

Spectrum Advanced Specialty Products —

компоненты и решения для обеспечения ЭМС РЭА

Андрей ФИЛИПОВ
phil@ranet.ru

Основанная в 1968 году компания Spectrum Control, Inc. (США) занимает одно из лидирующих положений на мировом рынке в сегменте компонентов и решений для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Подробно продукция подразделения Spectrum Control-SPIG (Signal & Power Integrity Group) рассмотрена в [6]. Однако с того времени, как говорится, много воды утекло: номенклатура и решения претерпели ряд изменений, изменилось и название компании. Цель автора статьи — рассказать о ее новинках, основных направлениях развития номенклатурного ряда и наиболее популярных сериях.

Историческая справка

Компания Spectrum Control, Inc. объединяет под легкоузнаваемым логотипом четырех производителей:

- Spectrum Advanced Specialty Products (до 2008 года — Spectrum Control-SPIG);
- Spectrum Microwave;
- Spectrum Sensors & Controls;
- Spectrum POWER Management Systems.

Статья посвящена продукции Spectrum Advanced Specialty Products (SASP).

Основные номенклатурные направления компании

Номенклатура и решения Spectrum Advanced Specialty Products давно вышли за рамки решения только задач ЭМС РЭА. Компания развивает 4 направления:

- Coaxial Filters & Interconnects — коаксиальные фильтры и межкомпонентные соединения;

- Advanced Ceramic Components — современные керамические компоненты;
- Power Filters & Film Capacitors — мощные фильтры и пленочные конденсаторы;
- Specialty Connectors & Cabling — специальные соединители и кабельные сборки.

SASP применяет принципы объединения компонентов в номенклатурные направления, отличающиеся от традиционно принятых в России. Для удобства навигации по сайту [2] и сохранения возможности сопоставления с каталогами и технической документацией в статье сохранена классификация производителя.

Коаксиальные фильтры и межкомпонентные соединения

В направление включены следующие изделия:

- фильтры для поверхностного монтажа;
- клеммы;
- сборки фильтров;
- фильтры нижних частот;
- прямоугольные соединители со встроенными фильтрами.

Фильтры для поверхностного монтажа

Фильтры, выпускаемые SASP, позволяют увеличить плотность монтажа и достичь микроминиатюризации современной РЭА с применением средств автоматизированного монтажа компонентов.

Номенклатура фильтров для поверхностного монтажа состоит из серий:

- SF (рис. 1) — 3-выводные проходные конденсаторы (4 типоразмера: 0603/0805/1205/1806), с широким диапазоном емкостей: COG (NPO) — от 22 до 470 пФ, X7R — от 470 пФ до 0,047 мкФ, Y5V — 0,1 и 0,22 мкФ. Напряжение — 25/50/100 В, ток — от 0,3 до 2 А, диапазон температур — $-55...+125^{\circ}\text{C}$.
- LC/LZ — фильтры LC-типа, с частотой среза от 10 до 220 МГц для серии LC и от 10 МГц до 2 ГГц — для серии LZ. Рабочее напряжение — 25 В, ток — 50–100 мА (ранние версии этой серии имели ток 10 мА).
- MSM/RSM/SSM/PSM — семейство фильтров категории Power Filters, предназначенных для применения в телекоммуникационном оборудовании. Они рас-



Рис. 1. Внешний вид SMD-фильтров серии SF

Таблица 1. Технические характеристики Power SMD-фильтров

MSM	RSM	SSM	PSM
			
10 А — С-фильтр	10 А — P-фильтр		20 А — С-фильтр 10 А — P-фильтр
47, 150, 270, 1000 пФ	100, 500, 1500, 2000, 4000 пФ		От 68 пФ до 0,01 мкФ
100 В	100 В		200 В

считаны на максимальный ток 10 А (для серий SSM/RSM/MSM) и 20 А (для PSM). Основные характеристики Power SMD-фильтров приведены в таблице 1.

Следует обратить внимание, что номенклатура SMD-компонентов Spectrum Advanced Specialty Products достаточно хорошо оптимизирована по шкале емкостей (минимизирована избыточность номенклатуры). Каждый типоразмер имеет 4–5 значений емкости (кроме серии SF — 8–10 емкостей) при шкале напряжений 25/50/100/200 В, что позволяет разработчикам и производителям РЭА решать задачи ЭМС, не прибегая к значительному расширению применяемых номенклатурных позиций.

