

Утвержден

БКЮС.681468.240 Д1-ЛУ

**МОДУЛИ ФИЛЬТРАЦИИ И ЗАЩИТЫ  
ПИТАЮЩИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

**серий МРМ и МРО**

**Руководящие технические материалы**

**БКЮС.681468.240 Д1**

Инва. № подл	
Подп. и дата	
Взамен инв. №	
Инв. № дубл	
Подпись и дата	

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение	3
1 Схемотехническая реализация	12
2 Электрические параметры и режимы эксплуатации	14
3 Конструкция и тепловые режимы	17
4 Электробезопасность	24
5 Надежность	25
6 Рекомендации по применению модулей в РЭА	27
7 Типичные ошибки потребителей при эксплуатации, а также действия, приводящие к выходу модулей из строя	34

					БКЮС.681468.240 Д1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Модули фильтрации и защиты серий МРМ, МРО, МРР</b>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Бабенкова						2	34
Пров.	Твердов							
Т.контр.	Сбродов							
Н.контр.	Трошина							
Утв.	Плоткин							
Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.		Подп. и дата	

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие руководящие технические материалы (РТМ) распространяются на унифицированные модули фильтрации радиопомех и защиты электронной аппаратуры от импульсных выбросов напряжения в питающих цепях постоянного и переменного тока (далее модули) серий МРМ, МРО и МРР.

Модули предназначены для ослабления радиопомех, которые создаются в цепях питания при работе высокочастотных DC/DC, AC/DC модулей питания.

Модули рассчитаны на работу в сетях постоянного тока с напряжением 27, 60 В и в сетях переменного тока 115 В (400 Гц), 220 В (50 Гц). Качество входной электроэнергии должно соответствовать ГОСТ В 24425-90, ГОСТ 19705-89, ГОСТ 23396-78.

Модули разработаны для эксплуатации в особо жестких условиях и предназначены для применения в системах электропитания аппаратуры, разработанной в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.301 – ГОСТ РВ 20.39.309.

Для сетей постоянного тока модули представлены сериями МРМ и МРО и рассчитаны на проходные токи от 2,5 до 20 А (для МРО – до 40 А). Модули МРМ предназначены для двухпроводных сетей, модули МРО – для однопроводных. Для сетей переменного тока модули представлены сериями МРМ и МРР и рассчитаны на токи от 1 до 15 А.

Модули имеют высокий коэффициент ослабления радиопомех в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц: для МРМ – от 30 до 60 дБ, для МРО – от 60 до 30 дБ, для МРР – от 25 до 30 дБ.

В модулях, выпускаемых по БКЮС.468240.003 ТУ и БКЮС.468240.004 ТУ, для ослабления выбросов напряжения в питающих цепях установлены варисторы.

Допускается эксплуатация модулей при температуре корпуса 85 °С для группы М, 105 °С для группы Т.

Конструктивно модули выполняются в металлических корпусах с крепежными фланцами или без них. Корпуса модулей изготавливаются с покрытием, которое обеспечивает пайку низкотемпературными припоями, что позволяет разработчикам электронной аппаратуры соединить корпус с шиной заземления и увеличить ослабление помех на высоких частотах.

Каждая серия модулей имеет свою область эффективного применения.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		3
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### **Серия МРМ**

Модули фильтрации серии МРМ применяются в двухпроводных сетях постоянного тока с номинальным напряжением 27, 60 В. Подавление импульсных перенапряжений в питающих цепях осуществляется с помощью варисторов, которые встраиваются или устанавливаются на входе модуля в соответствии с ТУ. Модули эффективно применяются в подвижных объектах с системой электропитания постоянного тока.

Поставляются в соответствии с техническими условиями (ТУ) БКЮС.468240.003 ТУ по конструкторской документации (КД) литеры «О1» и БКЮС.68240.003-01 ТУ по КД литеры «А». Модули, выпускаемые по БКЮС.68240.003-01 ТУ с 2009 г. включены в перечень МОП 44 001.18-2010.

### **Серия МРО**

Модули фильтрации серии МРО предназначены для применения в однопроводных сетях постоянного тока с номинальным напряжением 27, 60 В. В модулях использованы современные магнитные материалы, что позволило получить высокий коэффициент ослабления помех, особенно в нижней части нормированного диапазона частот, где помехи от высокочастотных модулей питания наиболее интенсивны. Модули МРО поставляются по тем же ТУ, что и модули МРМ и также включены в перечень МОП 44001.18-2010.

Модули применяются в объектах, где один из полюсов питания заземлен на корпус или шину «земля», таких как автомобили, гусеничная техника, вертолеты, самолеты и т.д.

### **Серия МРМ и МРР**

Модули фильтрации серии МРМ и МРР применяются в сетях переменного тока 115 В 400 Гц, 220 В 50 Гц. Как и модули вышеупомянутых серий, модули МРМ и МРР предназначены для жестких условий эксплуатации в технике специального назначения.

Модули фильтрации выполнены на современной элементной базе. Поставляются в соответствии с БКЮС.468240.004 ТУ.

В модули встроены варисторы, которые подавляют импульсные перенапряжения в цепях переменного тока, параметры которых определяются ГОСТ В 24426-90.

Технические решения, используемые в модулях, позволили получить минимальные токи утечки и обеспечить выполнение требований ГОСТов по электробезопасности.

Модули имеют малые габариты и массу, высокий коэффициент ослабления помех. Эти характеристики, а также небольшие токи утечки позволяют эффективно применять модули в подвижных объектах с системой электропитания переменного тока.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		4
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## ТИПЫ МОДУЛЕЙ, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

В таблицах 0.1, 0.2, 0.3 представлены основные характеристики и функциональные особенности модулей серий МРО, МРМ, МРР.

Таблица 0.1 – Электрические и эксплуатационные характеристики модулей серий МРМ, МРО БКЮС.468240.003-01 ТУ

Тип сети	Обозначение	Диапазон входного напряжения, В	Значение проходного тока, А	Коэффициент ослабления помех в диапазонах частот, дБ				Падение напряжения на модуле, В	Напряжение на выходных выводах модуля при импульсе 1000 В*	Габаритные размеры (с фланцами), мм	Масса, г	Диапазон рабочей температуры корпуса, °С			
				0,15-0,3МГц	0,3-1,0МГц	1,0-10МГц	10-30МГц								
DC	МРМ1	сеть В – 27 В, диапазон (0 ... 40) сеть Д – 60 В, диапазон (0... 84)	2,5	≥30	≥40	≥60	≥50	≤ 1 % Uвх max	≤ Uвх+2В	30x20x10 (40x20x10)	20	«М»- минус 60...85°С.			
	МРМ2		5							40x30x10 (50x30x10)	30				
	МРМ3		10							47,5x33x10 (57,5x33x10)	40				
	МРМ4		20							57,5x40x10 (67,5x40x10)	60				
	МРО1		2,5							≥30	≥40		≥30	30x20x10 (40x20x10)	20
	МРО2		5											40x30x10 (50x30x10)	30
	МРО3		10											47,5x33x10 (57,5x33x10)	40
	МРО4		20											57,5x40x10 (67,5x40x10)	60

Примечание: \* Амплитуда импульса 1000 В,  
Длительность импульса 10 мкс по уровню 0,5,  
Выходное сопротивление генератора импульса 50 Ом.

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.681468.240 Д1			Лист
								5
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

Таблица 0.2 – Электрические и эксплуатационные характеристики модулей серий МРМ, МРО БКЮС.468240.003 ТУ

Тип сети	Обозначение	Диапазон входного напряжения/переходное отклонение (1 сек.), В	Значение проходного тока, А	Коэффициент ослабления помех в диапазонах частот, дБ				Падение напряжения на модуле, В	Напряжение на выходных выводах модуля при импульсе 1000В*, **	Максимальный ток импульса, кА	Габаритные размеры (с фланцами), мм	Масса, г	Диапазон рабочей температуры корпуса, °С			
				0,15-0,3МГц	0,3-1,0МГц	1,0-10МГц	10-30МГц									
DC	МРМ1	сеть В-27 (10,5...36/10,5...40) сеть Д-60 (17...72/17...84)	2,5	≥30	≥40	≥60	≥50	≤ 2 % Uвх max	для сети В ≤ 80 В, для сети Д ≤ 110 В	0,25	30x20x10 (40x20x10)	20	«М» - минус 60...85°С, «Т» - минус 60 ... 105°С			
	МРМ2		5							0,5	40x30x10 (50x30x10)	30				
	МРМ3		10							1	47,5x33x10 (57,5x33x10)	40				
	МРМ4		20							2	57,5x40x10 (67,5x40x10)	55				
	МРМ6		100							-	129x61x22	600				
	МРО1		2,5							≥30	≥40	≥30		0,25	30x20x10 (40x20x10)	20
	МРО2		5											0,5	40x30x10 (50x30x10)	30
	МРО3		10											1	47,5x33x10 (57,5x33x10)	40
	МРО4		20											2	57,5x40x10 (67,5x40x10)	55
	МРО5		40											4	72,5x52,5x12,7 (84,5x52,5x12,7)	100

Примечания: \* Для модуля фильтрации МРМ6:

Амплитуда импульса 1000 В, длительность импульса 10 мкс по уровню 0,5, выходное сопротивление генератора импульса 50 Ом.

\*\* Для остальных модулей фильтрации:

Амплитуда импульса 1000 В, длительность импульса 50 мкс, длительность фронта импульса 1 мкс.

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.681468.240 Д1			Лист
								6
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

Таблица 0.3 – Электрические и эксплуатационные характеристики модулей серий МРМ и МРР БКЮС.468240.004 ТУ

Тип сети	Обозначение	Диапазон входного переменного напряжения/переходное отклонение (1 сек.), В	Значение проходного тока, А	Коэффициент ослабления помех в диапазонах частот, дБ				Падение напряжения на модуле, В	Напряжение на клеммах модуля при импульсе 1000В	Максимальный ток импульса, кА*	Ток утечки на частоте 50 Гц, мА	Габаритные размеры (с фланцами), мм	Масса, г	Диапазон рабочей температуры корпуса, °С
				0,15-0,3МГц	0,3-1,0МГц	1,0-10МГц	10-30МГц							
АС	МРМ4	сеть К - ~115 (98...126,5/80,5...149,5) сеть С - ~220 (176...242/242...264)	1	≥25	≥35	≥50	≥30	≤1%U <sub>вх</sub>	для сети К ≤270 В, для сети С ≤ 470 В	2,5	1	57,5x40x10 (67,5x40x10)	60	минус 60...85;
	МРР2		3											
			7,5											
	МРР3		7,5											
15	4													
									25	5	129x61x22	380		

Примечание: \* Амплитуда импульса 1000 В,  
Длительность импульса 50 мкс.,  
Длительность фронта импульса 1мкс.

