

Отечественная и зарубежная техническая информация о радиочастотных соединениях. Терминология и не только

Кива Джурицкий

Автор данных заметок более 40 лет занимается изучением отечественной и зарубежной литературы о радиочастотных соединениях. За это время у него накопился ряд соображений о необходимости совершенствования терминологии этой области и по некоторым другим вопросам.

Соединитель или разъём?

В любой радиоэлектронной аппаратуре используется большое количество соединений между элементами печатной платы, между радиочастотным кабелем и выводом энергии, между выводами энергии. За рубежом поступают просто: всё, что является средством соединения, обозначают словом *connector* – соединитель. В отечественной литературе не только менеджеры (им простительно), но и специалисты применяют слово *разъём*. Термин «соединитель» определяется ГОСТ 21962-76 «Соединители электрические. Термины и определения»: «Соединитель – электромеханическое устройство для осуществления соединения электрических проводников». Обычно он состоит из вилки и соответствующей ей розетки. Часто вилку и розетку называют соответственно словами «папа» и «мама». Эти названия не являются официально признанными терминами, поэтому такое словоупотребление ненормативно, и их применение в технической литературе неприемлемо [1].

Рассмотрим соединители на примере широко применяемых соединителей типа SMA – рис. 1.

На рис. 1 показана часть соединителя, которую можно считать разъёмом. Остальная часть соединителя служит для установки радиочастотного кабеля или для соединения с печатной платой.

Вилка или розетка?

И в отечественной, и в зарубежной литературе вилка и розетка – это обозначения мужского или женского «пола» (gender) соединителя. Отсюда и зарубежные: вилка – *male, plug*, розетка – *female, jack, socket*. Соединение вилки и розетки – (*plug and jack connection*).

Законченная конструкция соединителя представляет собой сочетание пары «вилка и розетка». Принято считать, что вилка – это часть пары, которая имеет штыревой центральный контакт (pin, male), а розетка – гнездовой контакт (female, socket). Это не вызывает сомнений в случае соединителей, выполненных с резьбой на корпусе. Существует и другое определение

«пола» соединителя. «Пол» определяется не видом центрального контакта: штырь или гнездо, а исключительно видом резьбы на корпусе соединителя. Согласно этому все резьбовые радиочастотные соединители с внутренней резьбой на корпусе являются соединителями «вилка», а с резьбой на внешней части корпуса – соединителями «розетка», независимо от их полярности [2].

Однако с появлением микроминиатюрных соединителей SMB и SSMB, MCX, MCX, MMCX, SMP и др., в которых вместо резьбового соединения вилки и розетки выполнено соединение защёлкиванием (*snap-on*), понять, какая часть вилка, а какая – розетка, стало непросто. Вилкой обычно называют подвижную часть соединения пары вилка – розетка, и поэтому вилка может иметь гнездовой контакт, а розетка – штыревой центральный контакт. В качестве примера на рис. 2 показан соединитель компании AEP №2002-1541-009: «SMB / Female plug straight for cable 0,085”» – SMB прямая вилка с гнездовым центральным контактом, предназначенная для работы с полужёстким кабелем 0,085 [2].

Однако другие компании, например Rosenberger, Telegartner, придерживаются традиционного определения вилки как соединителя со штыревым контактом.

Внутренний проводник коаксиальной линии соединителя

Внутренний проводник коаксиальной линии соединителя представляет собой либо гнездовой контакт с упругими ламеллами (*socket contact with lamellas*), либо штыревой контакт (*pin contact*). Однако первые измерительные соединители, например, 14 mm (GR900), 7 mm (APC-7) были разработаны с одинаковыми внутренними подпружиненными контактами вилки и розетки, поэтому «пол» соединителей вилки и розетки был одинаков.



