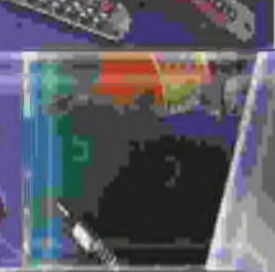


К. ДЖУРИНСКИЙ

Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ

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





М И Р электроники

К. ДЖУРИНСКИЙ

Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микро– электроники СВЧ

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

Издание второе,
исправленное и дополненное

ТЕХНОСФЕРА
Москва
2006

Джуринский К.Б.

Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ
Соединители, коаксиально - микрополосковые переходы, адаптеры,
СВЧ - вводы, низкочастотные вводы, изоляционные стойки, фильтры помех
Издание второе, исправленное и дополненное

Москва:

Техносфера, 2006. – 216 с. ISBN 5-94836-095-4

Впервые систематизированы и обобщены данные по отечественным и зарубежным коаксиальным радиокомпонентам для современной микроэлектроники СВЧ. На большом фактическом материале рассмотрены конструкция и основные параметры современных отечественных и зарубежных радиокомпонентов: коаксиально-микрополосковых переходов, кабельных соединителей, адаптеров, высокочастотных и низкочастотных вводов, изоляционных стоек, фильтров помех. Рассмотрены особенности распространения электромагнитной волны в коаксиальной линии передачи. Приведены основные формулы для расчета коаксиальных радиокомпонентов. Показаны особенности применения радиокомпонентов в современной микроэлектронике СВЧ. Даны рекомендации по их выбору и установке в изделия СВЧ.

Книга предназначена для специалистов, занимающихся разработкой, конструированием и производством РЭА СВЧ для использования в качестве справочных материалов. Она может быть также полезна преподавателям, аспирантам и студентам радиотехнических специальностей.

© К.Б. Джуринский
© 2006, ЗАО "РИЦ "Техносфера",
оригинал-макет, оформление

ISBN 5-94836-095-4

Содержание

Введение. Значение коаксиальных радиокомпонентов в микроэлектронике СВЧ	11
Термины и их определение	13
Глава 1.	
Электромагнитные волны в линиях передачи	16
1.1. Сверхвысокие частоты	16
1.2. Радиочастотные линии передачи	17
1.3. Типы волн в коаксиальной линии	18
Глава 2.	
Основные характеристики коаксиальной линии	22
2.1. Экранированность коаксиальной линии	22
2.2. Волновое сопротивление	23
2.3. Коэффициент отражения	25
2.4. Коэффициент стоячей волны	26
2.5. Типовые режимы в коаксиальной линии	27
2.6. Емкость, индуктивность, сопротивление и проводимость линии	29
2.7. Активные потери	32
Глава 3.	
Миниатюрные коаксиальные СВЧ-вводы	34
3.1. Конструкция	34
3.2. Расчет параметров	35
3.3. Волновое сопротивление и КСВН	36
3.4. Высокочастотные потери	39
3.5. Зарубежные и отечественные СВЧ-вводы	40
Глава 4.	
Радиочастотные соединители: назначение, основные требования, классификация	43
4.1. Назначение коаксиальных соединителей	43
4.2. Основные требования к соединителям	44
4.3. Классификация зарубежных соединителей	48
4.3.1. Предельная частота	49
4.3.2. Особенности конструкции	49
4.3.3. Соединение с ответной частью	52
4.3.4. Кабель. Способ заделки в соединители	54
4.3.5. Герметичность	56
Глава 5.	
Общие вопросы конструирования и изготовления соединителей	58
5.1. Обеспечение надежности контактирования соединителей розетка и вилка	58
5.2. Конструирование изоляторов соединителей	63



5.3. Материалы и покрытия	65
5.4. Способы крепления внутреннего проводника и изолятора в корпусе соединителя	68

Глава 6.

Зарубежные соединители сантиметрового диапазона.....	70
6.1. Соединители SMA	70
6.2. Соединители SMC	78
6.3. Соединители N	79
6.4. 3,5-мм соединители	82

Глава 7.