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.681468.240 Д1				Лист
									7
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	

На рисунках 0.1, 0.2 приведены условные обозначения модулей

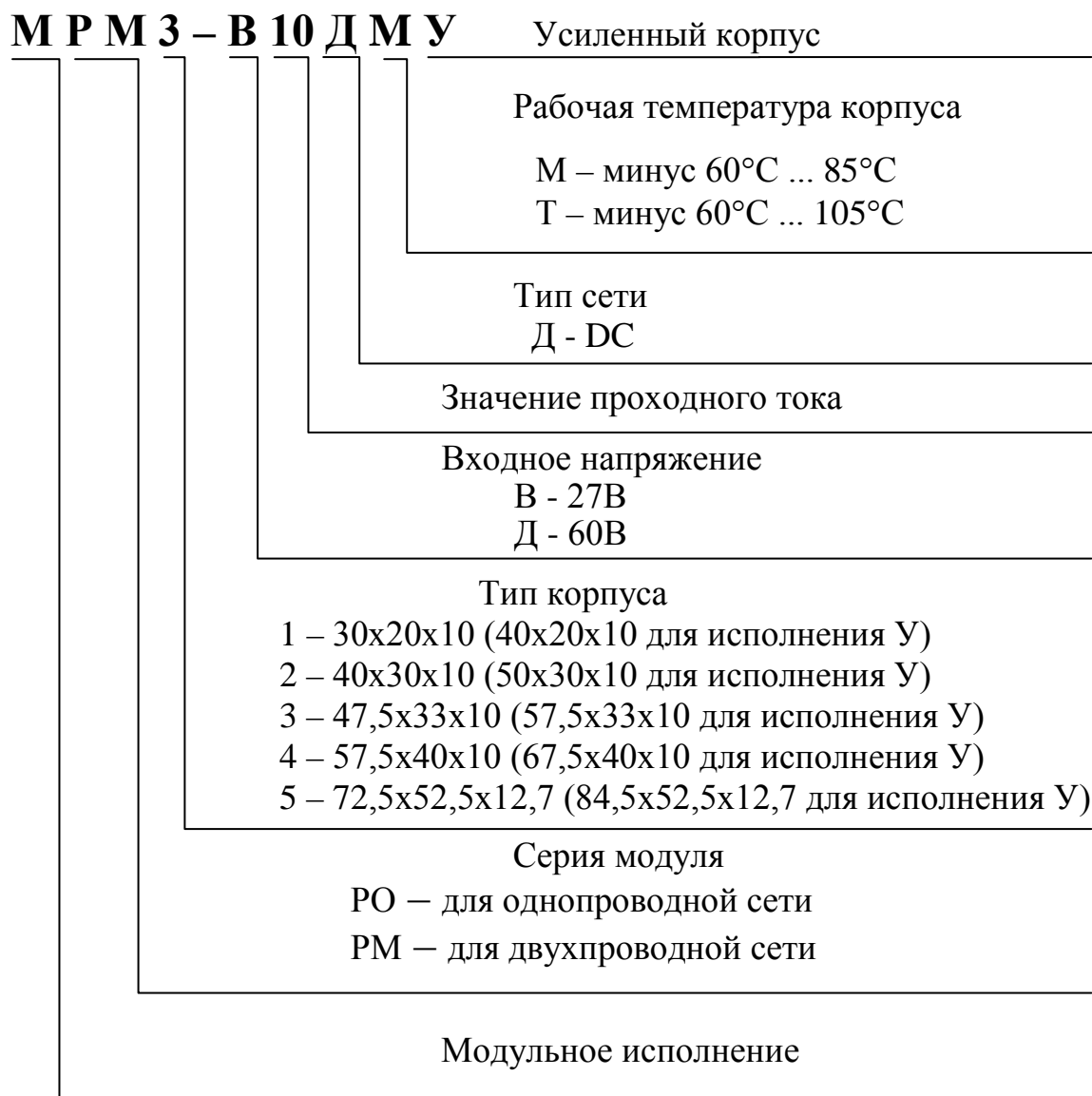


Рисунок 0.1 - Условное обозначение модулей фильтрации и защиты для работы в сетях постоянного тока

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		8
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



**МРМ4 – С1АМУ** Усиленный корпус



Рисунок 0.2 - Условное обозначение модулей защиты и фильтрации для работы в сетях переменного тока

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		9
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Модули устойчивы к воздействию механических, климатических и биологических факторов в пределах норм и условий по группе 4У ГОСТ РВ 20.39.414.1 с уточнениями, приведенными в таблице 0.4.

Таблица 0.4 – Состав и значения характеристик внешних воздействующих факторов

Наименование воздействующего фактора, единица измерения	Значение воздействующего фактора		
<b>Механические факторы</b>			
Синусоидальная вибрация: диапазон частот, Гц амплитуда ускорения, $m/c^2$ (g)	1 – 2000 200 (20)		
Широкополосная случайная вибрация: диапазон частот, Гц среднеквадратическое значение ускорения, $m/c^2$ (g) спектральная плотность ускорения, $m^2 \cdot c^{-4} \cdot Гц^{-1} (g^2/Гц^1)$	20–2000 230 (23) 5 (0,05)		
Механический удар одиночного действия: пиковое ударное ускорение, $m/c^2$ (g) длительность действия ударного ускорения, мс	10000 (1000) 0,1 – 2		
Механический удар многократного действия: пиковое ударное ускорение, $m/c^2$ (g) длительность действия ударного ускорения, мс	1500 (150) 5 – 10		
Акустический шум: диапазон частот, Гц уровень звукового давления, дБ	50 – 10000 170		
Линейное ускорение, $m/c^2$ (g)	1150 (115)		
<b>Климатические факторы</b>			
	<b>Тип сети питания</b>		
	Д – постоянный ток		А – переменный ток
Диапазон рабочей температуры	М	Т	А
Повышенная температура среды, °С: максимальное значение при эксплуатации максимальное значение при транспортировании и хранении	85 85	105 105	85 85
Пониженная предельная температура среды, °С: при эксплуатации при транспортировании и хранении	минус 60 минус 60		
Повышенная температура корпуса, °С	85	105	85
Изменение температуры среды, °С	от минус 60 до 85	от минус 60 до 105	от минус 60 до 85
Повышенная влажность воздуха: относительная влажность при температуре среды 35 °С, %	БКЮС.468240.003 ТУ, БКЮС.468240.004 ТУ		БКЮС.468240.003-01 ТУ
	98		100

					БКЮС.681468.240 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				10
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.		Подп. и дата	

Повышенное давление устойчивость, Па (мм рт.ст.) прочность, Па (мм рт. ст.)	1,2x10 <sup>5</sup> (900) 2,5x10 <sup>5</sup> (1875)	
Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)	0,67x10 <sup>3</sup> (5)	
Изменение атмосферного давления со скоростью, Па/с (мм рт. ст. / с)	0,1x10 <sup>5</sup> (75)	-
Атмосферные конденсированные осадки (иней, роса) При пониженной температуре среды, °С, при пониженном атмосферном давлении, Па (мм рт. ст.), при относительной влажности не менее, %	минус 20 0,67x10 <sup>5</sup> (5) 95	по ГОСТ РВ 20.57.416
Соляной (морской) туман	-	
Статическая пыль (песок): концентрация, г/м <sup>3</sup>	3	
Плесневые грибы: при относительной влажности, % при температуре, °С	95 – 98 29	по ГОСТ 28206

Модули серий МРМ и МРО, выпускаемые в соответствии с БКЮС.468240.003-01 ТУ, стойки к воздействию специальных факторов «И» и «С» с характеристиками 7.И<sub>1</sub>-7.И<sub>7</sub>, 7.И<sub>10</sub>, 7.И<sub>11</sub>, 7.С<sub>1</sub>-7.С<sub>5</sub>, соответствующими группе унифицированного исполнения 5Ус по ГОСТ РВ 20.39.414.2-98 и факторов «К» с характеристиками 7.К<sub>1</sub>-7.К<sub>8</sub>, соответствующими группе унифицированного исполнения 1К по ГОСТ РВ 20.39.414.2-98.

Допустимое время отклонения параметров модулей во время и непосредственно после воздействия факторов 7.И не более 1мс.

#### **Дроссели фильтрации типа ДФ и ДФК**

Для ослабления помех выпускаются дроссели фильтрации серий ДФ и ДФК в соответствии с БКЮС.670109.001 ТУ, БКЮС.670109.002 ТУ, БКЮС.670109.002-01 ТУ. Дроссели позволяют создавать эффективные LC-фильтры, которые ослабляют радиопомехи на входе и выходе модулей питания до уровней, определяемых кривой 2 Норм.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		11
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1 СХЕМОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Основная задача модулей фильтрации – подавление радиопомех, распространяющихся по проводам на входе и выходе модулей питания.

Помехи по проводам распространяются на большие расстояния, мешая работе расположенных рядом радиоприемных устройств. При выборе фильтров радиопомех учитывалось, что помехи могут распространяться как по симметричному, так и по

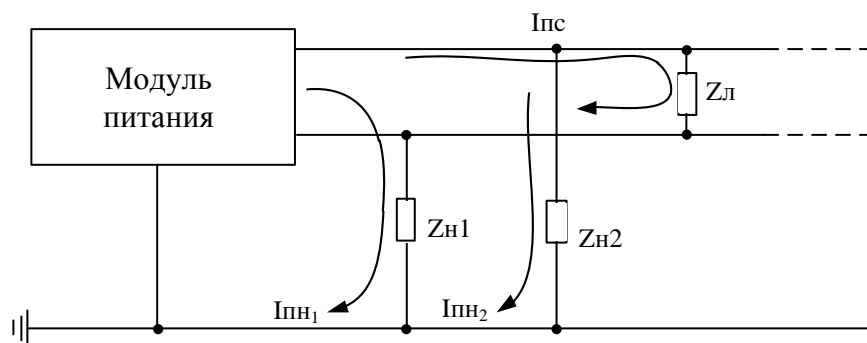


Рисунок 1.1 Пути распространения радиопомех несимметричному пути (рисунок 1.1).

Токи симметричной помехи  $I_{пс}$  циркулируют только по проводам, и для устранения данной помехи достаточно установки конденсатора между проводами. Токи несимметричной помехи  $I_{пн1}$  и  $I_{пн2}$ , распространяющиеся одновременно по обоим проводам и затем по земле, трудно поддаются учету. На антенны радиоприемников воздействуют электромагнитные помехи, образующиеся между помехонесущими проводами и землей, т.е. за счет распространения несимметричных токов радиопомех. По этим причинам нормирование и ослабление радиопомех осуществляется по несимметричному пути.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		12
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

При разработке фильтров, предназначенных для питающих цепей постоянного тока было установлено, что входное и выходное сопротивление модулей питания высокоомное и носит индуктивный характер. Известно, что фильтры в этом случае должны начинаться с емкости.

