-1М, К52-1БМ, К52-1Б, К52-9,  
К52-11, К52-17, К52-18, К52-19, К52-20,  
К52-21, К52-24, К52-26(чип), К52-27(чип),  
К52-28, К52-29, К52-30



### оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы

К53-1А, К53-7, К53-65(чип), К53-66,  
К53-68(чип), К53-69(чип), К53-71(чип),  
К53-72(чип), К53-74(чип), К53-77(чип),  
К53-78(чип), К53-82



### суперконденсаторы (ионисторы)

К58-26, К58-27, К58-28,  
К58-29, К58-30, К58-31



### накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов

НЭЭ, МИК, МИЧ, ИТИ



Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001



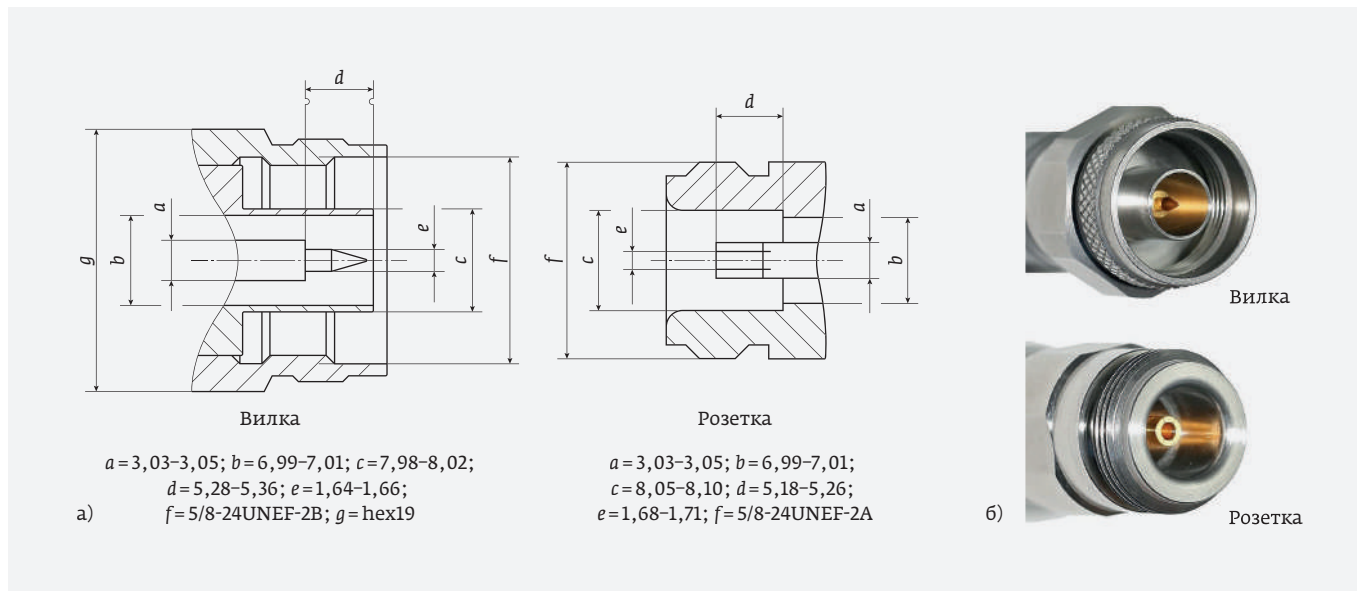


Рис. 4. Интерфейс (а) и внешний вид (б) соединителя N (50 Ом)

### СОЕДИНИТЕЛЬ 3.5 mm

В 1970-е годы электроника СВЧ успешно осваивала сантиметровый диапазон длин волн. В этом диапазоне создавались измерительная и испытательная аппаратура, а также принадлежности коаксиального тракта. Вслед за созданием соединителя SMA, который не входит в число инструментальных соединителей, возникла необходимость разработки совместимого с ним прецизионного инструментального соединителя.

В 1976 году Ларри Ренихан из компании Hewlett-Packard сообщил на Международной микроволновой конференции IEEE MTT-S о создании соединителя 3.5 mm с воздушной коаксиальной линией размерами 3,5/1,52 мм,

имеющего предельную частоту 34 ГГц [3, 15]. Интерфейс соединителя 3.5 mm показан на рис. 5а, а его внешний вид – на рис. 5б [3, 15, 16].

