

# Многоканальный модульный блок питания с уровнем помех ниже графика 1 «Норм»

Матвей КРАВЧЕНКО  
kravchenko@aeip.ru  
Игорь ТВЕРДОВ  
tverdov9@yandex.ru

**В статье описан многоканальный модульный блок питания (БП) с малым уровнем помех ниже графика 1 «Норм». При построении БП использовались результаты поэтапного экспериментального определения помех после установки фильтров на входе и выходе.**

Предприятия, выпускающие электронную аппаратуру, широко применяют в разработках унифицированные модули питания. Высокие надежность и коэффициент полезного действия (КПД), малые габариты и масса модулей определяют эффективность БП на их основе.

В модулях используется принцип высокочастотного преобразования электрической энергии с одновременной стабилизацией выходного напряжения на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Подавление высокочастотных помех на входе и выходе осуществляется встроенными фильтрами,

которые подавляют помехи до уровней, допустимых для многих применений. Но разместить в миниатюрных модулях фильтры, подавляющие помеху до уровня «Норм» практически невозможно. На рис. 1 и 2 показаны типичные для модулей МДМ [1–4] зависимости уровня помех от частоты (график 4).

Также представлены «Нормы» напряжения радиопомех по ГОСТ 30429-96 в диапазоне частот 150 кГц – 30 МГц (графики 1–3). Сравнение показывает, что уровни радиопомех от модулей значительно выше «Норм» во всем диапазоне частот. Уровни радиопомех на входе выше помех на выходе на 10–

20 дБ. Напряжение помех выше «Норм» графика 2 (эти «Нормы» распространяются на большую часть оборудования стационарных и подвижных объектов с радиоэлектронной аппаратурой). Таким образом, модули питания могут оказывать существенное воздействие на средства радиосвязи в диапазоне от длинных волн до УКВ.

Для того чтобы уменьшить радиопомехи, на входе и выходе модулей МДМ устанавливаются LC-фильтры. В первую очередь фильтры по типовой схеме [3] были установлены на входе модуля, где возникают наибольшие помехи (рис. 3, 4).

В фильтре использован серийный дроссель ДФ15 с индуктивностью  $L1 = 0,9$  мГн [3]. Дроссели специально разработаны на АЭИЭП для ФРП и обеспечивают создание эффективных фильтров. Всего выпускается 170 типонаименований дросселей в широком диапазоне токов и напряжений, в бескорпусном и корпусном исполнении (индекс К) для однопроводных (ДФП, ДФПК) и двухпроводных (ДФ, ДФК) фильтров (табл. 1).

Дроссели разработаны для эксплуатации в особо жестких условиях и предназначены для применения в БП аппаратуры, выпускаемой в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.301 —