В то же время в модуль фильтрации целесообразно установить большее количество индуктивных элементов, которые совместно с внутренними и внешними конденсаторами позволяют получить многозвенный фильтр с большим коэффициентом подавления.

В модулях фильтрации установлены варисторы - элементы для защиты аппаратуры от выбросов напряжения в питающих цепях.

Основные трудности при разработке фильтров для питающих цепей переменного тока были связаны с выполнением требований безопасности, которые ограничивают допустимый ток емкостной утечки. Это ограничение препятствует увеличению емкости конденсаторов, которые устанавливаются в модули фильтрации между проводами и корпусом и шунтируют радиопомехи.

Разработанные модули фильтрации состоят из двух Г-образных LC-звеньев, одно звено подавляет помехи по симметричному пути, другое по несимметричному.

В таблицах 0.2, 0.3 приведен максимальный импульсный ток установленного в модуле варистора ( $I_{max}$ ) и напряжение на выходных выводах модуля фильтрации при прохождении импульса тока.

В модулях установлены варисторы с максимальными токами  $I_{max}$  от 0,25 до 25 кА.

При этом максимальное напряжение  $U_1$  на выводах модуля нормируется для тока помехи  $I_1$ , который равен  $I_1 = 0,01 I_{max}$ .

Для сети В (27 В) выбраны варисторы с напряжением срабатывания  $U_1 = 80$  В, для сети Д(60) - 110 В.

					БКЮС.681468.240 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				13
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

## 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Модули рассчитаны на качество входной электроэнергии в соответствии с ГОСТ В 244425-90. Диапазон изменения напряжения на входе модулей приведен в таблице 2.1.

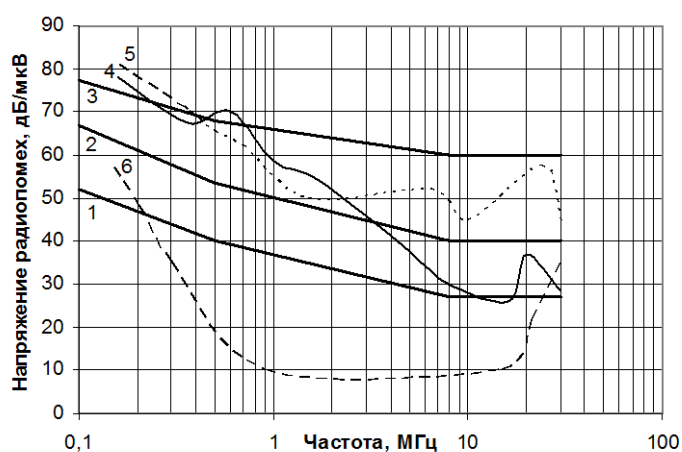
Таблица 2.1 – Диапазон изменения напряжения на входе модулей

Обозначение сети	Значения входного напряжения, В		
	минимальное	номинальное	максимальное
В	0	27	40
Д	0	60	84
К	0	115(400 Гц)	138
С	0	220 (50 Гц)	264

Электрические параметры модулей: значение проходного тока, коэффициенты ослабления радиопомех, падение напряжения на модуле приведены в таблицах 0.1, 0.2, 03.

При использовании модулей следует учитывать, что основной параметр – коэффициент ослабления радиопомех согласно ГОСТ 13661-92 измеряется при сопротивлении 50 Ом на входе и выходе модуля. На практике модуль фильтрации нагружен на входное или выходное высокочастотное сопротивление модуля питания, которое меняется в широких пределах. Для определения реального коэффициента ослабления проведены испытания системы модуль фильтрации – модуль питания. На первом этапе были измерены напряжения радиопомех на входе модулей питания серий МДМ, МАА.

На рисунке 2.1 приведены графики напряжения радиопомех на входе низкопрофильных модулей питания класса DC/DC серии «Мираж» - МДМ7,5 (кривая 4) и МДМ30 (кривая 5), а на рисунке 2.2 – графики для модулей питания класса AC/DC KN50A (кривая 4) и KR100A (кривая 5). Напряжения помех измерялись по методике согласно ГОСТ 30429-96 в экранированной камере.



					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		14
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Кроме того, на рисунках 2.1, 2.2 показаны нормы напряжения радиопомех по ГОСТ 30429-96 в диапазоне частот 150 кГц – 30 МГц (графики 1 – 3). Из сравнения результатов измерения помех исследуемых модулей с нормами следует, что уровни радиопомех значительно выше всех норм в начале нормируемого участка, в диапазоне частот 1,5 – 5 МГц, и превышают значения графика 2 на 5 –

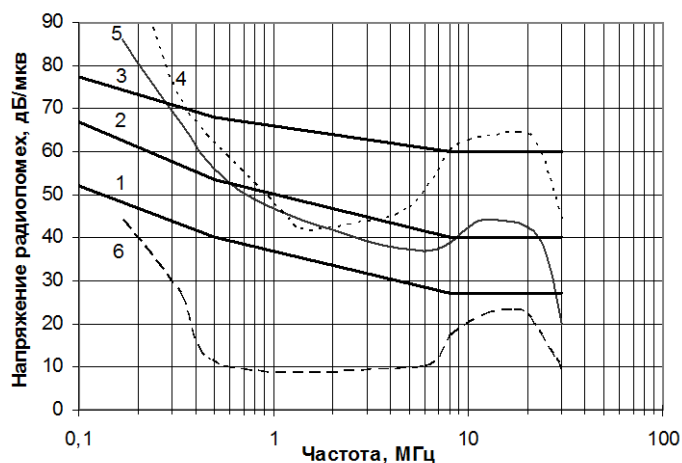


Рисунок 2.2

15 дБ и только после 5 МГц приближаются или ниже значений этого графика. Известно, что нормы напряжения радиопомех график 2 допустимы для большинства применений.

Измеренный уровень помех на входе в системе модуль фильтрации МРМ2 и модуль питания МДМ30 показан на рисунке 2.1 (кривая 6), в системе МРР2 и КR100А – на рисунке 2.2 (кривая 6). При совместной работе модуля питания и модуля фильтрации помехи на входе не превышают значений, определяемых графиком 2 Норм.

Реальный коэффициент ослабления радиопомех модуля определяется по формуле:

$$K_{п} = U_1 - U_2, \quad (1)$$

где  $U_1$  – уровень помех в дБ на входе модуля питания без фильтра,

$U_2$  – уровень помех в дБ на входе системы модуль фильтрации - модуль питания.

На графике 1 рисунок 2.3 представлена зависимость коэффициента ослабления помех модуля МРР2 от частоты, измеренная по ГОСТ 30429-96, на графике 2 - вычисленная по формуле (1).

Как видно из графика 2 реальный коэффициент ослабления за счет лучшего согласования сопротивлений  $R_{вх}$  модуля питания и  $R_{вых}$  модуля фильтрации на частотах до 8 МГц выше измеренного по ГОСТ 30429-96. На более высоких частотах реальный коэффициент ослабления уменьшается. Но, как показывают измерения (рисунки 2.2, 2.3), на этих частотах помехи от модулей питания также снижаются.

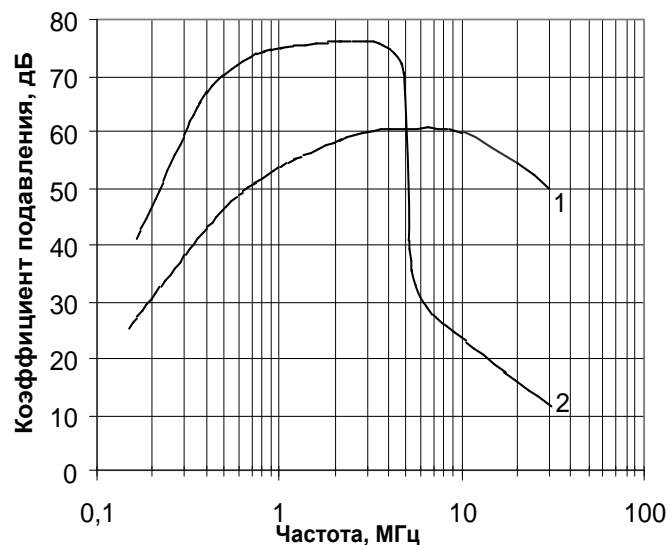


Рисунок 2.3

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		15
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Представленные в таблицах 0.1, 0.2, 0.3 значения коэффициентов ослабления дают качественную картину, которая позволяет сравнивать модули по уровням фильтрации. Реальные значения коэффициента ослабления определяются в результате измерений в системе модуль фильтрации – модуль питания. Параметры модулей фильтрации оптимизированы для совместной работы с модулями питания и обеспечивают ослабление помех до уровня графика 2 Норм ГОСТ 30429-96.

Импульсные помехи в питающих цепях разделяются по ГОСТ 24495, ГОСТ 51317.45 на два вида: гальванические – вызванные коммутациями в цепях питания, наведенные – за счет электромагнитных полей. Гальванические характеризуются низким сопротивлением источника ( $R_i \leq 2 \text{ Ом}$ ), амплитудой импульса до 150 В с длительностью 50 мксек, наведенные - высоким сопротивлением ( $R_i \geq 50 \text{ Ом}$ ), амплитудой до 1000 В с длительностью 10 мксек. Наведенные высоковольтные помехи наиболее опасны для электронной аппаратуры, поэтому варисторы выбраны из условия ограничения этой помехи.

Далее показано, как правильно выбрать модуль фильтрации, чтобы ограничить помехи на допустимом уровне.

При воздействии наведенной высоковольтной помехи варистор должен обеспечить напряжение на клеммах  $U_c$  менее, чем допустимое на входе модуля питания (например, для модуля МДМ – 80 В). Максимальный ток варистора  $I_{\max}$  должен быть в 100 раз выше, чем ток помехи, развиваемый в цепи (рисунок 2.4) генератора с ЭДС 1000 В, с внутренним сопротивлением  $R_i = 50 \text{ Ом}$  (ГОСТ 24425), ток помехи  $I_{\text{п}} = U_{\text{п}} / R_i = 1000 / 50 = 20 \text{ А}$ .