Усовершенствованный соединитель APC-3.5 компании Amphenol обеспечил создание измерительной аппаратуры, работающей на частотах до 26,5 ГГц [15, 16]. За основу был принят базовый соединитель SMA с коаксиальной линией размерами 4,1/1,27 мм, заполненной фторопластом. Из нее удалили фторопластовый изолятор, заменив его воздухом. Крепление внутреннего проводника и герметизация соединителя были осуществлены при помощи опорной диэлектрической шайбы. Соединители 3.5 mm совместимы со стандартными

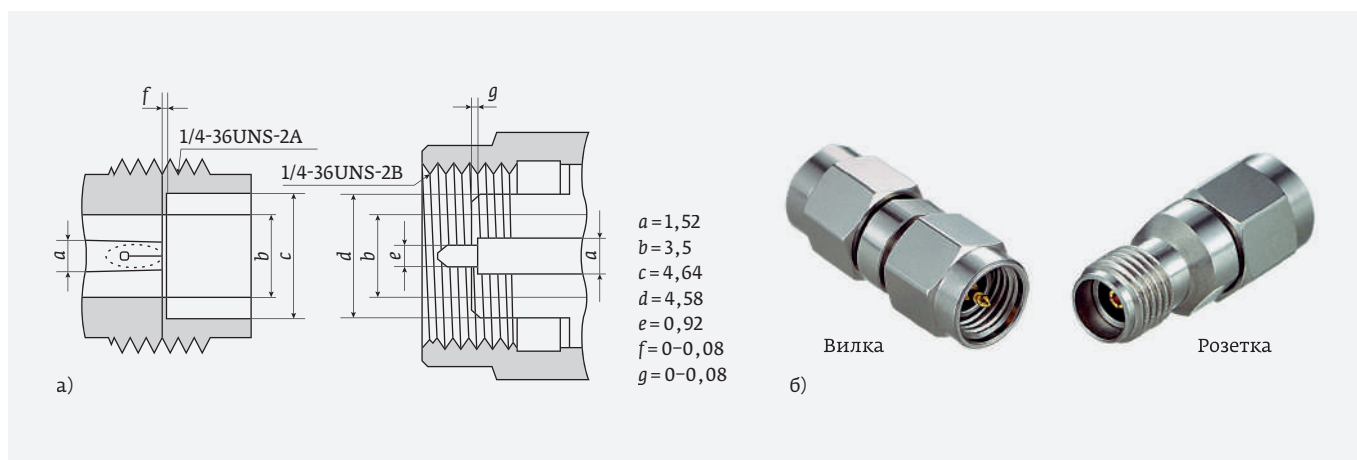


Рис. 5. Интерфейс (а) и внешний вид соединителя 3.5 mm (б)



соединителями SMA, так как в соединителях обоих типов применено одинаковое резьбовое соединение вилки и розетки (резьба 1/4-36UNS).

Параметры пары соединителей 3.5 mm и SMA существенно лучше, чем у пары соединителей SMA, особенно в области высоких частот. За счет уменьшения внутреннего диаметра наружного проводника коаксиальной линии в соединителях 3.5 mm приблизительно в два раза по сравнению с соединителями SMA увеличена толщина стенки корпуса в области совмещения вилки и розетки. К тому же корпус соединителя выполнен из нержавеющей стали. Поэтому 3.5 mm соединители имеют жесткую конструкцию и воспроизводимые электрические параметры. Соединители 3.5 mm соответствуют требованиям стандарта IEC 169-23 и имеют следующие технические характеристики:

- волновое сопротивление: 50 Ом;
- диапазон рабочих частот: 0–34 ГГц, оптимально 0–26 ГГц;
- КСВн:  $\leq 1,13$  на частоте 26,5 ГГц;
- прямые потери СВЧ: 0,1 дБ макс;
- экранное затухание: – 90 дБ;
- рабочее напряжение: 500 В;
- допустимое количество соединений и рассоединений: 1000;
- диапазон рабочих температур: –65...165 °С.

### СОЕДИНИТЕЛИ ММ-ДИАПАЗОНА (2.92 mm, 2.4 mm, 1.8 mm, 1.0 mm)

Соединители мм-диапазона (2.92 mm, 2.4 mm, 1.85 mm, 1.0 mm) с воздушной коаксиальной линией были рассмотрены в [2]. Были созданы соединители не только общего применения, но и инструментальные, и метрологические, которые являются ключевым компонентом ультраширокополосной радиоизмерительной аппаратуры [3]. Параллельно разрабатывались и соответствующие адаптеры и калибровочные наборы. Так, например, с применением соединителя 2.4 mm компания Anritsu разработала векторный анализатор цепей

Таблица 1. Градации радиочастотных соединителей

Тип соединителя	Предельная частота, ГГц	Градации соединителей		
		Общего применения	Инструментальный	Метрологический
GR874		-	+	-
GR900 (14mm)	8,5	-	+	-
BNC	4	+	-	-
7/16	7,5	+	+	-
TNC	11	+	+	-
N (50 Ом)	18	+	+	+
7 mm (APC-7)	18	+	+	+
SMA	18 <sup>6</sup>	+	-	-
3.5 mm	33	+	+	+ <sup>7</sup>
2.92 mm (K*)	40	+	+	-
2.4 mm	50	+	+	+
1.85 mm	65	+	+	+
1.0 mm	110	-	+	+

Примечание: (+) имеется, (-) отсутствует.

