



Акционерное общество «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»

Акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро автоматики»



Омский научный семинар  
«Современные проблемы радиопизики и радиотехники»

# К.Б. Джуриинский и «Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты СВЧ»

Докладчик: **А.Л. Ворожцов**

Омск 2020

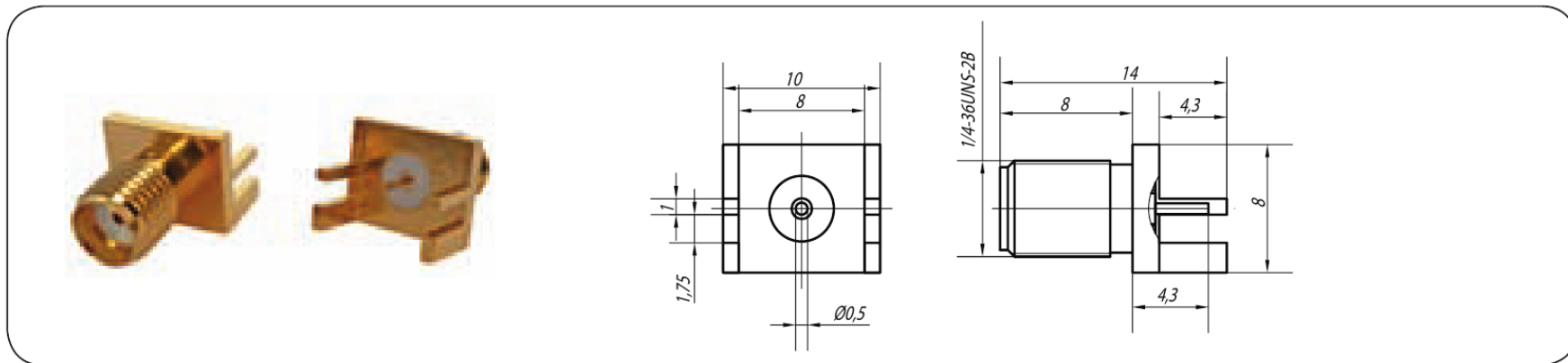
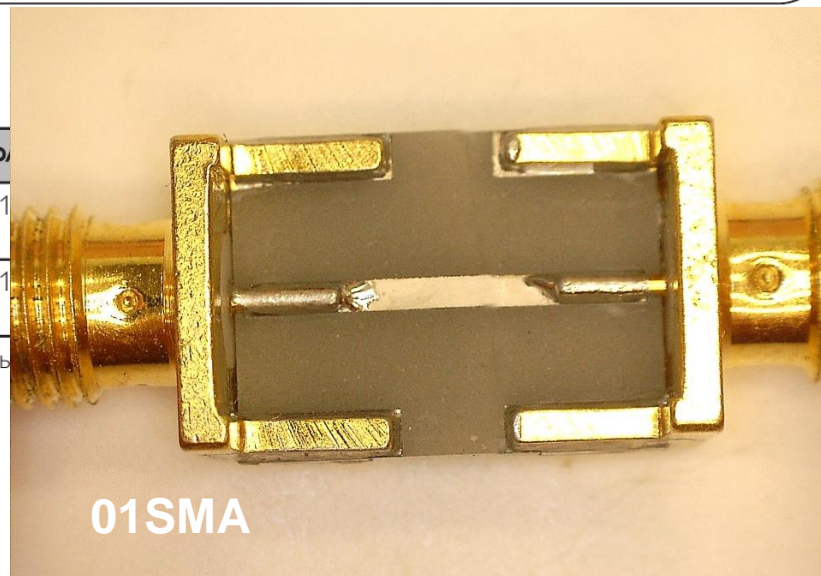


Рис. 4-13

Наименование *	Раб. частота	КСВН	Применяемый кабель	Испол.
SMA-РПМП-Х-1-077-1.К	18 ГГц	≤1,5	—	1.М, 1
SMA-РПМП-Х-1-078-1.К	18 ГГц	≤1,5	—	1.М, 1