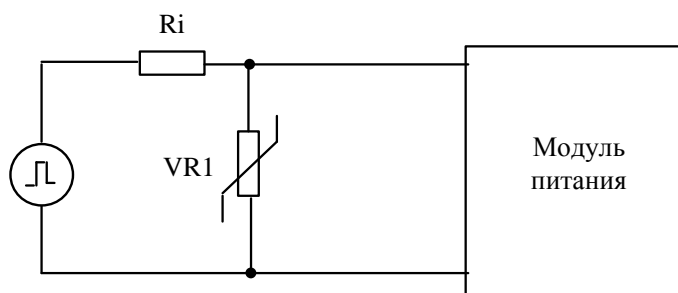


Рисунок 2.4

Таким образом должен быть выбран модуль фильтрации, в котором установлен варистор с максимальным током более 200 А. Это модуль МРМ1-В2,5ДМ, в котором установлен варистор с максимальным током срабатывания 0,25 кА.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		16
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



### 3 КОНСТРУКЦИЯ И ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ

Внешний вид, качество покрытия, габаритные, установочные и присоединительные размеры модуля должны соответствовать требованиям ТУ, комплекту конструкторской документации и инструкции по контролю внешнего вида, маркировки и качества покрытия БКЮС.435714.001 И54.

Масса модуля не должна превышать значений, указанных в таблицах 0.1, 0.2, 0.3.

Выводы модулей должны быть механически прочными и выдерживать без механических повреждений воздействие растягивающей силы не более:

для выводов диаметром 0,8 мм – 10 Н,

для выводов диаметром 1,0 мм – 20 Н,

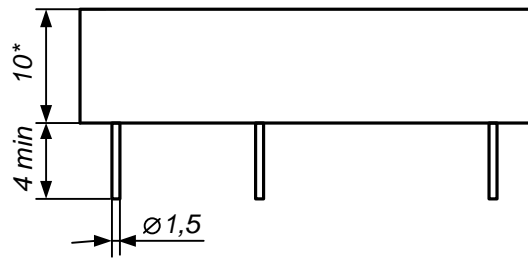
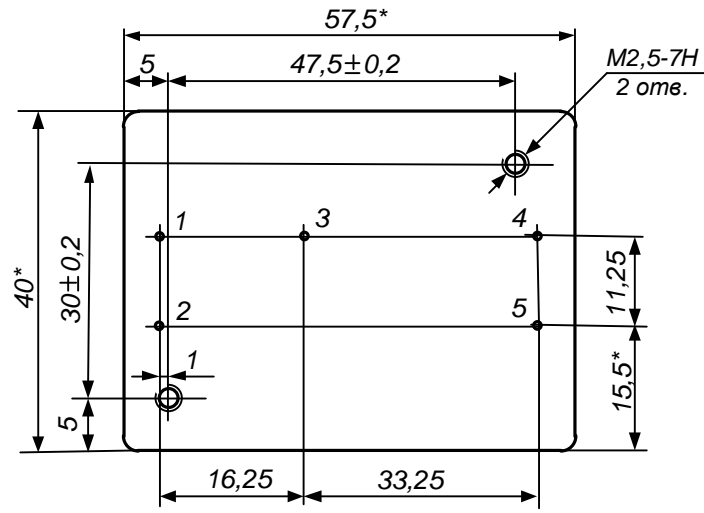
для выводов диаметром 1,5 мм – 40 Н.

Покрытие выводов обеспечивает пайку без лужения и допускает трехкратную перепайку без нарушения целостности выводов и ухудшения электрических свойств.

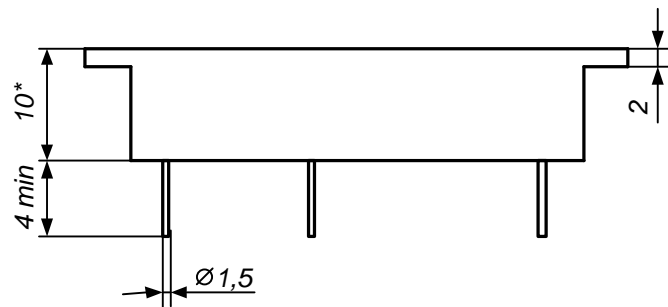
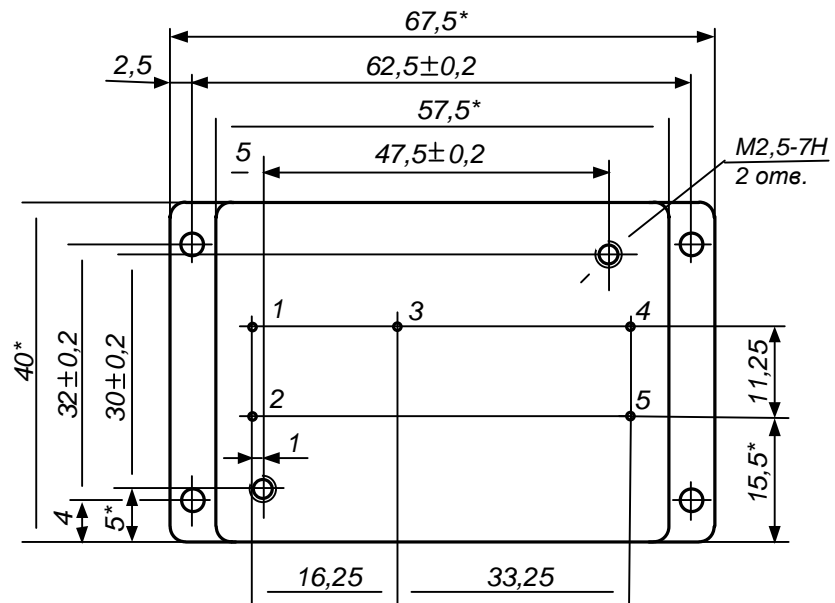
Материалы, защитные покрытия, комплектующие изделия, применяемые в модулях, должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.309.

Конструкция модулей представляет собой тонкостенный алюминиевый корпус, внутри которого размещена печатная плата с элементами поверхностного и объемного монтажа, защищенная компаундом с теплопроводящим наполнителем. В аппаратуре модули могут устанавливаться на радиатор охлаждения или на печатную плату. Для различных вариантов установки модули могут изготавливаться в двух типах корпусов – с крепежными фланцами или без них. На рисунке 3.1 приведены габаритные чертежи модулей МРР2, МРР3 в корпусах с фланцами и модуля МРМ4 в двух исполнениях типа корпуса. Со стороны выводов модуль защищен металлизированной пластиной, припаянной к корпусу и служащей одновременно экраном для радиопомех по электромагнитному полю.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		17
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

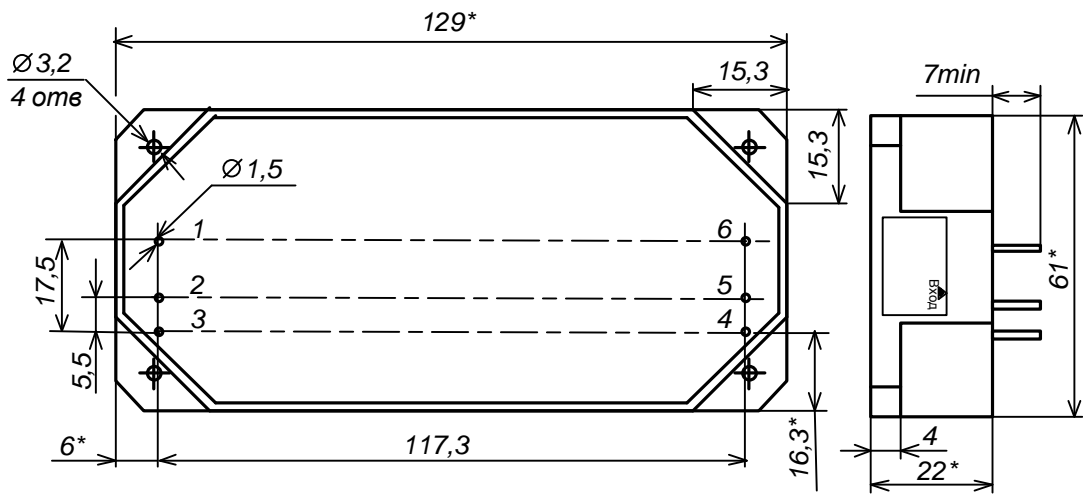


MPM4 корпус без фланцев

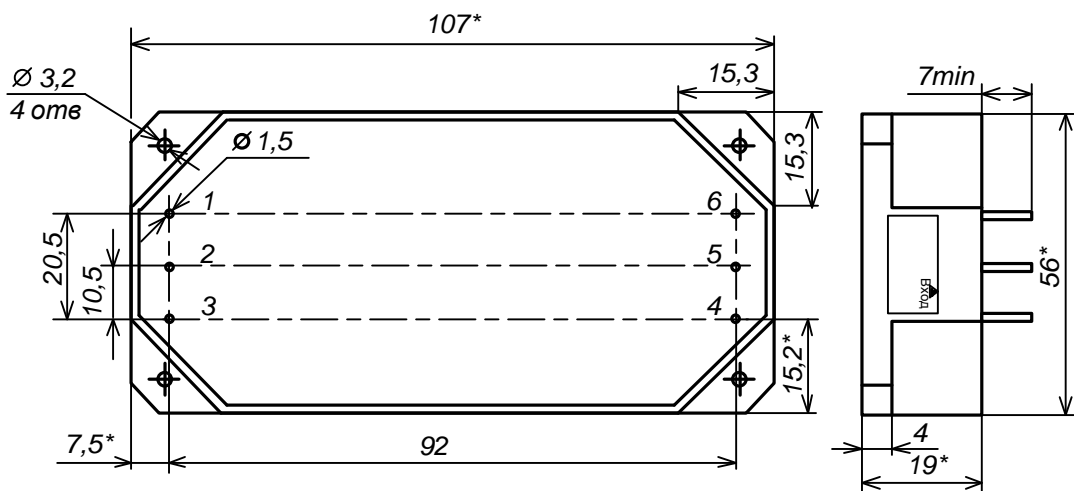


MPM4-У корпус с фланцами

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.681468.240 Д1	Лист
						18
Инв. № подл.	Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	



*MPP3-У корпус с фланцами*



*MPP2-У корпус с фланцами*

Рисунок 3.1 Габаритные чертежи модулей защиты и фильтрации МРМ и МРР

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		19
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## Обеспечение теплового режима

Тепловая энергия модуля выделяется в окружающее пространство излучением и конвекцией, причем основное тепло отдается за счет конвекции.