Клеммы

В номенклатуре SASP присутствуют 2 типа клеммных блоков со встроенными фильтрами:

- PCB mount — для монтажа на печатную плату. Выпускаются со встроенным проходным фильтром емкостью 2500 пФ на напряжение 100 В и максимальный ток 12 А. Есть 2 варианта шага выводов: 5,08 мм — американский стандарт и 5 мм — европейский стандарт. Количество клемм — от 2 до 12. Типовое значение вносимого затухания —10,4 дБ на частоте 10 МГц, 29,9 дБ на частоте 100 МГц и 49,9 дБ на частоте 1000 МГц.



Рис. 2. Внешний вид клемм

- Filtered Terminal Blocks — для навесного монтажа. Каждая клемма содержит встроенный Pi-фильтр емкостью от 2500 до 5200 пФ, на напряжение 100 В и ток до 20 А. Количество клемм в блоке — от 2 до 6. Типовое значение вносимого затухания — 22 дБ на частоте 30 МГц, 48 дБ на частоте 100 МГц и 75 дБ на частоте 1000 МГц.

Клеммные блоки предназначены для применения в телекоммуникационном, измерительном оборудовании и системах электропитания.

Таблица 2. Основные характеристики Filter Plates

Серия	Обозначение SASP	Межосевое расстояние*, мм	Количество рядов в пластине	Макс. кол-во фильтров в ряду, шт. (A-B-C-D пластина)	Типоразмер пластины
Easy Mate Filter Plates	52-898-XXX-XXX	2,54	1 или 2	6 (A) или 13 (B)	A = 27,74 мм B = 46,02 мм
	52-960-XXX-XXX	2		7 (A) или 16 (B)	
Easy Mate Jr. Filter Plates	52-978-XXX-XXX	2,54	1	7 (A) или 10 (B)	A = 25,15 мм B = 31,49 мм
	52-979-XXX-XXX	2	1	7 (A) или 10 (B)	
Bolt-in Style Filter Plates	52-970-XXX-XXX	2,54	1 или 2	5 (A), 10 (B), 20 (C), 30 (D)	A = 26,92 мм B = 39,62 мм C = 65,02 мм D = 90,42 мм
	52-971-XXX-XXX	2		6 (A), 12 (B), 25 (C), 37 (D)	

Примечание. * 2,54 мм — стандартная плотность, 2 мм — высокая плотность.

Таблица 3. Характеристики фильтров, применяемых в сборках Filter Plates

Код фильтра	Тип фильтра	Емкость фильтра	Отклонение емкости	Частота среза (по уровню 3 дБ), МГц	Напряжение, В	Минимальная величина затухания, дБ							
						5 МГц	10 МГц	20 МГц	50 МГц	100 МГц	200 МГц	500 МГц	1 ГГц
A	C	68 пФ	±20%	77	100	—	—	—	—	—	3	10	16
B		100 пФ	±20%	53	100	—	—	—	—	1	6	14	19
C		135 пФ	+100/-0%	23	100	—	—	—	1	5	10	16	20
D		470 пФ	±20%	11	100	—	—	2	7	13	19	25	27
E		820 пФ	±20%	6	100	—	2	6	12	18	24	30	33
F		1000 пФ	±20%	5	100	—	3	7	14	20	26	32	35
G		1500 пФ	±20%	3,5	100	1	4	10	16	22	29	36	37
H		2500 пФ	+100/-0%	1,3	100	5	11	17	23	29	35	38	40
I		4000 пФ	+100/-0%	0,8	100	9	15	21	27	34	38	42	46
J	Изолированный	10 пФ	max	635	100	—	—	—	—	—	—	—	
K	Заземленная вставка			—		—	—	—	—	—	—	—	
L	Pi	68 пФ	±20%	65	100	—	—	—	—	1	6	17	23
M		100 пФ	±20%	46	100	—	—	—	—	2	9	22	28
N		135 пФ	+100/-0%	25	100	—	—	—	—	1	6	17	26
O		470 пФ	±20%	11	100	—	—	—	9	18	22	36	43
P		820 пФ	±20%	6	100	—	—	4	13	23	31	45	52
Q		1000 пФ	±20%	5	100	—	2	7	16	24	36	51	59
R		1700 пФ	+100/-0%	1,9	100	1	6	14	28	35	49	64	69
S		2500 пФ	+100/-0%	1,3	50	4	9	16	28	41	54	70	70
T		5000 пФ	+100/-0%	0,7	100	9	15	28	41	53	66	70	70

Сборки фильтров

В производственной программе SASP присутствуют 3 семейства фильтрующихборок:

- Easy Mate Filter Plates — 52-898-XXX-XXX и 52-960-XXX-XXX;
- Easy Mate Jr. Filter Plates — 52-978-XXX-XXX и 52-979-XXX-XXX;
- Bolt-in Style Filter Plates — 52-970-XXX-XXX и 52-971-XXX-XXX.