Рис. 1. Соединители SMA: кабельный (а), приборный коаксиально-микрополосковый соединитель (б), соединитель для поверхностного монтажа на печатную плату (в)



Рис. 2. Соединители SMB – вилка с гнездовым контактом и розетка со штыревым контактом

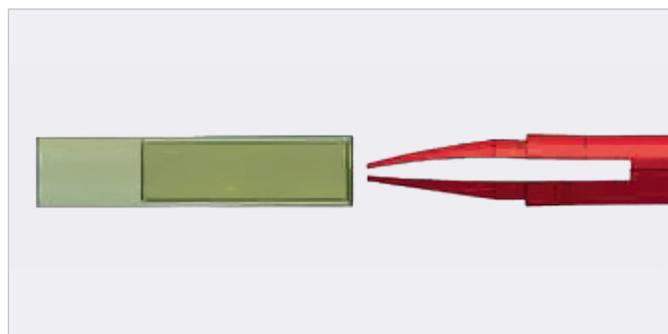


Рис. 3. Центральные проводники соединителя 0,8 мм

За рубежом такие соединители называли hermaphrodite (гермафродиты), sexless (бесполое). Но нельзя это применять в отечественной технической литературе. У нас есть своё правильное название таких соединителей – *униполярные соединители*.

Как только не называют зарубежные разработчики созданные ими контакты соединителей. Билл Олдфилд для соединителей с предельной частотой 145 ГГц предложил сделать гнездо с наружным диаметром 0,35 мм без прорезей и с очень тонкой стенкой, а штырь увеличенного диаметра сделать разрезным (с ламелями) с шириной прорезей 0,05 мм – рис. 3 [3, 4].

SMA вилка	SMA розетка	RP-SMA вилка	RP-SMA розетка
Резьба на корпусе	Центральный проводник – штырь		Центральный проводник – гнездо
Внутренняя	SMA вилка (SMA male)		SMA вилка обратной полярности (RP SMA male)
Наружная	SMA розетка обратной полярности (RP SMA female)		SMA розетка (SMA female)

Рис. 4. Соединители SMA прямой и обратной полярности

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭЛЕКОНД

оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы
 K50-15, K50-17, K50-27, K50-29, K50-37, K50-68, K50-77, K50-80, K50-81, K50-83, K50-84, K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90, K50-91, K50-92, K50-93, K50-94, K50-95(чип), K50-96, K50-97(чип), K50-98, K50-99, K50-100, K50-101(чип), K50-102, K50-103, K50-104, K50-105, K50-106

объемно-пористые танталовые конденсаторы
 K52-1, K52-1M, K52-1БМ, K52-1Б, K52-9, K52-11, K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24, K52-26(чип), K52-27(чип), K52-28, K52-29, K52-30

оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы
 K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66, K53-68(чип), K53-69(чип), K53-71(чип), K53-72(чип), K53-74(чип), K53-77(чип), K53-78(чип), K53-79(чип), K53-80(чип), K53-82

ионисторы (суперконденсаторы)
 K58-26, K58-27, K58-28, K58-29, K58-30, K58-31

накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов
 МИК, МИЧ, ИТИ, НЭЭ

КОНДЕНСАТОРЫ
разработка и производство

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3
 Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77, факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53
 e-mail: elecond-market@elcudm.ru, www.elecond.ru

Реклама



Рис. 5. Кабельная сборка и кабель

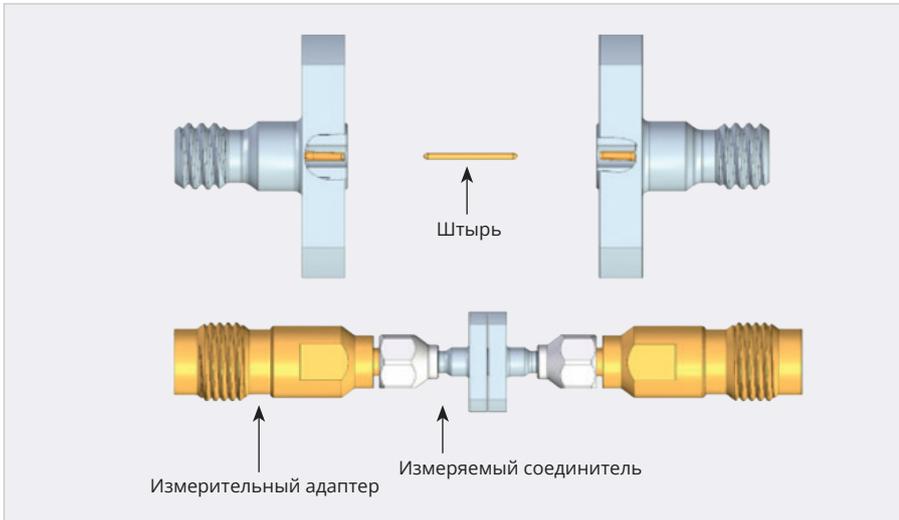


Рис. 6. Иллюстрация метода Back-to-Back измерения параметров соединителей. Этот метод не приведен в отечественном стандарте

Этот контакт он назвал the lobster claw («коготь омара»).