Миниатюрные, микроминиатюрные и ультраминиатюрные соединители.....	84
7.1. Назначение соединителей.....	84
7.2. Миниатюрные соединители.....	85
7.2.1. Соединители SMB	85
7.2.2. Соединители MCX.....	87
7.3. Микроминиатюрные соединители	88
7.3.1. Соединители MMT.....	88
7.3.2. Соединители MMS	89
7.3.3. Соединители MMBX	90
7.3.4. Соединители MMSX	91
7.4. Ультраминиатюрные соединители.....	92
7.4.1. Соединители IMP.....	92
7.4.2. Соединители UMP.....	94

Глава 8.

Соединители миллиметрового диапазона	95
8.1. 2,9-мм соединители	95
8.2. Особенности конструкции 2,9-мм соединителей	98
8.3. Современное состояние	99
8.4. 2,9-мм коаксиально-микроразъемные переходы.....	100
8.5. Микроминиатюрные соединители SMP и GPO	104
8.6. Соединители OS-50	107

Глава 9.

Соединители для диапазона частот 50–110 ГГц	108
9.1. Параметры воздушных коаксиальных линий соединителей.....	108
9.2. 2,4-мм соединители	108
9.3. 1,85-мм соединители	111
9.4. VP- и GPO- соединители	113
9.5. 1,0-мм соединители	114
9.6. Некоторые итоги	116

Глава 10.

Отечественные соединители.....	117
10.1. Соответствие отечественных и зарубежных соединителей	117
10.2. Отечественные производители радиочастотных соединителей	118
10.2.1. Соединители ФГУП ПО «Октябрь»	118
10.2.2. Соединители ОАО ЦНИИИА	122
10.2.3. Соединители ФГУП НИПИ «Кварц»	123
10.2.4. Соединители НПП «Спецкабель»	125
10.2.5. Соединители ФГУП «НПП «Исток»	127

Глава 11.

Зарубежные и отечественные коаксиальные адаптеры.....	130
11.1. Назначение и область применения адаптеров	130
11.2. Зарубежные «SMA in-series» адаптеры.....	132
11.3. Отечественные адаптеры.....	135

Глава 12.

Низкочастотные вводы и изоляционные стойки	141
---	------------

Глава 13.

Миниатюрные фильтры для подавления помех в цепях питания	145
13.1. Электромагнитные помехи и методы их подавления	145
13.2. Принцип действия, основные параметры, электрические схемы, элементы конструкции фильтров нижних частот	146
13.3. Помехоподавляющие фильтры зарубежных фирм	153
13.4. Отечественные фильтры.....	159

Глава 14.

Миниатюрные фильтры для подавления помех в цепях управления	166
14.1. Назначение и основные требования к фильтрам	166
14.2. Влияние фильтра на параметры импульса	166
14.3. Спектральный состав импульса. Условие прохождения импульса без искажений	168
14.4. Вносимое затухание фильтров	170
14.5. Зарубежные фильтры.....	170
14.6. Отечественные фильтры.....	173

Глава 15.

Сравнение отечественных и зарубежных помехоподавляющих фильтров	175
15.1. Критерии сравнения.....	175
15.2. Миниатюрность.....	175
15.3. Герметичность.....	177
15.4. Вносимое затухание в заданном диапазоне частот	177

15.5. Особенности конструкции фильтров. Допустимая температура нагрева при пайке в корпуса изделий	178
15.6. Стоимость фильтров.....	179
15.7. Альтернатива миниатюрным герметичным зарубежным фильтрам ..	180
15.8. Оценка основных направлений разработок серийно выпускаемых фильтров	180
15.9. Подводя итоги.....	181
Глава 16.	
Установка радиокомпонентов в изделия с микрополосковыми линиями	182
16.1. Монтаж радиокомпонентов	182
16.2. Область перехода с МПЛ на КМПП или СВЧ-ввод	183
16.3. Установка КМПП в корпус изделия	184
16.4. Установка платы с МПЛ в корпус изделия	187
16.5. Соединение центрального проводника КМПП с МПЛ	188
16.6. Результаты экспериментальной проверки	192
16.7. Установка фильтров и низкочастотных вводов	194
Глава 17.	
Технология установки радиокомпонентов в изделия.....	196
17.1. Технология герметизации.....	196
17.2. О директиве RoHS	199
17.3. Соединение выводов радиокомпонентов с элементами электрической схемы	200
Глава 18.	
Как выбрать радиокомпонент	202
18.1. Отечественный или зарубежный?	202
18.2. Выбор соединителя.....	204
18.3. Выбор фильтра.....	204
Заключение	206
Приложение.....	207
Список литературы.....	208
Об авторе	215