Filter Plates — сборка фильтров (в некоторых изданиях имеет название «фильтрующая плата» или «плата»). Это один из наиболее востребованных и популярных компонентов из номенклатуры SASP, который применяется в устройствах передачи и обработки данных, охранных системах, телефонной связи, схемах управления и в других областях, требующих защиты обрабатываемых сигналов от искажений, обусловленных ВЧ-помехами. Сборки фильтров представляют собой набор фильтров определенной конфигурации (С-или Pi-типа — всего 20 вариантов), впаянных в пластину стандартного типоразмера. Это позволяет выполнять групповой монтаж фильтров в РЭА. Основные характеристики Filter Plates представлены в таблице 2.

Все три серии имеют сходные параметры, но различаются по конструкции и способу монтажа. Электрические характеристики фильтров, применяемых в сборках, приведены в таблице 3.

Общие параметры для всех трех серий Filter Plates:

- Максимальный ток — 5 А для стандартной плотности размещения фильтров (при межосевом расстоянии 2,54 мм) и 3 А — для высокой плотности (при межосевом расстоянии 2 мм).
- Диаметр выводов — 0,64 мм для стандартной плотности и 0,51 мм для конфигурации с высокой плотностью фильтров.
- 4 варианта конфигурации выводов:
 - прямые;
 - согнутые под углом 90° с двух сторон;
 - согнутые под углом 90° с одной стороны (левое или правое расположение, относительно маркировочной поверхности), с другой стороны выводы прямые.

Обозначение для заказа (part number) формируется следующим образом (покажем это на примере сборки 52-971-206-IA0):

- 52 — обозначение группы Filter Plates;
- 971 — серия Bolt-in Style высокой плотности;
- 206: 2 — количество рядов фильтров, 06 — количество фильтров в ряду;
- IA0: I — код фильтра (Pi — 4000 пФ (таблица 3)); A — размер пластины (26,92 мм); 0 — конфигурация выводов (прямые).

Сборки фильтров имеют следующие различия по конфигурации пластин и способу монтажа:

- Easy Mate Filter Plates (рис. 3) — выпускается с применением двух типоразмеров монтажных пластин (27,74×15,8 и 46,02×15,8 мм), одно- и двухрядное расположение филь-



Рис. 3. Сборка Easy Mate Filter Plates

тров. Монтаж в РЭА производится путем установки в межблочную перегородку, фиксация в перегородке — за счет пазов монтажной пластины.

- Easy Mate Jr. Filter Plates (рис. 4) — имеет два типоразмера пластин (25,15×6,6 и 31,49×6,6 мм) при однорядном расположении фильтров. Является низкопрофильным развитием предыдущей серии.



Рис. 4. Сборка Easy Mate Jr. Filter Plates

- Bolt-in Style Filter Plates (рис. 5) — 4 типоразмера пластин: длина 26,92; 39,62; 65,02; 90,42 мм с высотой 12,7 мм. Расположение фильтров одно- и двухрядное (стандартной и высокой плотности). Монтаж в РЭА — винтовое крепление, во внутреннюю или внешнюю панель устройства.



Рис. 5. Сборка Bolt-in Style Filter Plates

В качестве примера на рис. 6 показан типовой способ монтажа серии Easy Mate Filter Plates. Это семейство компонентов, несомненно, обладает рядом преимуществ по сравнению с одиночными фильтрами:

- Обеспечивает фильтрацию помех при передаче сигналов между внутренними модулями системы.
- Позволяет снизить трудоемкость при монтаже многоканальных линий, в том числе при монтаже в перегородки между отсеками РЭА.
- Более высокая эффективность фильтрации, по сравнению с SMD-компонентами, на частотах выше 50 МГц.