Теплоотдача путем конвекции с поверхности модуля, корпус которого нагрет до температуры  $\theta_k$  в окружающую среду с температурой  $\theta_{cp}$  определяется законом Ньютона.

$$P_{\pi} = \alpha_k \cdot S \cdot \Delta\theta, \quad (1)$$

где  $P_{\pi}$  – мощность потерь модуля,

$\alpha_k$  - коэффициент конвекции ( $\text{Вт} / ^\circ\text{C} \cdot \text{см}^2$ ),

$S$  – площадь поверхности ( $\text{см}^2$ ),

$\Delta\theta$  – разница между температурами корпуса и среды,

$\Delta\theta = \theta_k - \theta_{cp}$  ( $^\circ\text{C}$ ).

По формуле (1) можно определить температуру перегрева  $\Delta\theta$  модуля относительно окружающей среды:

$$\Delta\theta = P_{\pi} / (\alpha_k \cdot S) \quad (2)$$

Большинство предприятий, выпускающих универсальные модули, заменяют выражение  $1 / (\alpha_k \cdot S)$  на тепловое сопротивление  $R_{\theta}$ , которое приводят в datasheet, при этом формула (2) принимает вид:

$$\Delta\theta = P_{\pi} \cdot R_{\theta} \quad (3)$$

Мощность потерь  $P_{\pi}$  определяется по формуле:

$$P_{\pi} = \Delta U \cdot I_{\text{пр}}, \quad (4)$$

где  $\Delta U$  – падение напряжения на модуле,

$I_{\text{пр}}$  – проходной ток

По известным значениям  $R_{\theta}$  и  $P_{\pi}$  по формуле (3) можно рассчитать температуру перегрева  $\Delta\theta$  и определить температуру окружающей среды  $\theta_{cp}$ , при которой модуль может работать без радиатора:

$$\theta_{cp} = \theta_{k \text{ макс}} - \Delta\theta, \quad (5)$$

где  $\theta_{k \text{ макс}}$  – максимально допустимая температура корпуса модуля

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		20
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Пример 1.

Определить максимальный проходной ток  $P_{\text{вых max}}$  модуля МРМЗ, работающего в сети с напряжением 27 В при температуре окружающей среды 70 °С.

По формуле (5) с учетом выражений (3) и (4) получаем:

$$I_{\text{пр max}} = \frac{\theta_{\text{к max}} - \theta_{\text{ср}}}{R_{\theta} \cdot \Delta U}, \quad (6)$$

Используя данные таблиц 0.1, 3.1 на модуль МРМЗ имеем  $\theta_{\text{к max}} = 85$  °С,  $R_{\theta} = 10,5$  °С / Вт,  $\Delta U = 0,54$

$$I_{\text{пр max}} = \frac{85 - 70}{10,5 \cdot 0,54} = 2,6 \text{ А}$$

Модули, используемые при токах больших, чем ток  $I_{\text{пр max}}$ , требуют установки на теплоотводы с плотным прилеганием через теплопроводящую пасту (рисунок 3.2). Допускается установка модулей на теплоотводы любой конструкции. Необходимая площадь поверхности теплоотвода, обеспечивающая допустимый перегрев, зависит от многих факторов: высоты ребер радиатора, расстояния между ребрами, толщины основания и пр. Тепловые расчеты в

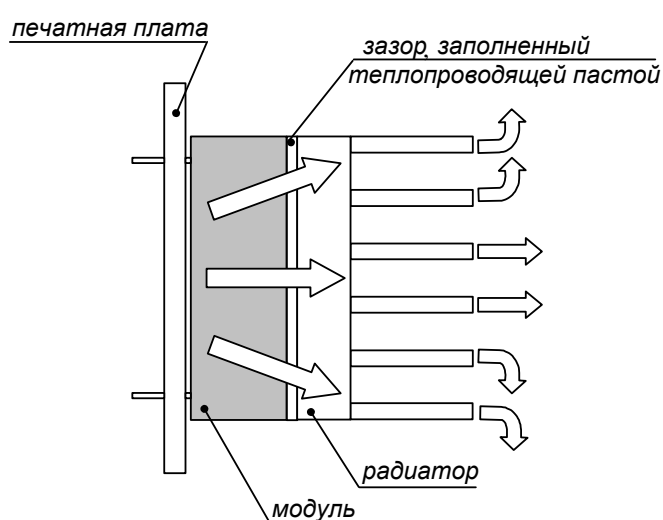
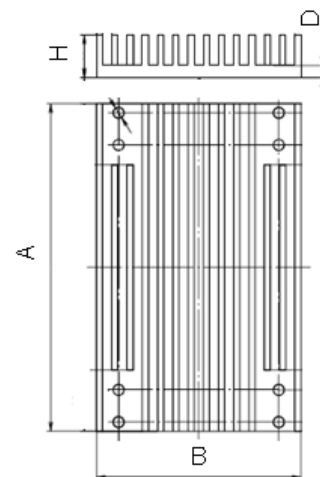
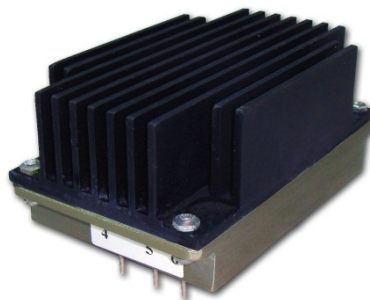
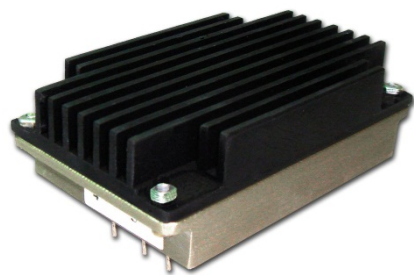


Рисунок 3.2

этих условиях крайне сложны. Целесообразно для модулей использовать специальные радиаторы. Предприятие выпускает радиаторы для применения вместе с модулями (таблица 3.1), размеры основания которых, соответствуют размерам модуля (рисунок 3.3). Для радиаторов типа А с высотой ребра  $H = 10$  мм и радиаторов типа Б с  $H = 20$  мм экспериментально определены значения теплового сопротивления  $R_{\theta \text{МР}}$  (таблица 3.1). Для сравнения приведены значения теплового сопротивления модуля  $R_{\theta \text{М}}$ .

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		21
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



а)

б)

в)

Рисунок 3.3 - Модуль МРО5 с радиатором А (а) и с радиатором Б (б), габаритный чертеж (в)

Таблица 3.1 – Радиаторы, рекомендуемые для применения с модулями МРМ, МРО

Тип, габариты модулей (А×В×Н)	Тепловое сопротивление модуля, R <sub>0M</sub>	Децимальные номера радиаторов	Тип А		Тип Б	
			S, см <sup>2</sup>	R <sub>0MPA</sub> , °C/Вт	S, см <sup>2</sup>	R <sub>0MPB</sub> , °C/Вт
МРМ1, МРО1 30×20×10	16	-	46	13,5	71	10
МРМ2, МРО2 40×30×10	12	БКЮС.752695.405 БКЮС. 731153.007	57	10,5	83	7,5
МРМ3, МРО3 47,5×33×10	10,5	БКЮС.752695.406 БКЮС.745512.406	125	7,6	208	5,3
МРМ4, МРО4 57,5×40×10	9,5	БКЮС.752695.264 БКЮС.752695.408	180	5,4	305	3,6
МРО5 72,5×52,5×12,7	6	БКЮС.752695.265 БКЮС.752695.407	277	3,5	373	2,9

### Принудительное охлаждение

Диапазон работы модуля может быть расширен, если применить принудительное охлаждение. Наиболее эффективно тепловое сопротивление снижается при увеличении скорости воздушного потока до 0,5 м/сек (перемешивание воздуха). В качестве подтверждения на рисунке 3.4 приведены графики зависимости теплового сопротивления модуля МРМ3 от скорости воздушного потока.

Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	БКЮС.681468.240 Д1	Лист
						22
Инв. № подл.	Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

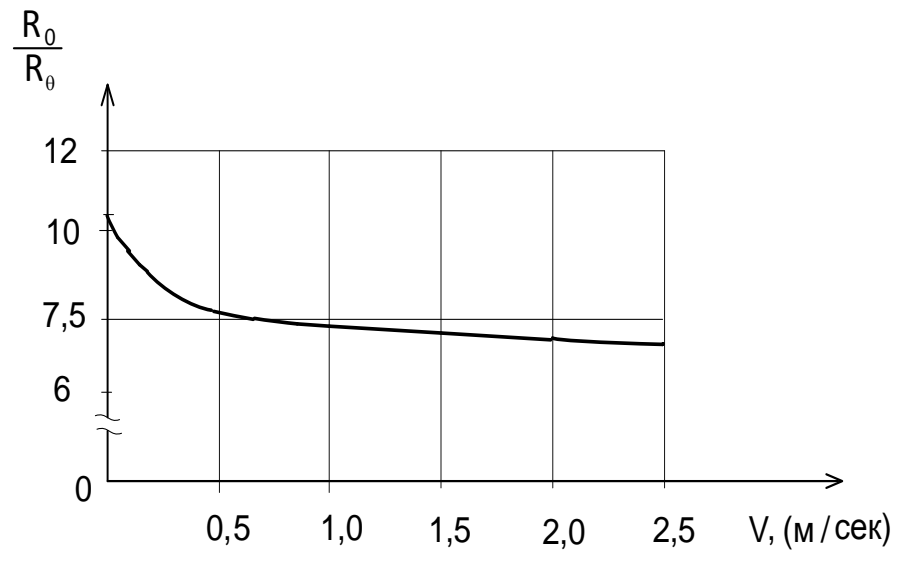


Рисунок 3.4 Тепловое сопротивление модуля МРМ4 при принудительном охлаждении

В заключение отметим, что охлаждение невозможно без учета конструктивных особенностей аппаратуры и режимов ее эксплуатации.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		23
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### 4 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Требования безопасности модулей должны соответствовать КД на модули и ГОСТ В 24425-90.

Электрическое сопротивление изоляции цепей модулей фильтрации серий МРМ, МРР между токоведущими цепями и корпусом должно быть не менее:

в НКУ	- 20 МОм;
при повышенной влажности	- 1 МОм;
при повышенной температуре	- 5 МОм.

Значение напряжения постоянного тока для измерения сопротивления изоляции равно: 100 В.

Для модулей фильтрации класса DC серий МРМ, МРО электрическая прочность изоляции токоведущих цепей относительно корпуса должна обеспечивать отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий при воздействии переменного напряжения частотой 50 Гц (амплитудное значение):

в НКУ	- 0,5 кВ;
при повышенной влажности	- 0,3 кВ;

Для модулей фильтрации класса AC серий МРМ, МРР электрическая прочность изоляции токоведущих цепей относительно корпуса должна обеспечивать отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий при воздействии переменного напряжения частотой 50 Гц (действующее значение):

в НКУ	- 1,5 кВ;
при повышенной влажности	- 0,5 кВ;

Время приложения испытательного напряжения 1 мин.