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю. Борисов. Отечественная электронная промышленность и компонентная база. — Электроника: НТБ, 2006, №2 (68), с. 6.
2. Сверхширокополосные микроволновые устройства. Под ред. А.П. Креницкого и В.П. Мещанова. — М.: Радио и связь, 2001. — 560 с.
3. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств. — М.: Высшая школа, 1990. — 432 с.
4. Лебедев И.В. Техника и приборы сверхвысоких частот. Том I. Техника сверхвысоких частот. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1961. — 512 с.
5. Ефимов И.Е., Останькович Г.А. Радиочастотные линии передачи. — М.: Связь, 1977. — 408 с.
6. Милованов О.В. Техника сверхвысоких частот. — М.: Атомиздат, 1980. — 464 с.
7. Теория линий передачи сверхвысоких частот. Пер. с англ. под ред. А.И. Шпунтова.— М.: Советское радио, 1951. — 259 с.
8. Кинг Р., Мимно Г., Уинг А. Передающие линии, антенны и волноводы. Пер. с англ. под ред. С.Я. Турлыгина. — М.: Госэнергоиздат, 1948. — 358 с.
9. Изюмова Т.И., Свиридов В.Т. Волноводы, коаксиальные и полосковые линии.— М.: Энергия, 1975. — 112 с.
10. Воскобойник М.Ф., Черников А.И. Техника и приборы СВЧ. — М.: Радио и связь, 1982. — 208 с.
11. Weinshel V. Coaxial connectors: a look at the past and future. — Microwave System News, 1990, № 2, p.24.
12. www.amphenol.com.
13. Browne J. Precision coaxial cables and connectors reach 45 GHz. — Microwaves and RF, 1983, vol. 22, № 9, p. 131.
14. Джурицкий К.Б., В.Г. Калина, А.Д. Родионов. Коаксиальный СВЧ-ввод для герметичных модулей на основе гибридно-интегральных схем. — Электроника СВЧ, 1987, вып.7 (401), с.56.
15. Справочные данные на стекла для электровакуумных приборов. — М.: НИИЭС, 1986.
16. Эсне В. Технология электровакуумных материалов.— М.: Энергия, 1968. — 632 с.
17. Sladek N.J. Основные соображения по расчету и применению прецизионных коаксиальных соединителей. — Зарубежная радиоэлектроника, 1967, № 10, с. 101.
18. Coaxial Connectors, Adapters, Tools and Accessories. Каталог фирмы M/A-COM Omni-Spectra, 1997.
19. Проспект фирмы Southwest Microwave, Inc., 1994.
20. 50-Ohm kovar feedthroughs are now stock items in a range of finishes and configurations. Реклама фирмы Northeast Electronics Corp. — Microwave System News, 1985, vol.15, № 7, p.27.
21. RF/ Microwave Connectors. Каталог фирмы Molex № RF-02, 2003.
22. Subminiature coaxial connectors. Hermetic SMA range. Каталог фирмы Radiall № D1C049 CE, 2005.