\* В наименовании соединителя указано стандартное исполнение. Все остальные



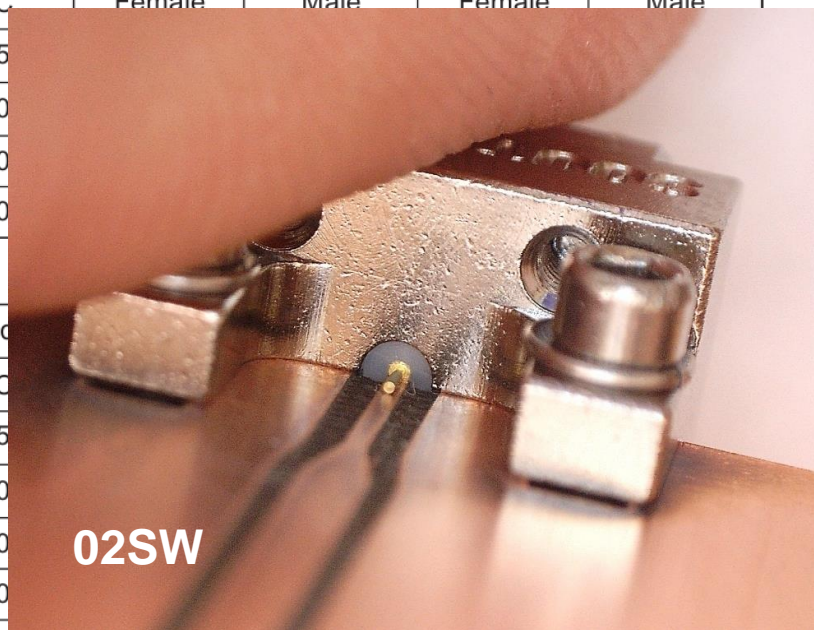


## End Launch Connectors

<b>Super SMA</b> (27 GHz)	Pin Diameter		Dielectric Dia. Dim C	Standard Profile		Low Profile	
	Dim A Board Pin	Dim B Internal		Female	Male	Female	Male
	.010	.020	.0635				
	.007	.015	.0480				
	.007	.012	.0390				
	.005	.009	.0290				

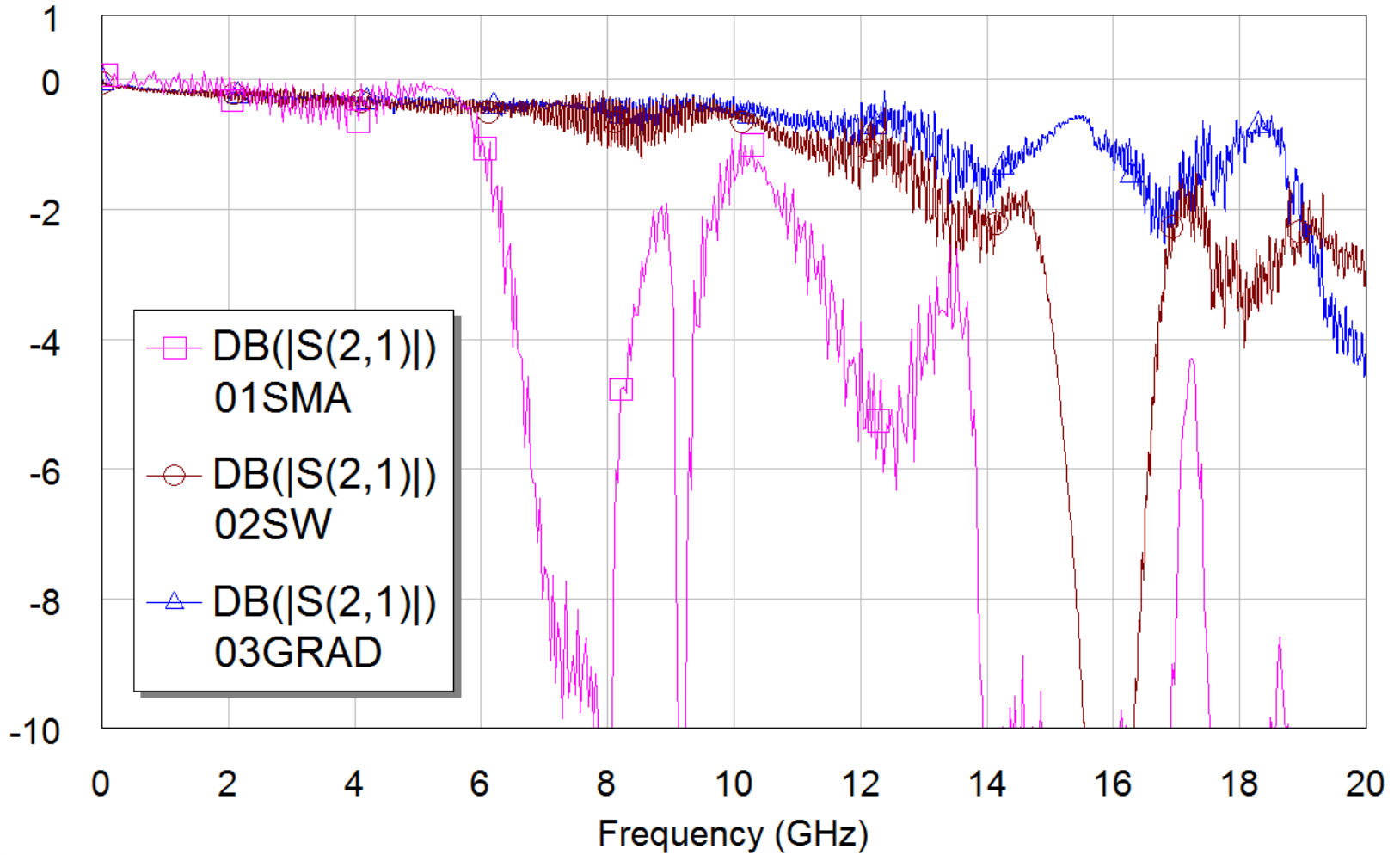
<b>2.92 mm</b> (40 GHz)	Pin Diameter		Dielectric Dia. Dim C	Standard Profile		Low Profile	
	Dim A Board Pin	Dim B Internal		Female	Male	Female	Male
	.010	.020	.0635				
	.007	.015	.0480				
	.007	.012	.0390				
	.005	.009	.0290				