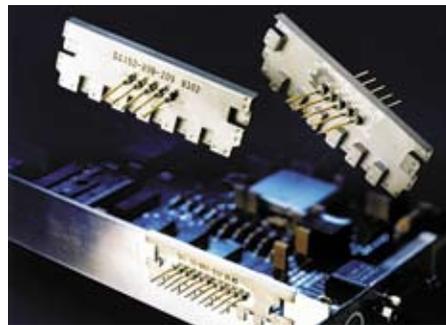
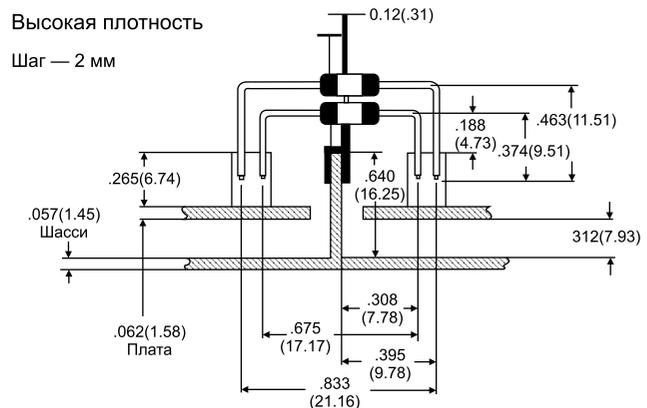
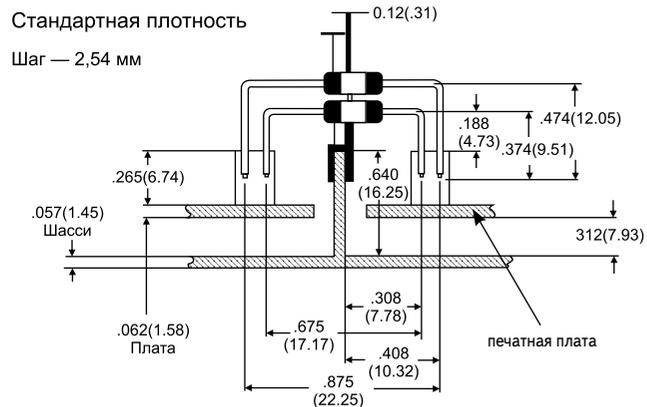


Рис. 6. Типовой пример монтажа сборки серии Easy Mate Filter Plates

- Снижение риска повреждения фильтрующих элементов при монтаже (термоудар при пайке), так как не происходит непосредственного контакта паяльного инструмента с керамическим фильтром.
- Высокий уровень надежности сборки: 100%-ное тестирование фильтров перед монтажом в пластину и после сборки.
- Возможность реализации требуемой (нестандартной) конфигурации сборки. Индивидуальные решения для заказчика — сочетание на одной пластине разных типов фильтров.

Фильтры нижних частот

Фильтры нижних частот (ФНЧ) составляют основную номенклатуру компонентов, применяемых в РЭА для подавления паразитных электромагнитных помех. Теоретические основы этого класса компо-

нентов, принцип действия, электрические схемы подробно освещены в [3]. Spectrum Advanced Specialty Products выпускает широкую номенклатуру ФНЧ не только коммерческого назначения, но и военного — в соответствии с требованиями MIL-PRF-28861, MIL-PRF-15733 и DSCC 84084, выполненных по C-, LC-, Pi- и T-схемам. Номенклатура подразделяется на 4 группы:

- Solder-in Filters — негерметизированные (незащищенные) и герметизированные компаундом, предназначенные для пайки непосредственно в корпус устройства или печатную плату.
- Miniature Filters — малогабаритные, герметизированные компаундом, предназначены для пайки, запрессовки в корпус устройства или монтажа в резьбовой канал.
- Resin Sealed Bolt-in Filters — герметизированные компаундом, в резьбовом корпусе.

- Hermetically Sealed Threaded Case Filters — герметизированные металлоглазным спаем, в резьбовом корпусе.

Группа Solder-in Filters (негерметизированные)

Внешний вид негерметизированных незащищенных фильтров представлен на рис. 7.