23. *Джурицкий К.Б.* Коаксиальные радиокомпоненты нового поколения для микроэлектронных устройств СВЧ. Справочные материалы по электронной технике. – ОНТИ, 1996. – 36 с.
24. *Джурицкий К.Б.* Миниатюрные коаксиальные СВЧ-вводы для микроэлектроники. Конструирование, расчет параметров, применение. – Электроника НТБ, 2000, № 6, с.18.
25. *В.С. Савченко, Мельников А.В., Карнишин В.И.* Соединители радиочастотные коаксиальные. – М.: Советское радио, 1977. – 48 с.
26. *Джурицкий К.Б.* Отечественные и зарубежные герметичные миниатюрные коаксиальные СВЧ-компоненты. – Электронные компоненты, 2002, № 4, с. 89.
27. *Джурицкий К.Б.* Путьодитель в мире зарубежных радиочастотных соединителей.— Электронные компоненты, 2006, №5, с. 94.
28. *Джурицкий К.Б.* Техника соединения коаксиально-микрополосковых переходов с микрополосковыми линиями в изделиях СВЧ.— Электронные компоненты, 2004, №9, с. 39.
29. Shuner coaxial connectors. General Catalogue фирмы Huber + Shuner, 2003.
30. Каталог фирмы Anritsu Corp., 2003.
31. *Гудин М. Лето* – швейцарский производитель коннекторов. Описание продукции партнеров.— Витал электроникс, 2004, с. 3.
32. Guide to RF Connectors. Каталог 82074 фирмы AMP (США), 1994.
33. *Джурицкий К.Б.* Субминиатюрные коаксиальные соединители для СВЧ-микроэлектроники за рубежом. Обзоры по электронной технике. Сер. 1. Электроника СВЧ. – М.: ЦНИИ «Электроника», 1987, вып.21 (1320). – 50 с.
34. Борьба за качество разъемов. – Электроника, 1978, № 20, с. 108.
35. *Oldfield W.W.* Comparing miniature coaxial connectors. – Microwaves and RF, 1985, vol.24, №9, p. 171.
36. Connector relieves nagging SMA measurement problems. – Microwaves, 1979, vol. 18, №1, p. 97.
37. Патент США № 4397515. Center conductor element for female microwave coaxial connector. T.J. Russel. Приоритет от 16.03. 1981.
38. KMC-SL series mm-wave coaxial connectors with sexless center conductor. – Microwave System News, 1985, vol. 15, № 10, p. 131.
39. KMC-SL series mm-wave coaxial connectors. – Microwave Journal, 1985, vol.28, №5, p. 117.
40. Патент РФ № 1764477. Коаксиально-микрополосковый переход. Джурицкий К.Б., Бабинцева Н.А., Евсеева И.Ю., Юрьев К.В. Приоритет от 02.01.1990.
41. Электролитическое нанесение металлических покрытий. – Новости СВЧ-техники, 1999, № 3, с. 16.
42. Omni-Spectra Microwave Coaxial Connectors. Каталог фирмы M/A-COM Inc., 1990
43. *Brayant J.H.* Coaxial transmission lines, related two-conductor transmission lines, connectors and components: historical perspective. – IEEE TRANS., 1984, vol. MTT-32, №9, p. 970.
44. *Джурицкий К.* Соединители SMA. – Электронные компоненты, 2005, № 3, с.35.

45. *Джурицкий К.Б., Тисленко Ю.В.* Миниатюрные коаксиальные соединители SMA, SMB и SMC для радиоэлектронной аппаратуры СВЧ.— Электронные компоненты, 2001, № 1, с. 81.
46. *Maury M.A.* Improving SMA tests with APC-3,5 hardware. — *Microwaves*, 1981, №9, p. 71.
47. *Manz B.* Fear of lightwaves proves shortsighted. — *Microwaves and RF*, 1986, vol.25, № 12, p. 81.
48. *Калинин А., Джурицкий К.* Герметичные соединители SMA фирмы Radiall.— Компоненты и технология, 2005, № 6, с. 62.
49. RF coaxial solution for communications. Каталог 1307191 фирмы Tyco Electronics Corp., 2003.
50. www.svmicrowave.com.
51. Coaxial fiber optics catalog фирмы Pasternack Enterprises, 2001.
52. SMA and reverse polarity coaxial connectors. Каталог фирмы Amphenol Corp. (США), 1996.
53. Short Form Catalog, 95 фирмы Spectrum Elektrotechnik GmbH, (Германия), 1995.
54. RF-Microwave Products. Каталог фирмы KMW (Южная Корея), 1997–1998.
55. Coaxial connectors. Main series catalogs D 1004 BE фирмы Radiall, 2004.
56. Bruno S.T., Kirkpatrick G.R. 3,5-mm connectors. A significant improvement over SMA,s in test applications. — *Microwave Journal*, 1979, vol.22, № 4, p. 67.
57. RF coaxial precision connectors. Test and measurement applications. Catalog 2 фирмы Rosenberger, 2004
58. Amphenol RF Connectors. RF/Microwave Coaxial Connectors for Industry Standard and Commercial Applications. Каталог фирмы F122-RF/IS-C, 1991.
59. *Adam S.F., Kirkpatrick G.R., Sladek N.J., 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, vol. MTT-24, №12, p. 995.
60. APC –3,5 connectors, components, instruments from Maury. — *Microwaves and RF*, 1986, vol. 25, № 12, p. 13.
61. *Калинин А., Сохатюк М., Джурицкий К.* Миниатюрные, микроминиатюрные и ультраминиатюрные соединители фирмы Radiall для микроэлектроники. — Электронные компоненты, 2004, № 4, с. 85.
62. *Джурицкий К.Б.* Коаксиальные соединители для диапазона частот 34...110 ГГц.— Электронные компоненты, 2001, № 6, с. 38.
63. www.anritsu.com.
64. 2002 Microwave products catalog фирмы Corning Gilbert. GPOTM и GPPOTM push-on.
65. *Microwave Journal*, March 2004 issue. 2004 Horizon House Publication Inc.
66. *Botka K., Watson P.* A complete «Multi-Grade Solution» in coaxial connections to 50 or 65 GHz. — 16-th Eur. Microwave Conf. Dublin, 8...12 Sept., 1986, Conf. Proc., p. 127.
67. *Browne J.* Mm – wave connectors push into Q – band. — *Microwaves and RF*, 1986, vol. 25, № 12, p. 99.
68. *Kachigan K., Botka J., Watson P.* The 2,4 – mm connector vital to the future of 50 GHz coax.— *Microwave System News*, 1986, vol. 16, № 10, p. 90.