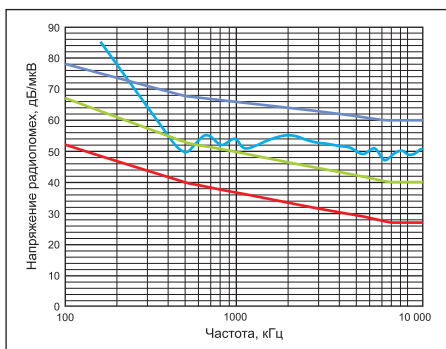


Рис. 1. Входная спектрограмма

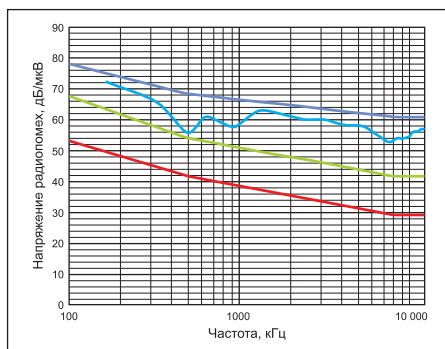


Рис. 2. Выходная спектрограмма

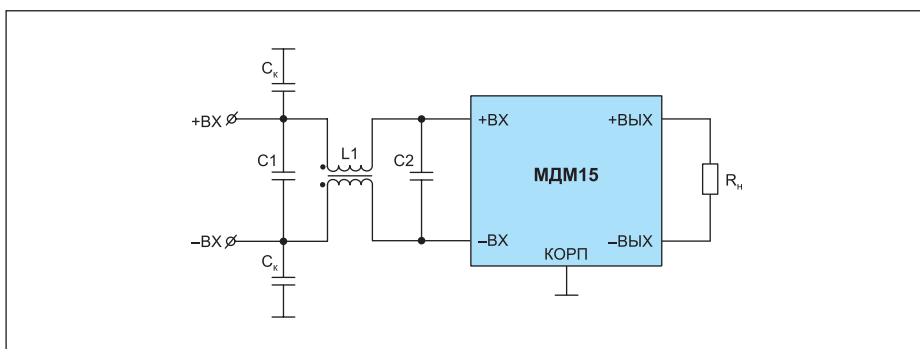


Рис. 3. Модуль МДМ15 с фильтром на входе.  $C1, C2 = 33$  мкФ $\times$ 100 В,  $C_k = 0,47$  мкФ $\times$ 100 В,  $L1$  — дроссель ДФ15-2Р/3

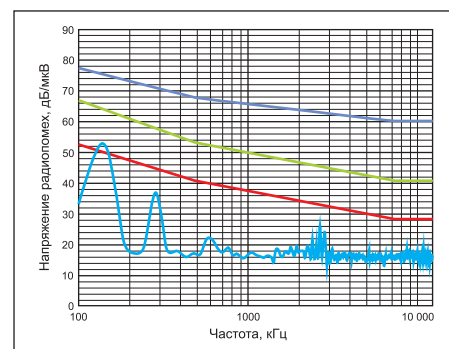


Рис. 4. Входная спектрограмма для модуля с фильтром на входе

Таблица 1. Токи и индуктивности типовых дросселей

	Ток, А	Индуктивность, мГн (режим измерения 1 В, 1 кГц) **																
		Серия ДФ и ДФК						Серия ДФП и ДФПК										
		7,5	15	30	60	120	240	480	7,5	15	30	60						
2-обмоточные	0,2																	
	0,3																	
	0,4																	
	0,6																	
	0,8																	
	1																	
	1,1																	
	1,2																	
	1,5																	
	2																	
	2,1																	
	2,5																	
	3																	
	4																	
	4,1																	
	4,2																	
5																		
6																		
7,5																		
8																		
10																		
12																		
16																		
20																		
3-обмоточные	0,1																	
	0,2																	
	0,4																	
	0,8																	
	1,5																	
	3																	

**Примечание.** \* В скобках указаны номинальные напряжения для ДФ, ДФК (А — 12 В, В — 27 В, Д — 60 В, Н — 110 В, М — 230 В, Р — 5 В), при которых нормируется падение напряжения (1%).  
 \*\* В режиме измерения 1 В 150 кГц индуктивность дросселей ДФ, ДФК в 4 раза меньше, для дросселей ДФП и ДФПК не меняется.

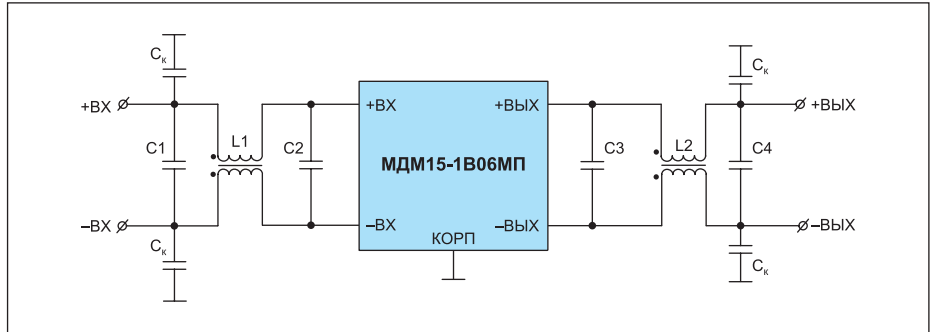


Рис. 5. Модуль МДМ с фильтрами на входе и выходе. L1 = L2 = ДФ15, C1, C2, C3, C4 = 33 мкФ×100 В