# Небольшое предисловие



S21





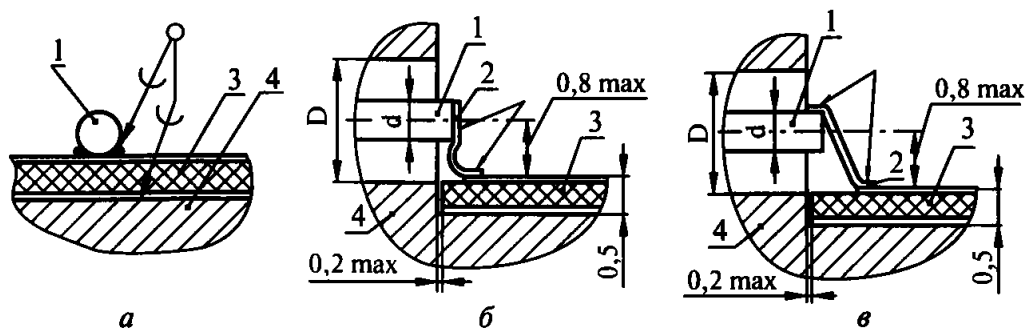
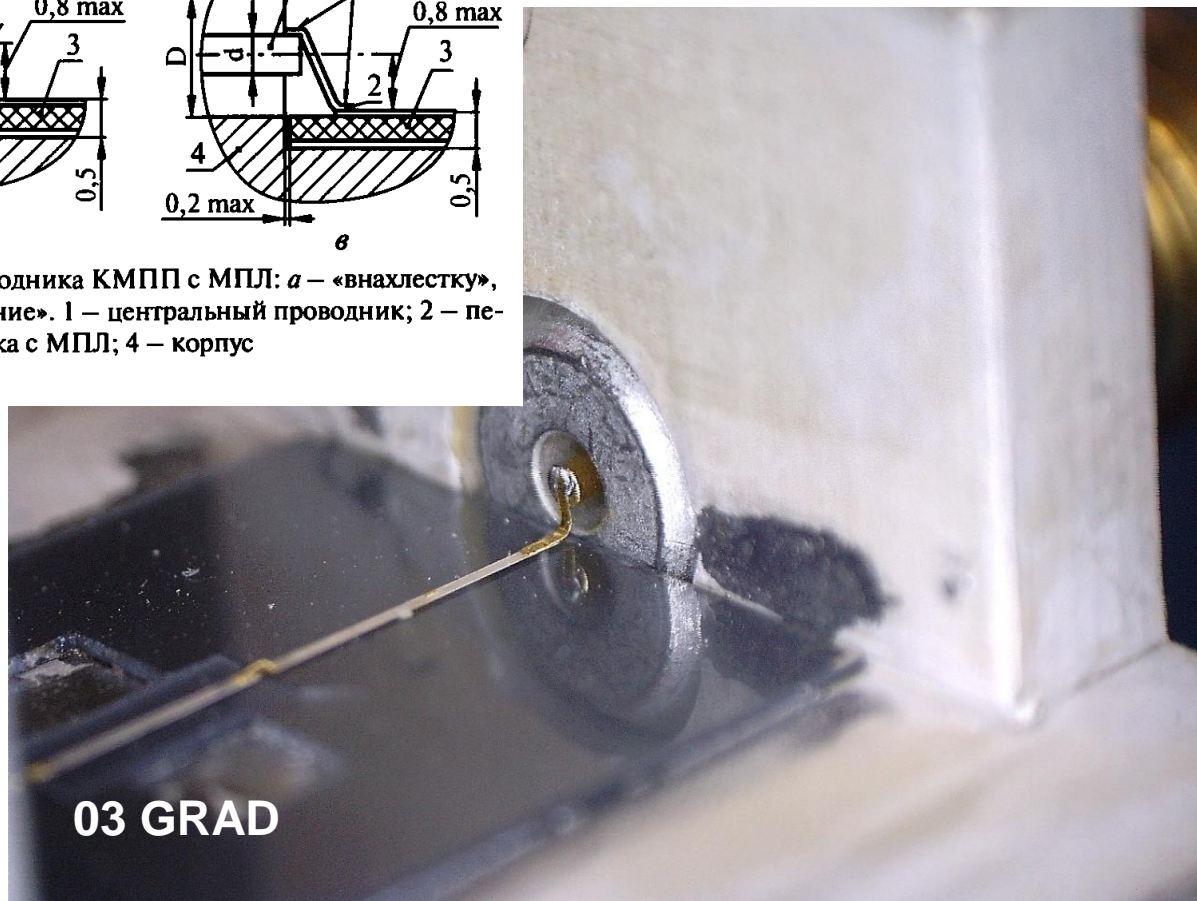