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		24
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



## 5 НАДЕЖНОСТЬ

Показатели надежности:

срок службы, $T_{сл}$ , лет	15
гамма-процентный ресурс, $T_p$ , ч.	150000 ( $\gamma = 97,5 \%$ )

Гамма-процентная наработка до отказа  $T_\gamma$  при  $\gamma = 97,5 \%$ , в типовом режиме эксплуатации.

Характеристики типового режима:

$$U_{вых} = 27 \text{ В};$$

$$I_{вых} = I_{вых \text{ ном}};$$

температура корпуса 85 °С.

Гамма-процентный срок сохраняемости  $T_{cy}$  при  $\gamma = 97,5 \%$  при хранении модулей питания в упаковке поставщика в условиях отапливаемых хранилищ или вмонтированных в аппаратуру, а также в защищенном комплекте ЗИП, составляет 15 лет.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей питания в неотапливаемых хранилищах или под навесом должен быть не менее 10 лет. Хранение модулей питания на открытой площадке не допускается.

В настоящее время среди расчетных параметров надежности наиболее часто используется средняя наработка.

Модули являются элементами, которые отказывают и не восстанавливаются, и в соответствии с ГОСТ 27.002-89 к ним применяется понятие средняя наработка до отказа – время от начала эксплуатации до первого отказа. Это понятие имеет международное обозначение МТТФ (mean time to feature). Для наиболее распространенной модели надежности, предполагающей экспоненциальные распределения, т.е. постоянную интенсивность отказов, справедливо соотношение:

$$T_0 (\text{МТТФ}) = 1/\lambda$$

$$T_0 = 1/\sum \lambda_{\text{э}i},$$

где  $\lambda_{\text{э}i \text{ max}}$  – интенсивность отказов  $i$ -го ЭРИ.

Расчетные значения наработки до отказа модулей серии МРМ, МРО приведены в таблице 5.1.

Расчет проведен согласно ГОСТ РВ 20.57.304-98 «Методы оценки соответствия требованиям по надежности». Для расчета использовались электрические принципиальные схемы, перечень элементов, приведенный в КД на модули и справочник.

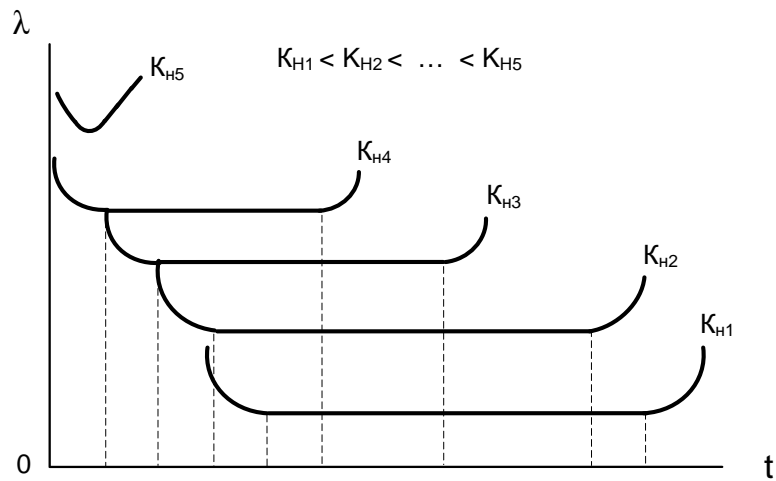
					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		25
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 5.1 - Значения наработки до отказа модулей фильтрации серии МРМ

	Наименование модуля							
	МРМ1	МРМ2	МРМ3	МРМ4	МРО1	МРО2	МРО3	МРО4
Расчетная наработка, ч	413614	126475	126475	379905	409817	356553	356553	357426

Оценить надежность модуля для других температур можно по следующему критерию: интенсивность отказов увеличивается примерно в 2 раза при повышении температуры на 15 °С.

Кроме температуры на значение  $T_0$  влияет коэффициент нагрузки ( $K_H$ ).



Для модулей зависимости интенсивности отказов в функции времени при разных коэффициентах  $K_H$  показана на рисунке 5.1.

					БКЮС.681468.240 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			26
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

Рисунок 5.1. График зависимости интенсивности отказов при разных коэффициентах нагрузки  $K_n$

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		27
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОДУЛЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ (РЭА)

Эксплуатация модулей должна осуществляться с учетом требований по защите от статического электричества в соответствии с ОСТ 11 073.062-2001 для степени жесткости III.

Установку модулей и способ их крепления в РЭА необходимо производить с учетом механических нагрузок, в которых работает аппаратура, и обеспечения отвода тепла.

Модули, имеющие резьбовые втулки или фланцы, могут крепиться к плате и к теплоотводу винтами. При монтаже момент затяжки винтов должен быть не более 6 кгс·см для резьбы М3 и не более 4 кгс·см для резьбы М2,5. Для печатной платы затяжку винтов следует выполнять по диагонали с поочередным увеличением усилия.

Необходимо учитывать особенности конструкции модулей фильтрации при их креплении в аппаратуре. В основе конструкции лежит печатная плата с элементами для поверхностного монтажа, размещенная и залитая эластичным компаундом в тонкостенном алюминиевом корпусе. Со стороны выводов на модули устанавливается печатная плата «Дно». Недопустимо приложение механических усилий при креплении модуля хомутом, планкой, радиатором и т.п. к печатной плате «дно».

В условиях механических воздействий модули, не имеющие резьбовых втулок или фланцев, рекомендуется подклеивать к печатной плате или элементам конструкции клеями-демпферами (например, КВК-68). Допускается наносить клей-демпфер на открытое дно корпуса со стороны выводов.

При установке модулей допускается:

- незначительный изгиб выводов, возникший в процессе установки модулей в антистатическую прокладку;
- обрезка выводов на расстоянии не менее 3 мм от плоскости компаунда;
- однократный изгиб выводов на угол не более 90° от первоначального положения в плоскости, перпендикулярной плоскости основания корпуса, на расстоянии не менее 5 мм от корпуса с радиусом изгиба не менее 1,7 диаметра вывода.

При обрезке, изгибе и формовке выводов необходимо применять специальные шаблоны, а также обеспечивать неподвижность выводов между местом изгиба и корпусом модуля. Кручение выводов вокруг оси не допускается.

Пайку выводов модулей рекомендуется производить электропаяльником мощностью не более 60 Вт при температуре не более 260 °С в течение не более 5 сек на один вывод. Допускается пайка выводов не более 3 раз на расстоянии не менее 2 мм от корпуса. Пайку гибкого проводника к корпусу модуля или пайку корпуса модуля к заземляющему проводнику

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		28
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

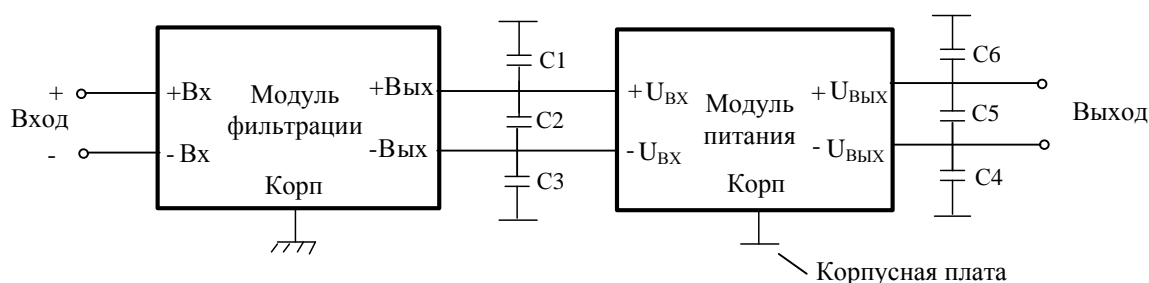
рекомендуется производить электропаяльником мощностью 80 Вт при температуре не более 350 °С в течение не более 30 сек. Пайку гибкого проводника рекомендуется производить к боковой поверхности корпуса модуля.

Допускается при проведении входного контроля, технологических проверок, лабораторных испытаний осуществлять подключение пайкой в течение 2 сек на один вывод.

Запрещается производить монтаж и подключение модулей фильтрации к электрическим цепям, находящимся под напряжением.

### Основные схемы включения

Для обеспечения эффективной работы модуля фильтрации совместно с модулем питания необходима установка внешних дополнительных керамических конденсаторов, например К10-47б, как показано на рисунке 6.1. Конденсаторы С1, С2, С4, С6 устанавливаются на плату рядом с модулем питания.



6.1 Схема подключения модуля питания к модулю фильтрации

Величина емкости конденсаторов С1 - С6, где (С2, С5 – танталовые типов К52, К53), а (С1, С3, С4, С6 – керамические типов К10-47, К10-67) выбирается согласно таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Значение емкостей конденсаторов С1 – С6

Обозначение модуля	С2, С5	С1, С3, С4, С6
МРМ1	0,47	0,047
МРМ2	1,5	0,1
МРМ3	3,3	0,33
МРМ4	5,0	0,47

К одному модулю фильтрации можно подключить несколько модулей питания (рисунки 6.2 – 6.3)

					БКЮС.681468.240 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			29
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.	Подп. и дата