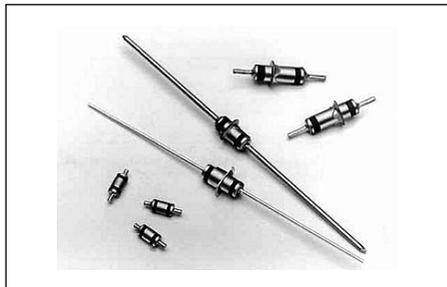


Рис. 7. Внешний вид негерметизированных фильтров

Номенклатура этой категории состоит из 29 наименований Pi-фильтров, 7 типоразмеров с диаметром втулки от 2,79 до 5,94 мм. Диапазон емкостей — от 1300 пФ до 0,022 мкФ; рабочее напряжение — 50–500 В; максимальный ток — 10–25 А. Наиболее распространенные типы этой группы: 1223-012 (3000 пФ), 1251-001 (1500 пФ), 51-750-313 (0,022 мкФ), 51-713-002 (1500 пФ). Они обеспечивают уровень вносимых потерь 65–70 дБ на частоте 1 ГГц. Диапазон рабочих температур — -55...+125 °С. Компания SASP применяет для изготовления фильтров этой категории трубчатые двухсекционные конденсаторы собственного производства.

Массовое применение фильтры этой категории нашли в системах передачи данных, в качестве элементов для построения фильтрующих сборок требуемой конфигурации.

Группа Solder-in Filters (герметизированные)

Группа Solder-in Filters дополнена новой серией высокотемпературных проходных фильтров большого диаметра, герметизированных компаундом, — SCI-9945 (Large Diameter Solder-in High Temp Filters). SCI-9945 является развитием и продолжением серии SCI-9900 в сторону увеличения емкости фильтров — до 1,2 мкФ и максимального тока — до 15 А. Особенность этой



Рис. 8. Внешний вид SCI-9945

Таблица 4. Основные характеристики фильтров серии SCI-9945

Обозначение*	Тип фильтра	Напряжение, В	Ток, А	С (min)	Минимальная величина затухания, дБ					
					500 кГц	1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц
SCI-9945-125H	С	50	15	1,2 мкФ	33	37	52	70	70	70
SCI-9945-504H	С	100	15	0,5 мкФ	26	34	42	58	70	70
SCI-9945-754H	С	100	15	0,75 мкФ	31	37	43	62	70	70
SCI-9945-105H	С	100	15	1 мкФ	31	40	48	64	70	70
SCI-9945-503HAC	С	200**	15	0,05 мкФ	7	15	34	42	70	70
SCI-9945-154HAC	С	200**	15	0,15 мкФ	17	24	38	50	70	70
SCI-9945-103H	С	400	15	0,01 мкФ	—	4	20	34	50	60
SCI-9945-503H	С	400	15	0,05 мкФ	7	15	34	44	70	70

Примечания. * Доступна реверсивная версия. Обозначение при заказе — SCI-9945 R-XXXH.

** 200 В DC или 125 В AC/400 Гц.

серии — высокая допускаемая температура пайки при монтаже: до +300 °С. Основные характеристики SCI-9945 представлены в таблице 4, а внешний вид — на рис. 8.

Конструкция фильтра: проходной многослойный дисковый конденсатор, установленный в металлический корпус с фланцем. Со стороны фланца фильтр герметизирован эпоксидным компаундом, а с другой — металлоглазным спаем. Выпускается также реверсивная версия, то есть со стороны фланца для герметизации применен металлоглазный спай, а с противоположной стороны — компаунд. Покрытие корпуса фильтра и выводов — золото. Фильтр предназначен для применения в цепях с низким и средним уровнем импеданса.

Группа Miniature Filters

Массовые серии этой группы — SCI-9900 (Miniature Solder-in Filters) и SCI-9925 (Spec Spin Filters) — широко известны в России и благодаря своей миниатюрности (диаметр корпуса — 3,25 мм) применяются в основном в СВЧ-модулях и блоках. SCI-9900 впаиваются непосредственно в корпус РЭА, а SCI-9925 имеет накатку на корпусе фильтра и запрессовывается при помощи инструмента SCI-9925-200. Эти серии относятся к категории малоемкостных и применяются в цепях с низким импедансом. Шкала емкостей (от 4 пФ до 0,030 мкФ) лишена избыточности: SCI-9900 содержит 8 ти-

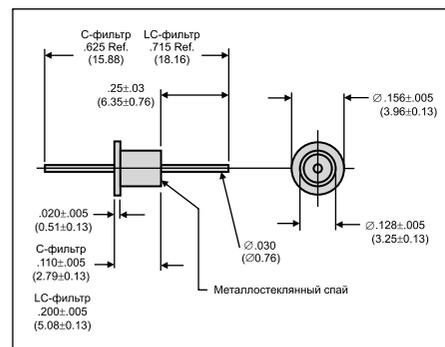


Рис. 9. Чертеж корпуса серий SCI-9900 и SCI-9980

пов, а SCI-9925 — всего 7, что вполне достаточно для решения задач ЭМС РЭА.