Рис. 16.5. Соединение центрального проводника КМПП с МПЛ: *а* – «внахлестку», *б* – плоской перемычкой, *в* – «Z-соединение». 1 – центральный проводник; 2 – перемычка; 3 – подложка с МПЛ; 4 – корпус





**Кива Борисович  
Джуринский**

**Миниатюрные коаксиальные  
радиокомпоненты  
для микроэлектроники СВЧ.**

Соединители, коаксиально-микрополосковые переходы, адаптеры, СВЧ-вводы, низкочастотные вводы, изоляционные стойки, фильтры помех

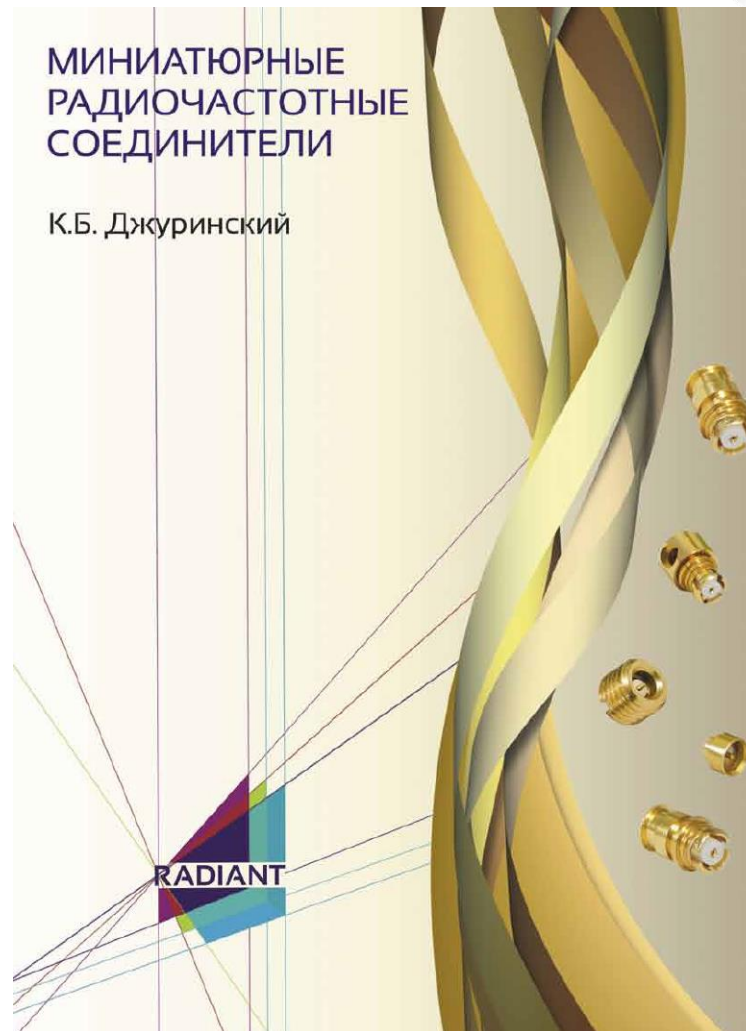
Москва,  
Издательство «Техносфера»,  
2006 г.  
216 с. Тираж 3000 экз.



Кива  
Борисович  
Джуринский

- Кандидат технических наук
- Старший научный сотрудник
- Доцент
- Руководитель лаборатории радиокомпонентов НПП «Исток» им. Шокина
- Член научно-квалификационного совета НПП «Исток» им. Шокина
- Преподаватель филиала МИРЭА г. Фрязино
- Член государственной экзаменационной комиссии
- Более 150 публикаций
- Более 30 изобретений
- 4 монографии
- Заслуженный деятель науки Московской области







## ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КМПП С ПРЕДЕЛЬНОЙ ЧАСТОТОЙ 18 ГГц МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ

К. Джуринский, к.т.н. kbd.istok@mail.ru

Надежность и параметры СВЧ-изделий микроэлектроники в значительной степени определяются КМПП (коаксиально-микрополосковыми переходами). И хотя отечественные КМПП с предельной частотой 18 ГГц серийно выпускаются уже более 30 лет, возможности их не исчерпаны – можно повысить надежность и увеличить предельную частоту до 26–27 ГГц. Поэтому использование материалов с улучшенными характеристиками, совершенствование конструкции и разработка новых технологических приемов сегодня так же актуальны, как и несколько десятилетий назад.