69. www.agilent.com.
70. RF- Microwave Test Accessories. Каталог фирмы Hewlett-Packard (США), 1997/98.
71. *Howell K., Wong K.* DC to 110 GHz measurement in coax using the 1-mm connector. — *Microwave Journal*, 1999, № 7, p. 22.
72. *Godshalk E.M., Pence J.* Low-cost wafer probe scales 110 GHz summit. — *Microwaves and RF*, 1993, № 9, p. 162.
73. *Джуринский К.* В мире 2,9-мм соединителей. — *Электронные компоненты*, 2005, № 4, с. 101.
74. ГОСТ 20265-83. Соединители радиочастотные коаксиальные. Присоединительные размеры. — М.: Государственный комитет по стандартам, 1984.
75. ГОСТ 13317-89. Элементы соединения СВЧ-трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры. — М.: Государственный комитет по стандартам, 1989.
76. *Джуринский К.Б.* Соединители зарубежных фирм в отечественных изделиях микроэлектроники СВЧ. — *Электроника НТБ*, 2003, № 2, с. 24.
77. *Гулин А.И., Абубакиров Б.А., Львов А.Е., Горячев Ю.А.* СВЧ-устройства на новом коаксиальном канале работают в миллиметровом диапазоне длин волн. — *Радиоизмерения и электроника. Журнал Нижегородского приборостроительного института «Кварц»*, 1993, № 1, с. 16.
78. *Электронно-измерительные приборы.* Каталог Нижегородского научно-исследовательского приборостроительного института «Кварц», 1993, с. 128.
79. Коаксиальные и волноводные устройства СВЧ и КВЧ. Каталог-94 научно-производственного предприятия «Ника-СВЧ» (г. Саратов), 1994.
80. НПП Спецкабель. Разработка, производство серийных кабелей и специальных конструкций. Каталог 2006.
81. СВЧ-устройства. Каталог 2006 года НПП «Микран».
82. *Джуринский К.Б., Шатилов В.С.* и др. Герметичные коаксиально-микрополосковые переходы с улучшенными параметрами для микроэлектроники СВЧ. — *Материалы 15-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии»*, 12–16 сентября 2005 г., Севастополь, Украина, с. 526.
83. *Джуринский К.Б.* Зарубежные и отечественные коаксиальные SMA- адаптеры для СВЧ-устройств. — *Электронные компоненты*, 2004, №1, с. 34.
84. Каталог фирмы Lucas Weinschel. A Division of Aerospace Communication and Electronics Inc, 1995.
85. Microwave products and instruments. Каталог фирмы Narda Microwave Corp., 1988.
86. Открытое акционерное общество завод «Марс». Каталог продукции, 2005 г.
87. Отт Г. Методы подавления шумов и помех в электронных системах. Пер. с англ. под ред. Гальперина М.В. — М.: Мир, 1979. — 317 с.
88. *Князев А.Д., Кочиев Л.Н., Петров Б.В.* Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости. — М.: Радио и связь, 1989. — 224 с.
89. *Князев А.Д.* Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. — М.: Радио и связь, 1984. — 336 с.