Группа дополнена новой серией LC-фильтров SCI-9980. Основные характеристики представлены в таблице 5. Фильтры этой серии применяются в ВЧ/СВЧ-технике диапазона от 500 кГц до 10 ГГц, в решениях,



Рис. 10. Внешний вид фильтра SCI-9980

Таблица 5. Основные характеристики LC-фильтров серии SCI-9980

Обозначение*	Напряжение, В	Ток, А	С (min)	Минимальная величина затухания, дБ					Маркировка (точка — цвет)
				1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	10 ГГц	
SCI-9980-100	200	10	10 пФ	—	—	—	7	20	1 — фиолетовый
SCI-9980-101	200	10	100 пФ	—	—	5	22	35	1 — зеленый
SCI-9980-102	200	10	1000 пФ	—	8	25	40	42	1 — белый
SCI-9980-103	200	10	0,01 мкФ	8	27	48	65	65	2 — белый
SCI-9980-122	200	10	1200 пФ	—	8	28	42	50	1 — белый
SCI-9980-152	200	10	1500 пФ	—	10	28	43	53	1 — белый
SCI-9980-153	200	10	0,015 мкФ	10	28	50	65	65	2 — белый
SCI-9980-250	200	10	25 пФ	—	—	—	13	25	1 — синий
SCI-9980-272	200	10	2700 пФ	8	13	32	45	55	1 — красный
SCI-9980-273	50	10	0,027 мкФ	13	33	53	75	75	2 — красный
SCI-9980-333	200	10	0,033 мкФ	13	35	55	75	75	2 — красный
SCI-9980-501	200	10	500 пФ	—	—	18	37	38	1 — коричневый
SCI-9980-502	200	10	5000 пФ	8	17	35	47	55	1 — желтый

Примечание. * Все фильтры доступны в реверсивной версии. Обозначение при заказе — SCI-9980-XXXR.

Возможно изготовление в Hi-Rel исполнении. Обозначение при заказе — SCI-R9980-XXX.

где имеется разница импеданса источника и нагрузки. Габаритные размеры: диаметр корпуса — 3,25 мм, длина — 5,08 мм, диаметр выводов — 0,76 мм. Чертеж корпуса приведен на рис. 9, а внешний вид фильтров — на рис. 10.

Группа Resin Sealed Bolt-in Filters

Это резьбовые фильтры в металлическом корпусе, герметизированные компаундом. SASP выпускает широкую номенклатуру C-, Pi- и LC-фильтров с резьбой дюймовых размеров #2-56, #4-40, #6-32, #6-40, #8-32, #10-32 и др. Имеется широкая шкала емкостей — от 65 пФ до 1,0 мкФ и напряжений — 35÷2500 В. Максимальный ток — до 100 А. Внешний вид резьбовых фильтров приведен на рис. 11.



Рис. 11. Внешний вид резьбовых фильтров

Сейчас выпускаются две новые серии малогабаритных резьбовых фильтров в металлическом корпусе с метрической резьбой. В частности, это серии 54-863-XXX (С-фильтр, резьба М3×0,5) и 54-831-XXX (Pi-фильтр, резьба М4×0,7). Основные технические характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 6. Основные характеристики фильтров с метрической резьбой 54-863-XXX, 54-831-XXX

Обозначение	Тип фильтра	C (min)	Напряжение, В	Ток, А	Размер резьбы	Особенности конструкции
54-863-004	C	0,01 мкФ	100	10	М3×0,5	Длина корпуса (max) 10,24 мм
54-863-005		100 пФ				
54-863-007		1000 пФ				
54-863-008		2000 пФ				
54-863-010		4700 пФ				
54-831-011	Pi	100 пФ	100	10	М4×0,7	Длина корпуса (max) 15,06 мм
54-831-012		1500 пФ				
54-831-013		3000 пФ				
54-831-014		5500 пФ				
54-831-015		0,012 мкФ				

Фильтры серии 54-874-XXX (Spec Spin Filters) относятся к категории миниатюрных резьбовых (рис. 12). Способ монтажа — в предварительно подготовленное резьбовое отверстие (резьба #2-56) в элементы шасси или корпус РЭА, при помощи инструмента 54-874-200. Электрические характеристики — С-фильтр, емкость — от 10 пФ до 0,01 мкФ, напряжение — 50 В, ток — 5 А. Покрытие корпуса и выводов — золото. Благодаря малому диаметру корпуса (2,79 мм) применение этого компонента позволяет формировать фильтрующие



Рис. 12. Фильтры серии 54-874-XXX

сборки требуемой конфигурации с минимальными геометрическими размерами.