Отечественные КМПП с предельной частотой 18 ГГц представляют собой коаксиальные соединители с коаксиальной линией, они соответствуют стандарту ГОСТ РВ 51914. КМПП являются аналогами зарубежных соединителей типа SMA. КМПП с предельной частотой 18 ГГц – соединители СР750-751ФВ ("Трад" по названию ОКР) – серийно выпускаются с начала 1980-х годов на предприятии ПО "Октябрь" (ныне ФГУП "ПО "Октябрь"), г. Каменск-Уральский. КМПП производит несколько отечественных предприятий:

- СР750-751ФВ (ВРО.364.049ТУ) – ФГУП "ПО "Октябрь", г. Каменск-Уральский;
  - КРПГ.43451.015 (КРПГ.43451.015 ТУ) – ОАО "НПП "Исток" им. А.И.Шокина", г.Фрязино;
  - ПКМ2-18-02Р-0,6/3-1, ПКМ2-18-02Р-0,6/3-2, ПКМ2-18-02Р-0,6/2,3-01, ПКМ2-18-02Р-0,6/2,3-2 (ЖНКЮ.43451ТУ) – НПП "Микран", г.Томск;
  - СК9-РБМПП-Х-1-063, СК9-РБМПП-Х-1-157 (ТУ 6313-006-3897079-11) – ООО "Амитрон Электроникс", г.Москва;
  - СРГ 50-751 ИрФВ (ФИМД.430421.001ТУ) – ОАО "Иркутский релейный завод".
- Эти герметичные КМПП с рабочим диапазоном частот 0–18 ГГц показаны на рис.1.

### КОНСТРУКЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

Отечественные КМПП в части общих технических условий соответствуют ГОСТ 20465-85, а по присоединительным размерам – ТОСТ 20265-83 и более новому стандарту ГОСТ РВ 51914 2002 (тип IX, вариант 1, "розетка"). Основные параметры отечественных КМПП рассмотрены в работах [1, 2]. Все КМПП имеют типовую конструкцию, в них применена коаксиальная линия размерами 4,1/1,27 мм, заполненная фторопластом (рис.2).

В соединителе СР750-751ФВ гнездовой проводник с цанговыми контактами крепится при помощи буртика на его конце, который опирается на торец фторопластового изолятора. При толщине буртика 0,3 мм, диаметре 1,8 мм и неизменном внутреннем



Рис.1. Отечественные КМПП: СР750-751ФВ (а); КРПГ.43451.015 (б); ПКМ2-18-02Р-0,6/3-2, ПКМ2-18-02Р-0,6/2,3-2 (в); СК9-РБМПП-Х-1-063, СК9-РБМПП-Х-1-157 (г); СРГ 50-751 ИрФВ (д)

## Радиочастотные соединители с предельной частотой 40 ГГц: перспективы применения в отечественных изделиях СВЧ

Кива Джуринский (Москва)

Автор выражает благодарность А.А. Прокимову за полезные критические замечания при подготовке статьи к публикации

Соединители с предельной частотой 40 ГГц в настоящее время широко применяют в микроэлектронике сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн. За рубежом эти соединители выпускают десятки компаний США, Европы и Юго-Восточной Азии. Статья посвящена зарубежным и отечественным соединителям этого диапазона частот и перспективам их использования в отечественной микроэлектронике СВЧ.

### Эволюция соединителей: от SMA до 2,92 мм

Одна из главных тенденций развития микроэлектроники СВЧ – продвижение в область всё более высоких частот. Для этого потребовались радиочастотные соединители сначала сантиметрового, а затем и миллиметрового диапазонов длин волн. На рисунке 1 показаны предельные частоты соединителей основных типов [1].

Предельную можно считать верхней частоту применения соединителя еще приемлемыми параметрами согласования. Предельная частота всегда меньше теоретической предельной частоты, при которой в коаксиальной линии соединителя существует только основная ТЕМ-волна.

С середины 1960-х годов и до наших дней в микроэлектронике СВЧ доминирует базовый соединитель SMA с предельной частотой 18 ГГц, имеющий коаксиальную линию размерами 4,1/1,27 мм, заполненную фторопластом (см. рис. 2) [2, 3]. В таблице 1 приведены конструктивные параметры соединителей SMA.

Для создания микроэлектронных устройств К- и К<sub>u</sub> диапазонов частот необходима были более высокочастотные (чем SMA) соединители. Первым шагом в этом направлении было создание соединителя 3,5 мм с предельной частотой 34 ГГц (соединитель 3,5; 2,9; 2,4; 1,85 и 1,0 мм названы так по размеру внутреннего диаметра наружного проводника

ка коаксиальной линии). За основу был взят соединитель SMA. Из него удалили фторопластовый изолятор, заменив его воздухом, и уменьшили размеры коаксиальной линии до 3,5/1,52 мм (см. рис. 3) [2]. Крепление внутреннего проводника и герметизация соединителя были выполнены при помощи опорной диалектической шайбы. Первым в серии соединителей 3,5 мм стал APC 3,5 (Amphenol Precision Connector 3,5 mm), разработанный в 1976 году компаниями Amphenol и Hewlett Packard (ныне Agilent). Соединитель 3,5 мм совместим с базовым соединителем SMA, так как в них использовано одинаковое резьбовое соединение «вилки» и «розетки» (резьба 1/4\*36 UNS). За счёт уменьшения внутреннего диаметра наружного проводника коаксиальной линии в соединителе 3,5 мм более чем в 2 раза (по сравнению с соединителем SMA) увеличена толщина стенки корпуса в области совмещения наружных проводников «вилки» и «розетки». Поэтому соединитель 3,5 мм имеют более жесткую конструкцию и стабильные электрические параметры.