А другой свой оригинальный контакт для соединителей мм-диапазона длин волн (с предельной частотой 60 ГГц) Билл Олдфилд назвал «арбузное семечко» (a watermelon seed contact). Ему простительно, так как он был выдающимся создателем радиочастотных соединителей.

«Пол» и полярность радиочастотного соединителя

Правильная идентификация радиочастотного соединителя включает в себя определение двух независимых друг от друга понятий: «пол» и «полярность». После определения «пола» соединителя можно установить его полярность. Подчеркнём, что для соединителей понятия прямая и обратная полярность относятся только к интерфейсу их центрального проводника, но не к полярности сигнала. Более того, нет никакой разницы в электрических параметрах стандартных соединителей и их аналогов обратной полярности. Термин «обратная полярность» (reverse polarity – RP), по сути, означает только смену «пола». Из-за этого нередко возникает путаница, так как обычно подразумевается, что это электрическая полярность.

Для определения полярности надо посмотреть на центральный проводник соединителя. Если центральный проводник штыревой, то соединитель – вилка. Если центральный проводник гнездовой, то это розетка. При совпадении «пола» соединителя, определённого по виду резьбы на корпусе, и по виду центрального проводника соединитель имеет стандартную полярность, если совпадения нет – обратную полярность.

Подведём итоги:

- стандартный соединитель вилка прямой полярности имеет корпус с внутренней резьбой и штыревой центральный проводник;
- соединитель вилка обратной полярности имеет корпус вилки и гнездовой центральный проводник;
- стандартный соединитель розетка прямой полярности имеет корпус с наружной резьбой и центральный гнездовой проводник;
- соединитель розетка обратной полярности имеет корпус розетки и штыревой центральный проводник.

Таким образом, резьбовые соединители обратной полярности и стандартные соединители имеют одинаковые корпуса, но центральный проводник в них изменяется на противоположный: штыревой контакт в розетке обрат-

ной полярности и гнездовой контакт в вилке обратной полярности.

Соединители обратной полярности имеют и второе название – реверсивные соединители (RP connectors – reverse polarity connectors).

В качестве примера на рис. 4 показаны соединители SMA вилка и розетка стандартные (прямой полярности) и реверсивные (обратной полярности) [4].

Адаптер или переход?

Переходное устройство с различным сочетанием соединителей розетка и вилка для одного или разных сечений коаксиального канала называют в зарубежной технической литературе адаптером (adapter), в отечественной литературе – переходом, переходником. Адаптеры применяют для электрической связи радиотехнических устройств, имеющих на выходе соединители в случаях, когда эти соединители отличаются друг от друга:

- размерами коаксиального канала;
- типом разъёма: розетка или вилка;
- способом соединения с ответной частью: резьбовое, байонетное, защёлкиванием или униполярное;
- видом резьбы на корпусе: метрическая или дюймовая;

Кроме того, адаптеры применяют для предохранения выходных соединителей от износа и поломки в процессе настройки радиотехнического устройства, если требуются многократные соединения и рассоединения устройства [6].

Набор адаптеров одного сечения канала называют одноканальными (in-series adapters), разных сечений – межканальными (between-series adapters).

Переходы, переходники применяют в вышеперечисленных случаях, но они могут выполнять и другие функции: коаксиально-полосковые переходы, коаксиально-микростриповые переходы, коаксиально-волноводные переходы, которые конструктивно и по назначению отличаются от адаптеров. Поэтому целесообразно было бы называть переходные устройства для измерений адаптерами, а все остальные переходные устройства – переходами.

Кабельная сборка или кабель?

Термин «cable assembly» пришёл к нам из зарубежной технической литературы, где уже давно используется в стандарте МЭК (Международной электротехнической комиссии) [7]. В этом стандарте приведено следующее определение кабельной сборки: «Кабельная сборка – сочетание кабеля и соединителя(ей) с дополнительной защитой и маркировкой либо без них, имеющее установленные тех-

нические характеристики». Однако в отечественном классификаторе ЕСКД термин «кабельная сборка» отсутствует. Поэтому в конструкторской документации приходится использовать разрешённый классификатором термин «кабель» (код классификационной характеристики 685671). Это приводит к смысловой несуразнице – *кабель, изготовленный из кабеля* – рис. 5.