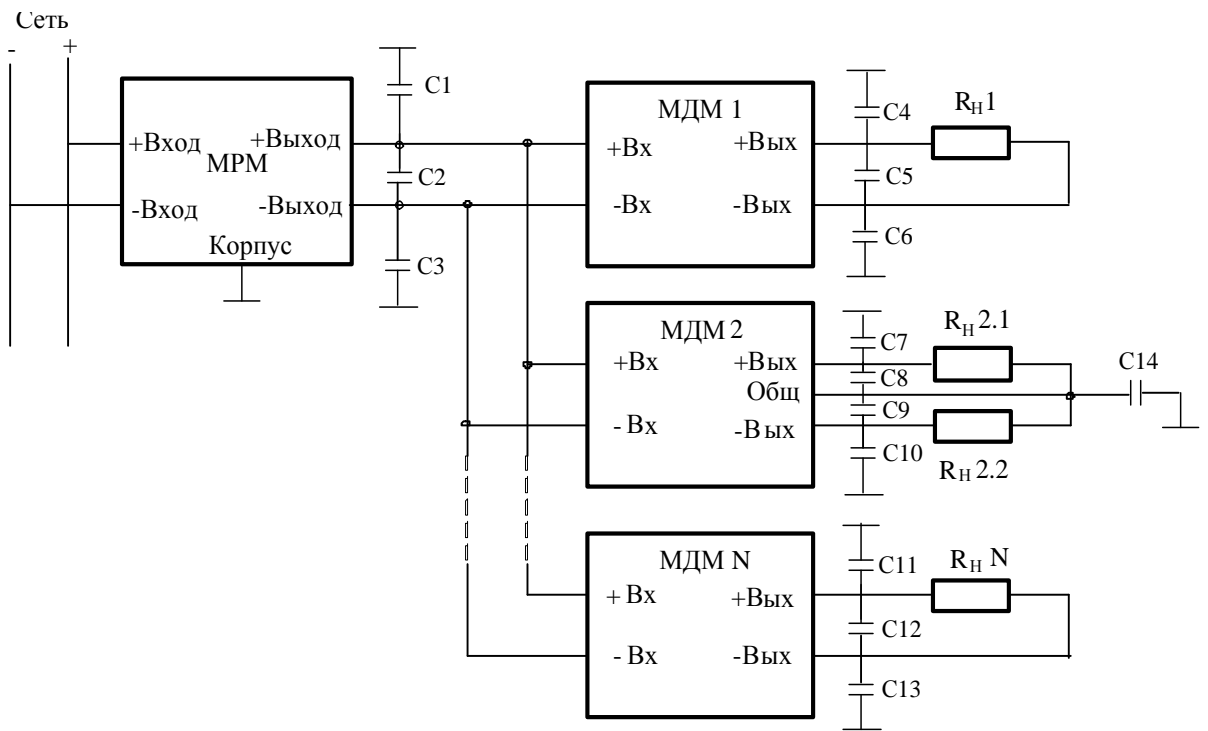


Рисунок 6.2 Схема подключения к модулю фильтрации МРМ N модулей питания

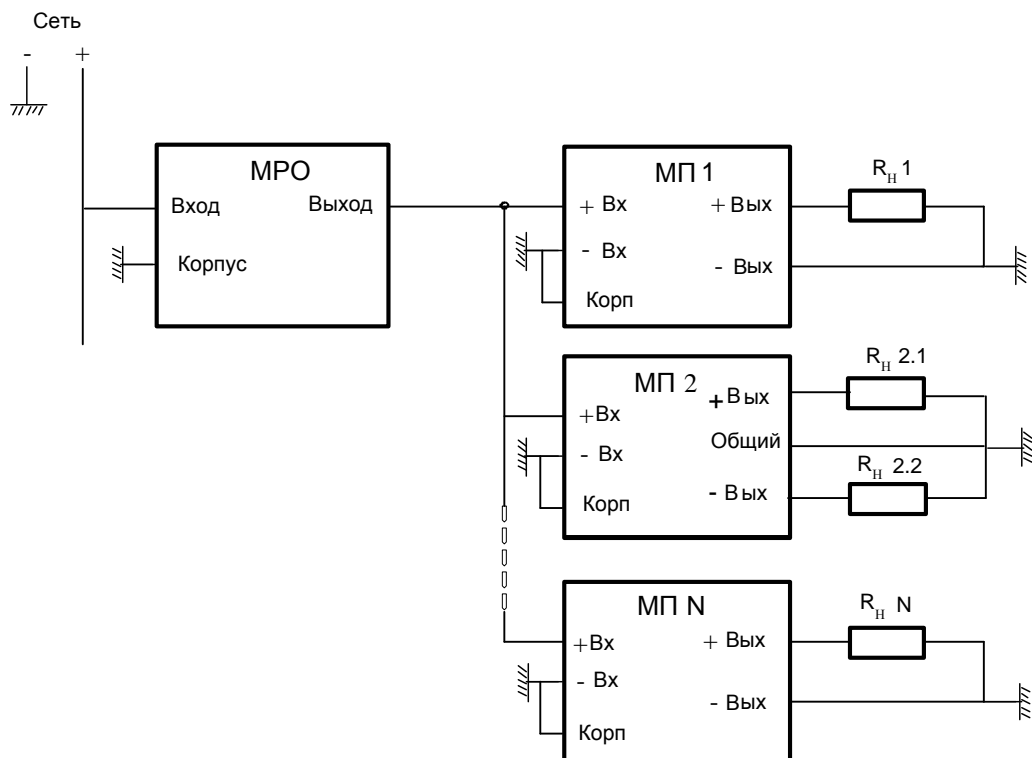


Рисунок 6.3 Схема подключения к модулю МРО N модулей питания

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		30
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

На рисунках 6.4 и 6.5 показаны схемы включения модулей серий МРМ и МРО на выходе модулей питания. Одновременно с подавлением помех модули серии МРО уменьшают пульсацию выходного напряжения модулей питания.

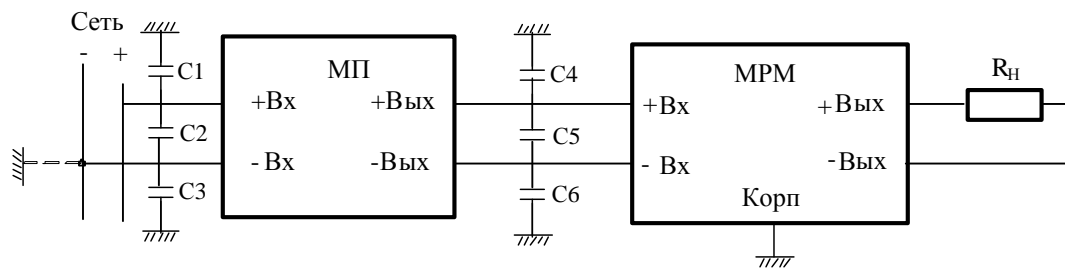


Рисунок 6.4

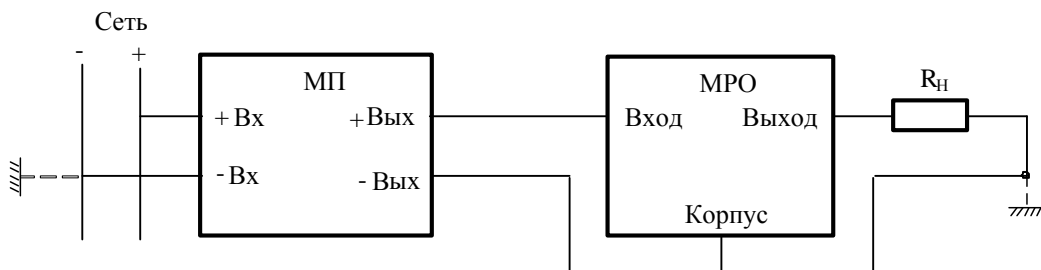


Рисунок 6.5

Модули серии МРО могут включаться параллельно для увеличения тока нагрузки. Схема параллельного включения двух модулей серии МРО представлена на рисунке 6.6.

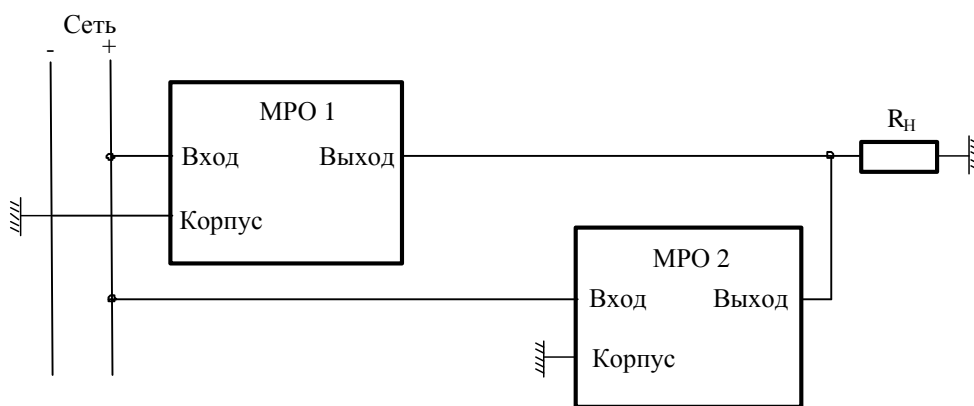


Рисунок 6.6

					БКЮС.681468.240 Д1			Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата				31
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата

Схема включения модулей серии МРО на выход двухканальных модулей МДМ с общей шиной тока представлена на рисунке 6.7.

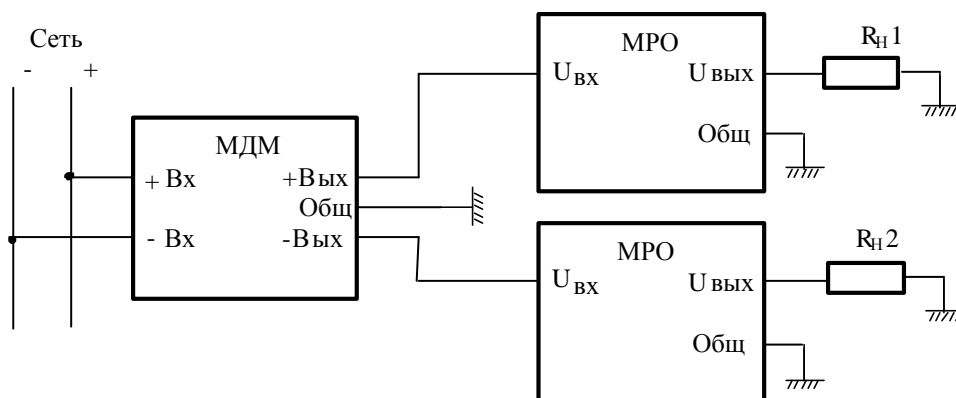


Рисунок 6.7

### Заземление модулей и разводка печатных плат

Эффективность ослабления помех модулем фильтрации при работе с модулем питания зависит от емкости внешних конденсаторов, правильно выполненного заземления и разводки печатной платы.

Внешние конденсаторы C1 – C5 (рисунок 6.8) устанавливаются, чтобы шунтировать токи помех от модуля питания. Испытания показали, что без таких конденсаторов за счет резонансов на отдельных частотах возможно усиление, а не ослабление помех.