В таблице 2 приведены конструктивные параметры соединителя 3,5 мм. В настоящее время соединитель 3,5 мм выпускается несколькими компаниями для применения в радиоимпульсной аппаратуре.

Коаксиальная линия с размерами 2,92/1,27 мм и предельной частотой 40 ГГц была впервые реализована в 1973 году Maury Microwave Corporation в соединителе MPC2 – первом радиочастотном соединителе миллиметрового диапазона длин волн [4]. Однако этот соединитель не нашёл применения из-за высокой стоимости и несовместимости с SMA. В 1974 году компания Maury создала усовершенствованный соединитель MPC3, но присоединительным размерам совместимости с SMA. Аналогичный соединитель WMP4 был разрабо-

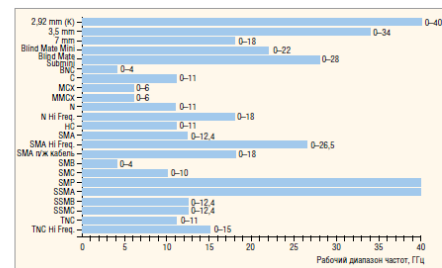


Рис. 1. Диаграмма предельных частот радиочастотных соединителей (обозначения типов соединителей согласно [1])



## Конструктивные и технологические особенности модулей СВЧ

Кива Джуринский, Александр Лисицын (Московская обл.)

В статье рассмотрены современные конструктивные и технологические методы повышения электрических параметров, надёжности и ремонтопригодности модулей СВЧ.

### Требования к модулям СВЧ

Электронный модуль СВЧ – это изделие электронной техники для диапазона частот 3...30 ГГц, имеющее законченное конструктивное исполнение и состоящее из одного или нескольких функциональных узлов СВЧ, взаимно заменяемое и ремонтопригодное в условиях эксплуатации. Модули являются базовыми компонентами радиолокационной аппаратуры СВЧ (РЗА СВЧ). На рисунке 1 изображены примеры модулей СВЧ.

Создание модуля предполагает разработку его конструкции и технологии изготовления. К современным модулям СВЧ предъявляется большое число сложнейших, часто взаимосвязанных требований:

- высокий уровень электрических параметров с учётом конструктивно-технологических запасов;

- прочность и (или) устойчивость к внешним воздействующим факторам (механическим, климатическим, биологическим и специальным);
- надёжность и длительная сохранность;
- минимальные габариты, установочные и присоединительные размеры и масса;
- приемлемые способы охлаждения и крепления в аппаратуре;
- определённые типы вводов и выводов энергии, направления питания и сигналов управления;
- производственная технологичность, требования стандартизации и унификации, высокий процент выхода годных изделий, низкая стоимость и др.

### Интегральные схемы модулей

Диапазон рабочих частот модуля определяет выбор базовой технологии, типа вводов и выводов энергии, питания и сигналов управления, а также линий передачи электромагнитной энергии.

Основной электронной модуль СВЧ являются печатные платы и интегральные схемы (ИС). В настоящее время используют следующие типы ИС: толстоплёночные, тонкоплёночные геттеридно-интегральные (ГИС), гибридно-монокристаллические (ГМИС) и монокристаллические (МИС) схемы. В печатных платах концентрированные активные элементы монтируют пайкой на подложки из фильтрованных органических диэлектриков, их достоинством является малое время задержки сигнала, невысокая стоимость, высокая производительность сборки, короткий технологический цикл разработки и изготовления. Однако применение печатных плат ограничено

высоким значением тангенса угла диэлектрических потерь материала подложки, низкой разрешающей способностью рисунка проводников электрической схемы, увеличением габаритов, снижением надёжности (из-за использования флюидов при пайке) и воспроизводимости электрических параметров, а также отсутствием полного набора отечественных комплектующих элементов, предназначенных для поверхностного монтажа. Печатьные платы применяют в производстве модулей в основном гражданского назначения. В последнее время, благодаря совершенствованию техники печатного монтажа, их используют и в производстве некоторых типов модулей специального назначения.

Толстоплёночные ИС на основе керамики изготавливают с использованием высокотемпературного или низкотемпературного обжига. Тангенс угла диэлектрических потерь, и разрешающая способность рисунка в этом случае не имеют решающего значения.

Конструкторско-технологические решения модулей на основе ГИС, ГМИС и МИС достаточно близки. Они должны обеспечивать миниатюрность, высокие электрические параметры и надёжность модулей. Сравнительно недорогая технология ГИС требует меньше времени на разработку и поэтому в настоящее время наиболее широко используется в твердотельной электронике СВЧ. В качестве подложек ГИС перспективно использование сапфира. Такие подложки дороже стандартных поликорковых, однако, их применение позволяет в едином технологическом цикле изготавливать кроме полосковых линий и индуктивных элементов и конденсаторы.