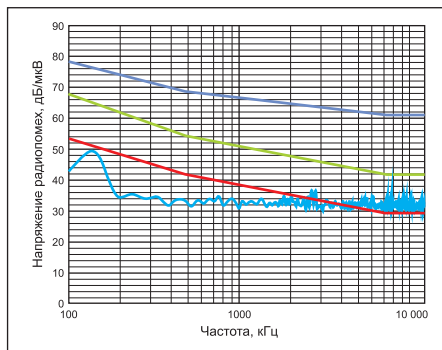


Рис. 6. Входная спектрограмма напряжения помех модуля с фильтрами

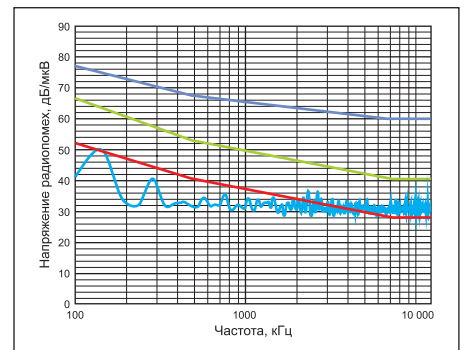


Рис. 7. Выходная спектрограмма напряжения помех модуля с фильтрами

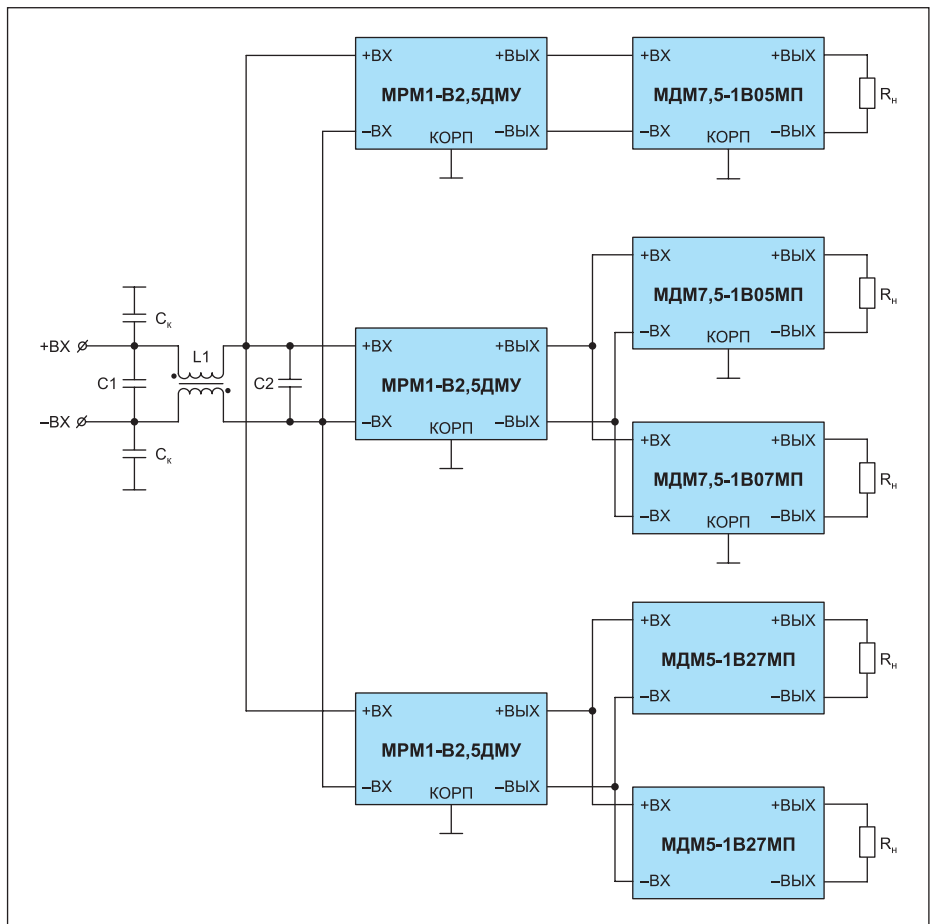


Рис. 8. Многоканальный модульный БП с двойной фильтрацией на входе (элементы типового фильтра с номиналами, как на рис. 3)

Таблица 2. Электрические и эксплуатационные характеристики модулей защиты и фильтрации МРМ