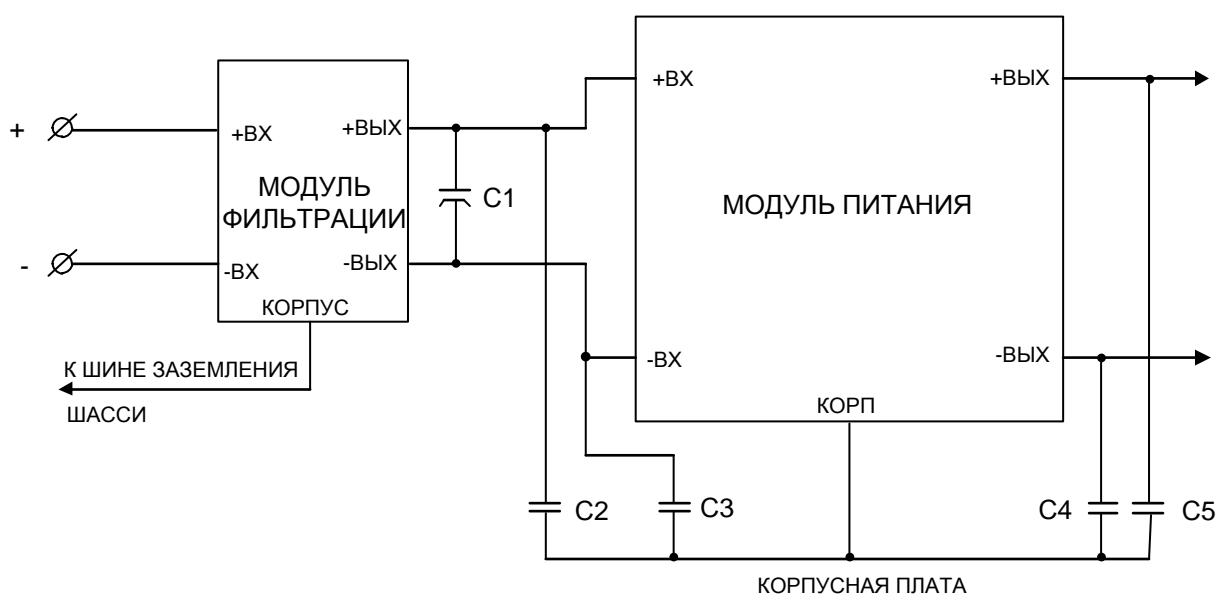


Рисунок 6.8 Схема подключения к модулю фильтрации модуля питания

					БКЮС.681468.240 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			32
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	



Вывод КОРПУС модуля фильтрации должен быть подсоединен к шине заземления корпуса (шасси) в точке наиболее удаленной от модулей питания. Соединение необходимо выполнять проводником с соотношением размеров 5:1, где первая величина – длина проводника, вторая – ширина.

Недопустимо соединять вывод КОРПУС модуля фильтрации с выводом КОРП модуля питания, который имеет высокий уровень помех. После введения этих помех в модуль фильтрации увеличивается входная несимметричная помеха.

В однопроводных бортсетях, когда отрицательный полюс питания заземлен, при подключении модуля фильтрации к модулю питания конденсатор С3 удаляется, а выводы КОРП и –ВХ модуля питания соединяются (рисунок 6.9)

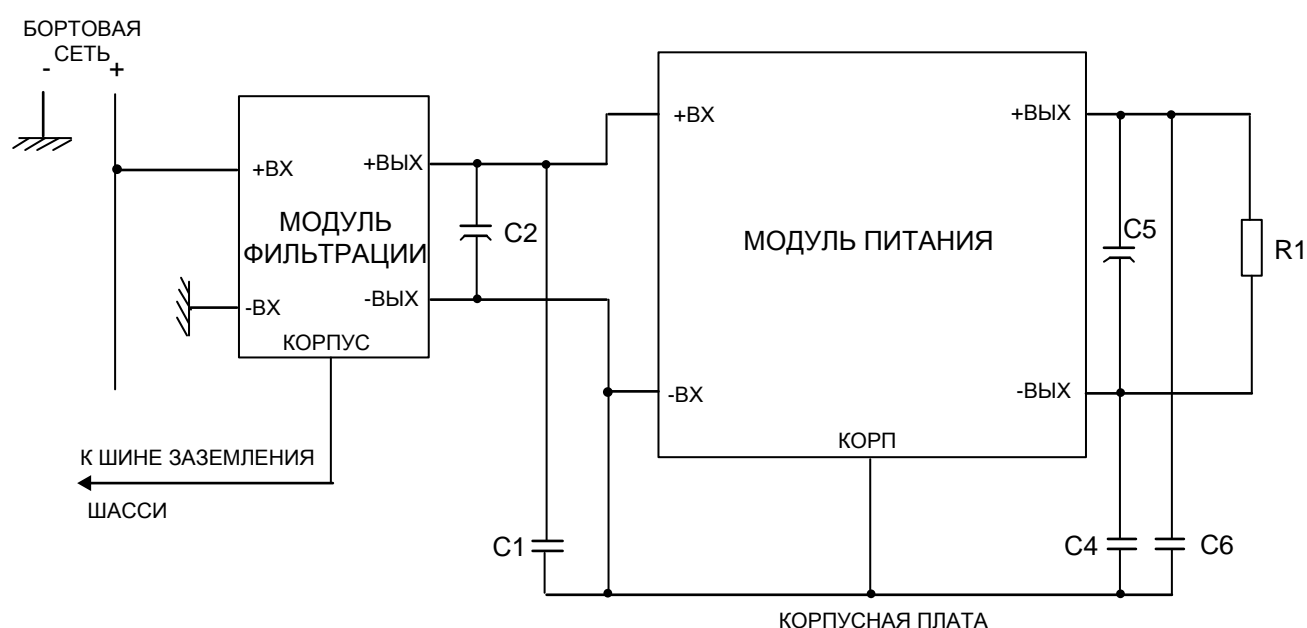


Рисунок 6.9 Схема подключения модуля фильтрации к модулю питания в однопроводной сети

Если заземлен положительный полюс бортсети, то удаляется конденсатор С1, объединяют выходы КОРП и +ВЫХ модуля питания.

Эффективность работы модулей фильтрации совместно с модулями питания зависит от разводки печатной платы. Рекомендуемый пример разводки печатной платы с модулем МРМ, установленным на входе модуля питания показан на рисунке 6.10.

					БКЮС.681468.240 Д1		Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата			33
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

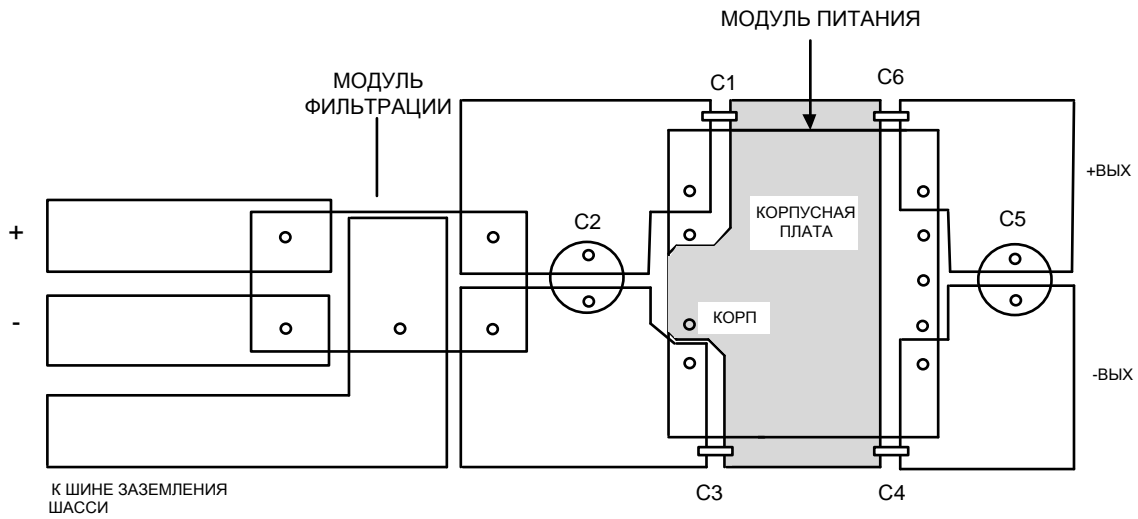


Рисунок 6.10 Рекомендуемая разводка печатной платы

Модуль питания устанавливается на плату, в которую запаиваются конденсаторы С1, С3, С4, С6 и вывод КОРП модуля питания.

Для однопроводных сетей специально разработаны и широко используются модули фильтрации серии МРО. Как показано в разделе 2, модули этой серии имеют более высокий коэффициент ослабления помех в диапазоне частот от 0,15 до 0,5 МГц. Если требуется высокая степень ослабления помех на частотах от 10 до 30 МГц применяются модули серии МРМ по схеме однопроводного включения (рисунок 6.9)

Рекомендуемый пример разводки печатной платы для модулей серии МРО показан на рисунке 6.11.

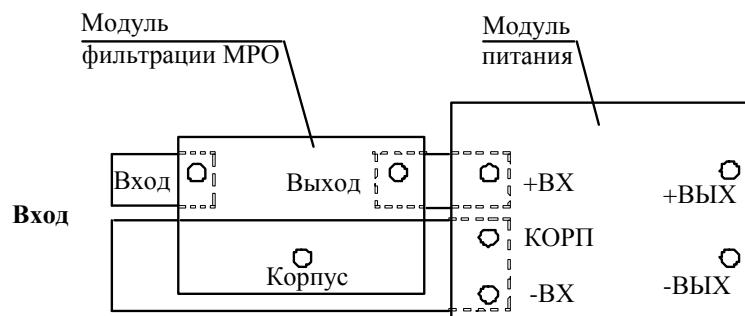


Рисунок 6.11 Рекомендуемая разводка печатной платы при включении модуля питания с модулем фильтрации серии МРО

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		34
Инв. № подл.	Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	

## 7 ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ, А ТАКЖЕ ДЕЙСТВИЯ, ПРИВОДЯЩИЕ К ВЫХОДУ МОДУЛЕЙ ИЗ СТРОЯ

- в целях уменьшения габаритов изделия не устанавливаются конденсаторы между модулем питания и модулем фильтрации;
- соединяют вывод КОРПУС модуля фильтрации с выводом КОРПУС модуля питания;
- вывод КОРПУС модуля фильтрации соединяют с шиной заземления в точке с высоким уровнем помех;
- поломка выводов в результате их неоднократного перегиба;
- приложение механических усилий к плате «дно» при креплении модуля, что ведет к повреждению конструкции и выходу модуля из строя;
- приложение чрезмерного механического воздействия к модулю при монтаже модуля на радиатор, что приводит к повреждению его внутренней конструкции и выходу из строя;
- перегрев штырьков при пайке, что приводит к растеканию припоя на печатную плату и замыканию, которое в свою очередь ведет к отказу модуля;
- пайка более двух проводников на один вывод модуля;
- применение проводников с сечением, превышающим сечение выводов модуля;
- нарушение условий хранения модуля, что ведет к преждевременному окислению выводов;
- плохой тепловой контакт модуля и поверхности радиатора, что ведет к перегреву модуля

					БКЮС.681468.240 Д1	Лист
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата		35
Инв. № подл.		Подп. и дата.		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