Технология МИС обеспечивает высокую повторяемость параметров и расширенные функциональные возможности создаваемых устройств. Однако производство сложных монокристаллических схем с высоким процен-

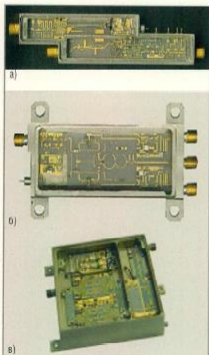


Рис. 1. Внешний вид модулей СВЧ

Кива ДЖУРИНСКИЙ,  
к. т. н.

### Виды статей

В современных журналах можно встретить следующие виды публикаций:

1. Статьи, посвященные экспериментальным исследованиям и описанию производственного опыта. В них рассматриваются методы и результаты исследований, и дается их физическое объяснение.
2. Обзорные статьи по тем или иным технологическим процессам, компонентам, оборудованию. Эти статьи часто выполняют функцию справочных материалов для технологов и разработчиков.
3. Статьи, рекламирующие продукцию каких-либо фирм.
4. Краткие сообщения, письма в редакцию.
5. Научно-популярные статьи.

Все последующие рассуждения относятся только к первым двум видам статей.

### Кого писать статью?

Естественный ответ на этот вопрос: тогда, когда автором получены новые результаты, представляющие интерес для научной общественности. Это могут быть результаты собственных экспериментальных исследований, обобщения производственного опыта, а также аналитический обзор информации в рассматриваемой области. Публикуя статью, автор преследует две основные цели:

1. Завершить этап выполнения им исследований и «заострить» свои приоритеты.
2. Продемонстрировать свою компетентность и квалификацию в рассматриваемой области, получить признание научной общественности.

Прежде чем приступить к написанию статьи автор должен ответить на два вопроса: 1. Не является ли полученное им результаты предметом изобретения? Возможно, что автору следует вместо статьи поработать над оформлением заявки на изобретение. 2. Нет ли в полученных результатах элементов секретности? Публикация статьи с такими элементами в открытой печати невозможна.

## Как написать научную статью? Советы начинающему автору

Этому вопросу посвящено немало книг и статей, поэтому автор не стремился «изобрести велосипед», а только хотел, используя свой многолетний опыт, помочь исследователю в работе над научной статьей.

### Общий план построения статьи

Трудно добиться цельности и ясности изложения, если автор не продумает общий план построения статьи. Автор, подобно архитектору, проектирующему здание, должен детально разработать такой план. Без этого получается, что автор думает не до того, как начать писать, а в то время, когда пишет. Такое неорганизованное писание без четкого плана ему могут и не простить.

### Название статьи

Поиску удачного названия всегда следует посвящать время, хотя речь идет всего лишь об одной фразе. Название должно отражать содержание статьи и в то же время быть привлекательным, броским. Это особенно важно сейчас — в связи с огромным потоком информации. Из-за нечеткого названия важная и нужная статья может оказаться незамеченной. Вот классический пример неудачного названия: А. С. Попов свое первое сообщение об открытии способа радиосвязи назвал «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Правильнее было бы сказать: о передаче сообщений без проводов [1].

В то же время за внешне красивым названием можно не увидеть, о чем же эта статья. Примере: «Использование АТХХС150/АТХХС300 в реальном времени саморегуляции» (журнал «Электронные компоненты», № 11 2005, с. 91), «ВМК компании UnicupCoS. Экономическая целесообразность и технические характеристики» («Электроника: НТБ», № 6 2005, с. 66), «ПРС/СНПР или Маленькие ядра для большой архитектуры-2» («Компоненты и технологии», № 6 2005, с. 178). Такие названия понятны только специалистам узкого профиля.

### Составные части статьи

Статья состоит из аннотации, вводной части (введения), основной части (методики исследования, полученных результатов и их физического объяснения), выводов (заключения) и списка литературы (литература).

### Аннотация

Она выполняет функцию расширенного названия статьи и повествует о основных работах. Аннотация показывает, что, по мнению автора, наиболее ценно и применимо в выполненной им работе. Плохо написанная аннотация может испортить впечатление от хорошей статьи. В одном из уже упомянутых журналов помещены интересная и полезная статья «Бесконтактные оптические выключатели». В ней подробно рассмотрены конструкции и принципы действия выключателей разных типов. А вот аннотация этой статьи: «На современном технологическом оборудовании широко используются выключатели, предназначенные для контроля взаимного положения механизмов и деталей. Наибольшее расстояние срабатывания на объект имеют оптические выключатели». Согласитесь, вред ли это можно назвать аннотацией.