Вполне очевидно, что уже давно назрела необходимость введения в классификатор ЕСКД термина «кабельная сборка».

Отечественные стандарты в области радиочастотных соединителей

Их всего три: ГОСТ 20465–85 «Соединители радиочастотные коаксиальные. Общие технические условия», ГОСТ РВ51914–2002 «Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры» и ГОСТ 13317–89 «Элементы соединения СВЧ трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры». Эти ГОСТы давно уже не соответствуют международным стандартам как по параметрам соединителей, так и по методикам их измерения. В частности, за рубежом, а теперь уже и в нашей стра-

не, КСВН и потери соединителей измеряют методом Back-to-Back – рис. 6 [8].

Были проблемы с введением в ГОСТ РВ51914–2002 коаксиального тракта 2,92/1,27 мм с диапазоном рабочих частот 0–40 ГГц. В нашей стране велись разработки модулей СВЧ в Ка-диапазоне частот. Ранее широко применявшиеся соединители типа SMA (тип IX по ГОСТ РВ51914–2002) с предельной частотой 18 ГГц и тип 3.5 мм с предельной частотой 33 ГГц уже не обеспечивали работу в Ка-диапазоне частот (0–40 ГГц). Для работы в этом диапазоне частот необходимы были зарубежные Ка-соединители, но их применение не было разрешено отечественным стандартом. И только благодаря совместным усилиям АО «Микран» и АО «НПП «Исток» им. Шокина» не так давно удалось добиться внесения этого канала в ГОСТ РВ51914–2002.

Заключение

Нет сомнения, что наши опытные разработчики изделий СВЧ-техники могли бы высказать и ряд своих замечаний. И это было бы на пользу делу. Может быть, последуют изменения в лучшую сторону.

Литература

1. Электрический соединитель // URL: <https://clck.ru/WctdT>.
2. Джурицкий К.Б. Радиочастотные соединители, адаптеры и кабельные сборки. М.: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2018. 400 с.
3. Charles Tumbaga, Anritsu Co. 0.8 mm Connectors Enable D-Band Coaxial Measurements. Microwave Journal, 2019, № 3 (March).
4. Кищинский А.А., Джурицкий К.Б. Твердотельные усилители СВЧ-диапазона. Новые радиочастотные соединители. М.: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2022. 432 с.
5. Oldfield B. Backside Connections. Microwave Journal, 1997, March.
6. Джурицкий К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. Соединители, коаксиально-микроразветвляющие переходы, адаптеры, СВЧ-вводы, низкочастотные вводы, изоляционные стойки, фильтры помех. М.: «Техносфера», 2006. 216 с.
7. IEC 60966-1 ed.2.0 (1999). International standard. Radio frequency and coaxial cable assemblies. Part 1: Generic specification – General requirements and test methods.
8. Microwave Products Division – Southwest Microwave // URL: southwestmicrowave.com. ©



АО «ВЗПП-С»

vzpp-s.ru / (473) 223-6951 / market@vzpp-s.ru

РАЗРАБОТАНО
И ПРОИЗВЕДЕНО
В РОССИИ

НОВЫЕ СЕРИЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Двухканальные драйверы управления затворами ДМОП и БТИЗ:

- К5342ЕХ014 и К5342ЕХ015

7÷35 В, 4/-4 А, 50/50 нс, с функцией UVLO и ENABLE. Корпус: 4320.8-А, 5205.8-2

- серии К1347 (6 типоминалов)

6÷20 В, 2/-2 А, 70/75 нс. Корпус: 4320.8-А, 2101.8-1

- серии 1347 (6 типоминалов)

6÷20 В, 2/-2 А, 70/75 нс. Корпус: 5205.8-2, 2101.8-7

Кремниевый ДШ КДШ159А9 и диодная сборка КДШ159АС9

30 В; 0,5 А; (2 × 0,5) А; 0,6 В. Корпус: КТ-46

Кремниевые радиационно-стойкие симметричные n-канальные полевые транзисторы 2П623А9 и 2П623А91

20 В; 40 мА; -1 нА; 0,8 нВ/√Гц. Корпус: КТ-98-1, КТ-46

Полевые транзисторы КПЕ119А9 и КПЕ119Б9

30/-30 В; 2,5/-1,7 А; 0,085/0,100 Ом. Корпус: КТ-46