Группа Hermetically Sealed Threaded Case Filters

Фильтры в металлическом резьбовом корпусе, герметизированные металлостеклянным спаем. Эта категория фильтров выпускается в трех типоразмерах — с диаметром корпуса 9,78; 10,41 и 17,45 мм. Размер резьбы — 1/4-28 Unf-2A и 5/16-24 Unf-2A. Применяемые схемы ФНЧ — C-, LC-, Pi-, T- и двойной T. Фильтры имеют высокое значение емкости — от 0,03 до 5,2 мкФ, что обеспечивает подавление электромагнитных помех до 80 дБ в диапазоне частот от 10 кГц до 1 ГГц и выше, максимальный ток до 25 А и напряжение от 50 до 400 В (рис. 13). Наиболее широко эта категория фильтров применяется в источниках питания телекоммуникационного оборудования, промышленной и медицинской технике, устройствах управления электрооборудованием. Часть номенклатуры ФНЧ (около 40%) — это компоненты военного назначения (MIL-PRF-28861, MIL-PRF-15733 и DSCC 84084).



Рис. 13. Герметичные фильтры

Прямоугольные соединители

Обеспечение ЭМС РЭА и необходимость защиты от воздействия внешних и внутренних электромагнитных помех обуславливает применение различных решений. Это могут быть не только фильтры, но и более сложные системы. Одним из таких решений является применение соединителей со встроенными фильтрами.

Номенклатура Spectrum Advanced Specialty Products в части прямоугольных соединителей состоит из нескольких групп, а именно:

- D-Sub — со встроенными фильтрами, в том числе Low Profile — низкопрофильные, Combo — комбинированные, High Density — высокой плотности, Micro D.
- Modular Jack — RJ45 со встроенными EMI-фильтрами или ESD-защитой, одиночные или сборки до 8 соединителей.

- Mini Din — с EMI-фильтрами, одиночные или сборки до 6 соединителей.
- USB — со встроенными EMI-фильтрами или ESD-защитой.

D-Sub соединители

Выпускается несколько серий D-Sub соединителей, которые различаются по типу применяемых фильтров и модификаций:

- Серия 100 — количество контактов 9, 15, 25, 37. В качестве фильтров применяются безвыводные керамические конденсаторы емкостью 50, 100, 180, 220, 470, 820, 1000, 1500, 2200, 5600 пФ и 0,047 мкФ (возможна конфигурация заказчика) (рис. 14). Рабочее напряжение — 200 В, ток — 5 А, сопротивление контактов <8 мОм. Рабочий диапазон температур — -55...+85 °С. Монтаж на печатную плату или приборную панель. За счет применения низкопрофильных фильтров габаритные размеры соединителей этой серии не отличаются от стандартных D-Sub. Это позволяет производить модернизацию РЭА без изменения конструкции (замена обычных D-Sub на фильтрованные).



Рис. 14. Внешний вид D-Sub серии 100

- Серия 700 — количество контактов 9, 15, 25, 37, 50. Фильтры C- и Pi-типа, выполненные из трубчатых конденсаторов (рис. 15). Электрические характеристики фильтров, применяемых в D-Sub соединителях серии 700, приведены в таблице 7. Рабочий диапазон температур — -55...+125 °С. В рамках серии выпускаются D-Sub адаптеры (иногда их называют сэйверы: от англ. to save — сохранять). Адаптер представляет собой двусторонний D-Sub соединитель (вилка — розетка) со встроенными фильтрами (рис. 16). Каждый адаптер имеет два фланца для крепления на панели РЭА. Применение фильтрованного адаптера позволяет оперативно произвести



Рис. 15. Внешний вид D-Sub серии 700



Рис. 16. Адаптер D-Sub

модернизацию, настройку или измерение параметров РЭА, подключение кабельных сборок и одновременно обеспечить защиту от воздействия электромагнитных помех. Наиболее популярные типы адаптеров объединены в конструкторский набор 56-700-002 (Adapter Test Kit).