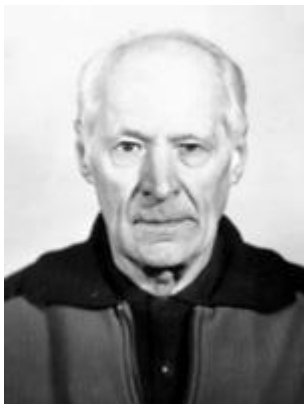
### Введение

В последнее время этот раздел статьи автор нередко опускает и сразу же переходит к изложению полученных результатов. Вред ли это оправдано. Читателю хочется понять, в чем состоит необходимость постановки работы, а также место она занимает среди аналогичных отечественных и зарубежных разработок.

Во введении наиболее уместно указать наиболее авторитетных источников информации (статьи, патенты, отчеты, информации из Интернета). Что бы полезного ни сделал автор, у его исследования всегда есть предшественники. Поэтому необходимо найти следы этих предшественников и критически проанализировать их работы. Ведь первое название этих материалов приводит к неоправданным затратам средств, времени и сил. Добросовестный автор должен рассмотреть не только источники, опровергающие правильность его выводов, но и работы, их опровергающие. Отношение к работам предшественников должно быть уважительным: ведь автор может позволить себе их критику, а они не имеют возможности возразить в ответ.



- Родился 11 августа в 1939 г. в г. Калуга
- 1958-1962 учеба в Московском энергетическом институте
- 1962 направлен в г. Фрязино, п/я 17, цеховой технолог
- 1969 аспирантура у Н.В. Черепнина
- 1972 защита кандидатской диссертации по технологии термических процессах в вакуумном производстве
- 1972 переход в лабораторию металлостеклянных узлов для СВЧ техники (7 изобретений)
- 1974 Руководитель лаборатории миниатюрных радиокомпонентов



Николай  
Васильевич  
Черепнин

- Родился в 1908 г. в Пушкиногорье, Псковской губернии
- 1926-1930 учеба в Ленинградском электромеханическом комбинате
- 1932-1941 инженер на Ленинградском заводе «Светлана»
- 1941-1945 эвакуирован в г.Новосибирск для запуска завода электровакуумных приборов.
- 1945-1949 командировка в г. Берлин, в Бюро электровакуумной техники
- 1950 направлен в г. Фрязино, в НИИ-160
- 1959 г. присвоена степень кандидат технических наук, без защиты диссертации
- Награжден орденами «Трудового Красного Знамени» и «Знаком Почета», а также медалями «За трудовую доблесть» и др.
- 1998 г. звание «Почетный гражданин г. Фрязино»





- Супруга Галина Александровна Вишнякова выпускница МЭИ, инженер-конструктор НПП «Исток», больше 45 лет вместе
- Дочь Елена – заведующая фортепианным отделом во Фрязинской школе искусств
- Внук Александр закончил МИРЭА и работает технологом на НПП «Исток»
- Внучка Вера учится на химика

Главное увлечение – настольный теннис

- Кандидат в мастера спорта,
- Чемпион Московской области

Любимый писатель – Эрих Марк Ремарк  
***«На самом деле человек по настоящему счастлив только тогда, когда он меньше всего обращает внимание на время, и когда его не подгоняет страх»***



**«... – Кива Борисович, как вам кажется, какими качествами должен обладать человек, чтобы достойно жить?»**

– Трудолюбием, ответственностью и компетентностью. Беда всей нашей страны в некомпетентности сверху донизу. Поэтому мы все друг другу только помогаем вместо того, чтобы заниматься своим делом. Все крутимся вокруг да около. Вот я половину своего рабочего времени трачу на какое-то мельтешение. Но живу тем, что я нужен людям. ...»

*г. Фрязино,  
сентябрь 2009 г.*



1. Джуринский К.Б., Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. Соединители, коаксиально-микроразветвляющиеся переходы, адаптеры, СВЧ-вводы, низкочастотные вводы, изоляционные стойки, фильтры помех // М. Техносфера. 2006. С. 216.
2. *Шабашев М.*, Топ-спин судьбы // газета «Ключь». г.Фрязино, №36 (052) 16-22 сентября 2009 г. С. 9.
3. *Джуринский К.Б., Сотников А.*, Радиочастотные соединители SMC и SSMC // «СВЧ электроника», 2016. №1. С.10-16
4. *Джуринский К.Б., Лисицын А.*, Конструктивные и технологические особенности модулей СВЧ // «Современная электроника», 2008. №1. С.22-27
5. *Джуринский К.Б.*, Радиочастотные соединители с предельной частотой 40 ГГц: перспективы применения в отечественных изделиях СВЧ // «Современная электроника», 2014 №5. С.30-36
6. *Джуринский К.Б.*, Как написать научную статью. Советы начинающему автору // «Компоненты и технологии», 2007 №5. С.24-26



**Спасибо за внимание!**

644027, Россия, г. Омск  
проспект Космический 24а  
e-mail: [ckba@omsknet.ru](mailto:ckba@omsknet.ru)  
[www.ckba.net](http://www.ckba.net)  
тел.: +7 (3812) 53-98-30  
факс: +7 (3812) 57-19-84