90. *Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И.* Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. — М.: Радио и связь, 1987. — 256 с.
91. *Волин М.Л.* Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. Изд. второе. — М.: Радио и связь, 1981. — 295 с.
92. *Волин М.Л.* Паразитные связи и наводки. — М.: Советское радио, 1965 — 232 с.
93. Справочник конструктора РЭА. Общие принципы конструирования. Под ред. Варламова Р.Г. — М.: Советское радио, 1980. — 480 с.
94. *Алексеев Л.В., Знаменский А.Б., Лоткова Е.Д.* Электрические фильтры метрового и дециметрового диапазонов. — М.: Связь, 1976. — 279 с.
95. *Уайт Д.* Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. Вып. 1. Пер. с англ. под ред. А.И. Сапгира — М.: Советское радио, 1977. — 348 с.
96. *Уайт Д.* Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. Вып. 2. Пер. с англ. под ред. А.И. Сапгира — М.: Советское радио, 1978. — 272 с.
97. *Рикетс Л.У., Бриджес Дж. Э., Майлетта Дж.* Электромагнитный импульс и методы защиты. Пер. с англ., под ред. Н.А. Ухина — М.: Атомиздат, 1979. — 327 с.
98. *Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.* Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. Том 1. Пер. с англ. под ред. Л.В. Алексеева и Ф.В. Кушнира — М.: Связь, 1971. — 440 с.
99. Современная теория фильтров и их проектирование. Под ред. Г. Темеша и С. Митра. Пер. с англ., под ред. И.Н. Теплюка — М.: Мир. 1977. — 560 с.
100. *Халяпин Д.Б.* Коаксиальные и полосковые фильтры сверхвысоких частот. — М.: Связь, 1979. — 64 с.
101. EMI Filtering Product Guide. Innovative EMC Solutions. Каталог фирмы «Spectrum Control Inc.» (США), 1997.
102. *Джуринский К.Б.* Миниатюрные коаксиальные фильтры для цепей управления микроэлектронных устройств. — Электроника: НТБ, 2006, в печати.
103. *Крюков М.* Использование проходных керамических конденсаторов в фильтрах электромагнитной совместимости. — Компоненты и технология, 2002, № 8, с. 48.
104. *Воловик М.* Отечественные керамические проходные конденсаторы и фильтры для подавления электромагнитных помех. — Компоненты и технология, 2002, № 5, с. 14.
105. *Куневич А.В., Сидоров И.Н.* Индуктивные элементы на ферритах. Ферритовые сердечники в узлах радиоаппаратуры. — С.-Петербург, Лениздат, 1997. — 406 с.
106. Каталог фирмы Maxwell Technologies Energy Product (Sierra — KD components), 2000.
107. Filters EMI-RFI. Filtres Capacitifs et Condensateurs. Каталоги 0108-02 и 4000R2 фирмы Tusonix, 1996.
108. '88 MuRata Products. Каталог фирмы MuRata MFG Co. Ltd, 1988.
109. Low pass EMI Filters. Catalog № 59 — 14 MuRata Erie North America Inc.
110. EMI RFI Filters. Product Catalog фирмы Eurofarad. New Issue, 2003.
111. *Джуринский К.Б.* Зарубежные и отечественные миниатюрные фильтры нижних частот для подавления помех в РЭА СВЧ. Справочные материалы по электронной технике. — ГНПП «Исток», 1998. — 41 с.