Обозначение	Значение проходного тока, А	Диапазон входного напряжения, В	Коэффициент ослабления помех в диапазонах частот, дБ				Падение напряжения на модуле, В	Напряжение на выходных выводах модуля при импульсе 1000 В *	Диапазон рабочей температуры корпуса, С	Габаритные размеры (с фланцами), мм	Масса, г
			0,15–0,3 Гц	0,3–1 МГц	1–10 МГц	10–30 МГц					
МРМ1	2,5	«В» — 27 (0–40) «Д» — 60 (0–84)	≥30	≥40	≥60	≥50	≤1% U <sub>вх</sub> max	≤U <sub>вх</sub> + 2В	«М» –60...+85	30×20×10 (40×20×10)	20
МРМ2	5									40×30×10 (50×30×10)	30
МРМ3	10									47,5×33×10 (57,5×33×10)	40
МРМ4	20									57,5×40×10 (67,5×40×10)	60

Примечание. \* Длительность импульса 10 мкс по уровню 0,5. Выходное сопротивление генератора импульса 50 Ом.

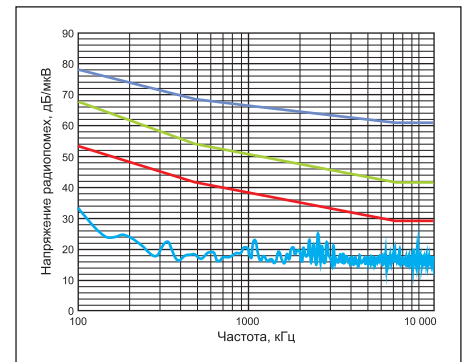


Рис. 9. Входная спектрограмма помех БП

Как видно из входной спектрограммы (рис. 9), помехи не превышают уровней графика 1 «Норм», причем запас составляет от 15 до 30 дБ. Такой запас позволяет считать, что после установки выходных фильтров уровень помех не превысит график 1 «Норм».

## Литература

1. Твердов И., Миронов А., Затулов С. Модули фильтрации радиопомех и защиты от перенапряжения для питающих цепей постоянного и переменного тока // Силовая электроника. 2007. № 4.
2. Твердов И., Затулов С. Модули защиты от помех // Электронные компоненты. 2009. № 8.
3. Затулов С. Дроссели для однопроводных и двухпроводных фильтров радиопомех в сетях постоянного тока // Компоненты и технологии. 2013. № 4.
4. Руководящие технические материалы БКЮС.434732.503 Д1. Модули питания серии МДМ, МДМ-П, МДМ-ЕП, МДМ-М, МДМ-МП. [www.aecip.ru/images/specs/tu\\_ibp.pdf](http://www.aecip.ru/images/specs/tu_ibp.pdf)

ГОСТ РВ 20.39.309, и включены в перечень МОП 44001.12.

Как видно из входной спектрограммы (рис. 4), уровень помех значительно снизился и только на частоте преобразования 150 кГц незначительно (на 3–5 дБ) превышает «Нормы» графика 1.

На следующем этапе измерений фильтры по типовой схеме были размещены на входе и выходе модуля (рис. 5).

Входная и выходная спектрограммы для такого включения модуля представлены на рис. 6, 7.

Спектрограммы позволяют оценить изменения уровня помех на входе и выходе модуля. После установки выходного фильтра входная помеха на частотах свыше 0,5 МГц увеличилась на 8–12 дБ. Помеха, не пропущенная выходным фильтром, усилила входную. Спектральные составляющие входных и выходных помех достаточно близки. Уровни помех значительно ниже (на 0–20 дБ) значения «Норм» графика 2, что позволя-

ет предположить возможность подавления помех до «Норм» графика 1. Известно, что такие требования предъявляются к многоканальным БП профессиональных приемников, возбудителей, радиостанций космической связи и т. д.

На рис. 8 показан пятиканальный БП, в котором для подавления помех на входе использован двойной фильтр. Непосредственно на входе установлен дроссель ДФ15-2 Р/3, общий для всех каналов. Дополнительно в каждом канале предусмотрен модуль фильтрации производства АЭИЭП [1, 2].

В таблице 2 представлены электрические и эксплуатационные характеристики модулей защиты и фильтрации МРМ.

Модули МРМ БКЮС.468240.003-01 ТУ созданы для эксплуатации в особо жестких условиях, предназначены для применения в системах электропитания аппаратуры, разработанной в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.301 — ГОСТ РВ 20.39.309, и включены в перечень МОП 44001.18.