ShockLine, работающий в диапазоне частот от 50 кГц до 43,5 ГГц. Соединители 1.85 mm были применены для ввода и вывода сигналов в сверхширокополосных анализаторах цепей на частотах до 65 ГГц. Первый такой анализатор модели 360 с коаксиальным выходом был создан компанией Wiltron.

### ООО "КЕКО Р"

Производство и поставка технологических материалов для электронных компонентов на основе керамики: LTCC система SK-47 (керамика, пасты), HTCC система (керамика, пасты).  
Керамические и АМВ подложки на основе нитрида алюминия и нитрида кремния, а также технологии и оборудование для производства LTCC/HTCC/MLCC/MLCI/PZT/SOFC.

WWW.KEKO-R.RU

+7 (499) 398 0770

INFO@KEKO-R.RU





Компания Agilent разработала уникальный анализатор цепей HP8510XF на частотах до 110 ГГц и все необходимые аксессуары для его настройки и калибровки, включая адаптеры и кабельные сборки.

Наконец, выдающимся достижением является разработка компанией Anritsu соединителя 0.8 мм в E-диапазоне частот (110–170 ГГц) и создание на его основе ультраширокополосного векторного анализатора цепей VectorStar ME7838D в диапазоне частот от 75 МГц до 145 ГГц – рис. 6 [17].

Сводные данные о грациях соединителей разных типов приведены в табл. 1 [3, 13].

\* \* \*

Высокий уровень параметров, их повторяемость и большой срок службы имеют решающее значение при выборе инструментального соединителя. Именно поэтому размеры прецизионных соединителей выполнены с микронными допусками, и производственный процесс их изготовления тщательно контролируется. Кроме того, для увеличения допустимого количества соединений и рассоединений прецизионные соединители изготавливают из материалов с низким износом, таких как нержавеющая сталь, упрочненная бериллиевая бронза и износостойкие золотые покрытия.

Производство инструментальных и метрологических радиочастотных соединителей растет из года в год. Ожидаемый в 2028 году рынок прецизионных соединителей США, Японии и Германии оценивается в 1536,7 млн долл., что соответствует среднегодовому росту 9,6% в течение прогнозируемого периода 2021–2028 годов [18].

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Джуринский К.** История радиочастотных соединителей. Соединители общего применения. Часть 1 // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 2023. № 1. С. 80–87.
2. **Джуринский К.** История радиочастотных соединителей. Соединители общего применения. Часть 2 // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 2023. № 2. С. 112–119.
3. **Джуринский К. Б.** Современные радиочастотные соединители и помехоподавляющие фильтры / Под ред. д. т. н. Борисова А. А. СПб: Изд-во ЗАО «Медиа Группа Файн-стрит», 2014. 426 с.
4. RF and Microwave Coaxial Cable and Connectors. <https://silo.tips>.
5. Microwave Coaxial Connector Technology. <https://www.maurymw.com>.
6. GR874 Connectors – everything RF. [everythingrf.com](https://everythingrf.com).
7. GR-874 connector – TekWiki, 28 декабря 2021. <https://w140.com>.
8. 14 mm (GR900) – HB Radiofrequency – Halberd Bastion <https://halberdbastion.com>.
9. Showing Results for General Radio GR900 Connectors. <https://www.used-line.com>.
10. British Library Cataloguing in Publication Data Microwave measurements. – 3<sup>rd</sup> ed. 1. Microwave measurements. Published by The Institution of Engineering and Technology, London, 1985.
11. 7 mm (APC-7) – HB Radiofrequency – Halberd Bastion. <https://halberdbastion.com>.
12. Precision Connectors – Rosenberger Group. <https://www.rosenberger.com>.
13. Guidance on Selecting and Handling Coaxial RF Connectors. <https://www.rohde-schwarz.com>.
14. The RF connector interface is a radio frequency interface. [dosinconn.com](https://dosinconn.com).
15. **Adam S. F., Kirkpatrick G. R., Bruno S. T.** A new 34 GHz 3.5-mm low cost utility coaxial connector featuring low-leakage, low-standing wave ratio, and long life // IEEE Trans. 1976. V. MTT-24. No. 12.
16. What are 3.5 mm Connectors? – everything RF. <https://www.everythingrf.com>.
17. **Кищинский А. А., Журинский К. Б.** Твердотельные усилители СВЧ-диапазона. Новые радиочастотные соединители. М.: ВАШ ФОРМАТ, 2022. 432 с.
18. US, Japan & Germany Precision Connector Market. <https://www.coherentmarketinsights.com>.