112. AMP Filters and Filtered Connectors. Каталог 82061 фирмы AMP Inc., 10/1994.
113. AMP. Summary Catalog 124761, 8/1994.
114. EMC Components. Short Form Catalog Siemens Matsushita Components, 1997.
115. Electronic Components. Проспект фирмы Oxley Developments Co, Ltd, 1988.
116. Конденсаторы: Справочник. Четвертков И.И., Дьяконов М.Н., Присяжков В.И. и др. Под ред. И.И. Четверткова и М.Н. Дьяконова. — М.: Радио и связь, 1993. — 392 с.
117. Фильтры керамические Б7. Технические условия ОЖО.206.005ТУ, 1977.
118. Фильтры проходные Б14, Б23, Б23А, Б23Б. Технические условия ОЖО.206.021ТУ, 1974.
119. Фильтры Б24. Технические условия АДПК. 431145002 ТУ.
120. Джуринский К.Б. Миниатюрные помехоподавляющие фильтры для РЭА СВЧ.— Электроника: НТБ, 2001, № 3, с.24.
121. Самойлов В.Ф., Маковеев В.Г. Импульсная техника. — М.: Связь, 1971 — 224 с.
122. Иванов А.Б., Сосновкин Л.Н. Импульсные передатчики СВЧ.— М.: Советское радио, 1956.
123. Конструирование радиоэлектронных средств. Под. ред. Б.Пестрякова. — М.: Радио и связь, 1992.
124. Воловик М., Смирнов В. Керамические проходные конденсаторы и фильтры питания нижних частот. Состояние и перспективы развития. — Электроника: НТБ, 2004, № 7, с. 36.
125. Джуринский К. Отечественные и зарубежные фильтры для микроэлектроники СВЧ. Какие лучше? — Электроника: НТБ, 2005, №1, с. 42.
126. ОАО «Кулон». Каталог, 2004 г.
127. РУНПП «Монолит». Каталог, 2003 г.
128. Oldfield B. Backside Connections. — Microwave Journal, 1997, №3, p.108.
129. Oldfield B. Connector and Termination Construction above 50 GHz. — Applied Microwave & Wireless. 2001, № 4, p. 56.
130. Nelson S., Youngblood M. and Pavo J. Optimum Microstrip Interconnects. — IEEE MTT-S Digest, 1991, p. 1071.
131. Rennard R. E., Mashouf H. Low VSWR Microcircuit Test Picture. — Applied Microwave Spring, 1991, p. 87.
132. Chenkin J. DC to 40 GHz Coaxial-to-Microstrip Transitions for 100- μ m Thick GaAs Substrates. — IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 1989, vol.37, №7, p. 1147.
133. Morgan M. and Weinreb S. A millimeter-wave perpendicular coax-to-microstrip transition. — IEEE MTT-S Digest, 2002, p. 817.
134. England E. H. A Coaxial to Microstrip Transactions. — IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 1976, January, p. 47.
135. ОСТ 4ГО.010.224-82. Модули СВЧ интегральные. Конструирование. 1983
136. Малорацкий Л.Г. Микроминиатюризация элементов устройств СВЧ.— М.: Советское радио, 1976, 216 с.
137. Агапова В.Н., Груздев А.В. и др. Исследование причин отказов твердотельных модулей СВЧ при воздействии термоциклов. — Электроника СВЧ, 1991, вып. 4(38), с. 52,

138. Джуринский К. Техника соединения коаксиально-микрополосковых переходов с микрополосковыми линиями в изделиях СВЧ. — Электронные компоненты, 2004, № 9, с. 39.
139. Ганстон М.А.Р. Справочник по волновым сопротивлениям фидерных линий СВЧ. Перевод с англ. Под ред. А.З.Фрадина. — М.: Связь, 1976 — 150 с.
140. Пат. РФ № 1808590, МКИ В 23К 35/24. Паста для низкотемпературной пайки/В.Ф. Шиханов, Н.П. Литвиненко. — Оpubл. в Бюл. № 14, 1993; Приоритет от 9.07.90.
141. Литвиненко Н., Шиханов В. Пастообразные припои для низкотемпературной пайки изделий микроэлектроники. — Производство электроники: Технологии, оборудование, материалы. — 2005, № 1, с. 73.
142. Григорьев В. Бесвинцовая технология — требование времени или прихоть законодателей от экологии. — Электронные компоненты, 2001, № 6, с. 72.
143. Подготовка к введению европейской директивы RoHS. Сборник материалов. Издательский дом «Электроника», 2006 — 46 с.
144. Шапиро Л. Внедрение европейской директивы RoHS. — Электронные компоненты, 2006, № 1, с. 9.
145. Шапиро Л. Новые европейские директивы для изделий электроники. — Производство электроники: Технологии, оборудование, материалы. 2006, №2, с. 11.
146. Ран А., Дием Р. Бесвинцовое производство — компоненты и покрытия. — Производство электроники: Технологии, оборудование, материалы.— 2006, № 2, с. 34.
147. Зубавичус В. Применение импортных ЭРИ в современной специальной аппаратуре. — Современная электроника, 2006, № 4, с. 18.
148. Эдвардс Т. Состояние и перспективы европейского рынка СВЧ-компонентов. — Новости СВЧ-техники, 1998, № 9, с. 1
149. Состояние и перспективы европейского рынка СВЧ-компонентов до 2000 г. — Новости СВЧ-техники, 1997, № 3, с. 113.