Комбинированные D-Sub

В телекоммуникационном и компьютерном оборудовании, источниках питания базовых станций, промышленной технике широко применяются комбинированные соединители D-Sub (Filtered Combo D-Sub) (рис. 17). В этой серии используются в разном сочетании 3 типа контактов:

- мощные — максимальный ток 20 и 40 А;
- коаксиальные — 50 и 75 Ом;
- сигнальные — максимальный ток 5 А.

Встроенные фильтры — С-типа, проходные, емкостью 470, 820, 1000, 1500 и 4000 пФ. Они обеспечивают фильтрацию электромаг-



Рис. 17. Серия Combo D-Sub

Таблица 7. Характеристики фильтров, применяемых в D-Sub серии 700

Код фильтра	Тип фильтра	Емкость фильтра	Отклонение емкости	Частота среза (по уровню 3 дБ), МГц	Напряжение, В	Минимальная величина затухания, дБ									
						5 МГц	10 МГц	20 МГц	50 МГц	100 МГц	200 МГц	500 МГц	1 ГГц	2 ГГц	5 ГГц
J	Pi	100 пФ	+100/-0%	32	100	—	—	—	2	6	11	27	40	43	40
A		310 пФ	±20%	17	100	—	—	3	7	13	21	36	43	50	45
C		1000 пФ	+100/-0%	3,2	100	—	5	9	19	30	43	62	70	68	63
K		2500 пФ	+100/-0%	1,3	50	8	13	18	33	45	58	73	78	70	65
E		4000 пФ	+100/-0%	0,8	50	8	13	20	35	48	61	76	80	70	65
N	C	375 пФ	±20%	14	200	—	—	2	7	13	20	29	35	30	29
L		500 пФ	±20%	10,6	200	—	—	3	10	15	22	31	37	33	31
F		830 пФ	±20%	6,4	200	—	4	9	16	22	28	35	39	38	36
B		1000 пФ	+100/-0%	3,2	200	—	5	10	17	23	30	37	43	44	42
D		5000 пФ	+100/-0%	0,64	100	10	16	22	30	35	41	50	52	52	50

нитных помех. Наиболее популярные конфигурации:

- 3W3 — 3 силовых (или коаксиальных) контакта;
- 5W5 — 5 силовых (или коаксиальных) контактов;
- 9W4 — 4 силовых (или коаксиальных) контактов и 5 сигнальных;
- 24W7 — 7 силовых (или коаксиальных) контактов и 17 сигнальных.

Конфигурация выводов дает возможность монтажа соединителей Combo D-Sub непосредственно на печатную плату или в панель прибора.

Micro D-Sub

Серия Micro D-Sub — новая в производственной программе Spectrum Advanced Specialty Products. Выпускается в соответствии



Рис. 18. Внешний вид Micro D-Sub

с требованиями MIL-DTL-83513 на 9, 15, 21, 25, 31 и 37 контактов (рис. 18). Основу номенклатуры встроенных фильтров составляют проходные, емкостью 100, 470, 820, 1500 и 4700 пФ. Рабочее напряжение — 100 В, максимальный ток — 3 А. Минимальное вносимое затухание (на примере фильтра 4700 пФ) — 34 дБ при 100 МГц и 54 дБ при 1 ГГц.

Кроме рассмотренных выше типов соединителей, выпускаются фильтрованные серии — 500 — Low Profile — низкопрофильные, 600 — Hi-Density — высокой плотности (15, 26, 44, 62, 78 контактов), RJ45 (одиночные и сборки до 8 шт.), mini-DIN, USB1.1 и 2.0.

Окончание следует

Литература

1. EMI Filters and Filterd Interconnects: Каталог Spectrum Control Inc. 27-0027-0048, 2002.
2. www.specemc.com
3. Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера, 2006.
4. Easy Mate EMI Filter Plates: Design Guide. 2006.
5. EMI Filtered D-Sub Connectors: Design Guide. 2006.
6. Джуринский К. Б., Филиппов А. В. Продукция компании Spectrum Control для подавления электромагнитных помех // Компоненты и технологии. 2007. № 7.
7. Specialty Connectors & Harnessing: Design Guide. 2010.