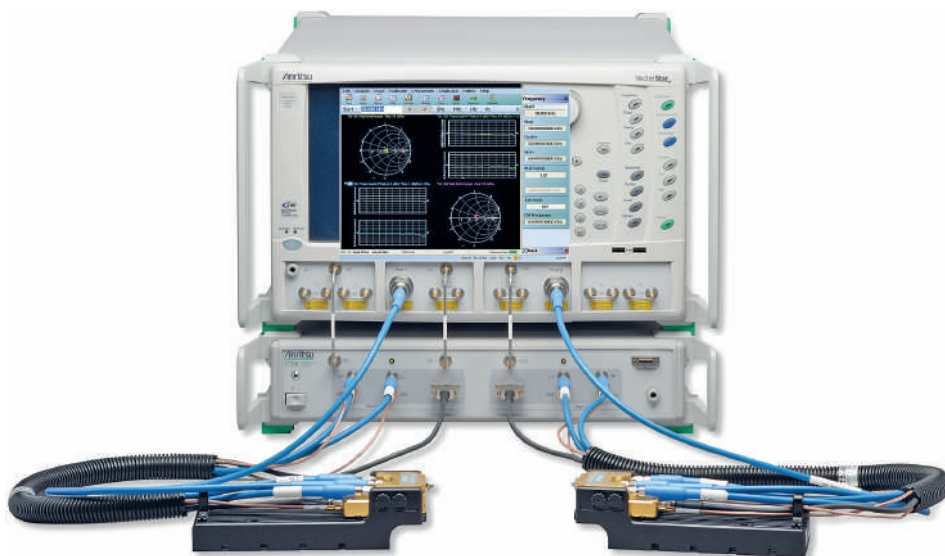


Рис. 6. Векторный анализатор цепей VectorStar™ ME7838D



Акционерное общество

# 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

## СОЕДИНИТЕЛИ РАДИОЧАСТОТНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ



Субминиатюрные и микроминиатюрные соединители радиочастотные коаксиальные тип IX вариант 1, тип SMA в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002 и SMP по стандарту MIL-STD-348B, Fig. 326 с рабочим диапазоном частот 18; 26,5 и 40 ГГц, а так же СВЧ и НЧ вводы. Предназначены для работы многофункциональных СВЧ-устройств и модулей.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ



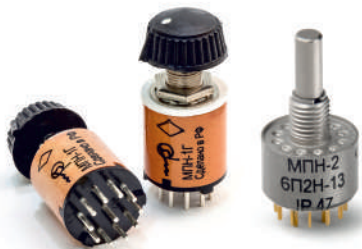
Реле слаботочные электромагнитные герметичные РЭС48 и РЭС83 с напряжением питания обмотки от 6 до 100В, и промежуточные РП-Ир2 и РЭС59 на 4 переключения и 1 замыкание с двойным разрывом цепи. Предназначены для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока радиоэлектронной аппаратуры.

## СВЧ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ



Электромагнитные коаксиальные переключатели ПСВЧ-2П2Н-Н-1-28. Предназначены для замыкания, прерывания или изменения пути прохождения сигналов в диапазоне частот от 0,01 до 12,4 ГГц на два полюса два направления в коаксиальных трактах с волновым сопротивлением 50 Ом в режиме холодного переключения. Тип коаксиального соединителя - тип N, розетка, ГОСТ РВ 51914

## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ПОВОРОТНЫЕ



Переключатели поворотные низкочастотные малогабаритные одноплатные типа МПН-1, МПН-1М и МПН-2. Переключатели предназначены для ручной коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока, с различными электрическими схемами коммутаций. Со степенями защиты IP40, IP47, IP48.

## ФИЛЬТРЫ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИЕ



Фильтры помехоподавляющие герметичные ФПГ-01 восьми типономиналов в зависимости от номинальных параметров. Фильтры предназначены для внутреннего монтажа и применения в герметизируемой аппаратуре. Изделия могут быть использованы в авиационной и наземной навигационной аппаратуре систем связи, управления объектами, сбора данных и т.п.

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

(3952) 35-23-18

marketing@irzirk.ru



КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ:  
[www.irzirk.ru](http://www.irzirk.ru)