УТВЕРЖДАЮ

Код ОКП 42 1729

Главный конструктор
Фирмы
"Александер-Электрик"

А.Ю. Гончаров
"___"_____1997 г.

Лист согласования
1-ой редакции

М О Д У Л И П И Т А Н И Я

Общие технические условия

ВКЮС.430609.001 ТУ

СОГЛАСОВАНО

СОГЛАСОВАНО

г. Москва
1997 г.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
4814	13.03.97			

Ф2 105-1

СОДЕРЖАНИЕ

Введение..... 5
Условное обозначение модулей питания..... 6
1. Технические требования..... 7
1.1. Требования к конструкции..... 7
1.2. Требования к электрическим параметрам..... 9
1.3. Требования по стойкости к внешним воздействующим факторам..... 13
1.4. Требования по надежности..... 15
1.5. Комплектность..... 15
1.6. Требования к упаковке и маркировке..... 15
1.7. Требования к транспортировке и хранению..... 15
2. Требования безопасности..... 16
3. Правила приемки..... 16
3.1. Общие положения..... 16
3.2. Приемо-сдаточные испытания..... 17
3.3. Периодические испытания..... 17
3.4. Типовые испытания..... 18
3.5. Испытания на надежность..... 18
4. Методы контроля..... 21
4.1. Проверка на соответствие требованиям к конструкции..... 21
4.2. Проверка на соответствие требованиям к электрическим параметрам..... 22
4.3. Проверка на соответствие по стойкости к внешним воздействующим факторам.... 29
4.4. Проверка на соответствие требованиям по надежности..... 34
4.5. Проверка комплектности..... 34
4.6. Проверка упаковки и маркировки..... 34
5. Транспортирование и хранение..... 35
6. Указание по эксплуатации..... 35
7. Гарантии изготовителя (поставщика)..... 44
8. Паспортизация..... 44
Приложение А. Перечень нормативно-технической документации, на которую в настоящих ТУ имеются ссылки..... 45
Приложение Б. Перечень приборов и оборудования, необходимых для испытаний..... 46
Приложение В. Схема испытаний одноканальных модулей питания..... 47

ИНВ N ПОДЛ	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗАМ ИНВ N	ИНВ N ДУБЛ	ПОДПИСЬ И ДАТА
767	23.03.07			

ИЗМ	ЛИСТ	N ДОКУМ.	ПОДП.	ДАТА
54	Изм	БКЮС-007-16		10.06.16
53	Изм.	БКЮС-016-15		3.08.15
50	Изм.	БКЮС-006-13		7.06-13
РАЗРАБ.				29.11.07
ПРОВ.				29.11.07
Н.КОНТР.				29.11.07
УТВ.				29.11.07

БКЮС.430609.001 ТУ

Модули питания серии МДМ
Общие технические условия

ЛИТ.	ЛИСТ	ЛИСТОВ
О1	2	100

ФОРМАТ А4

Приложение Г. Схема испытаний двухканальных модулей питания…… 48
Приложение Г1. Схема проверки подстройки выходного напряжения……. 49
Приложение Г2. Схема проверки выносной обратной связи…….. 50
Приложение Г3. Схема проверки параллельной работы модулей……. 51
Приложение Д. Временные диаграммы выходного напряжения…….. 52
Приложение Ж. Схема измерения тока, потребляемого от сети при включении…… 53
Приложение К. Схема проверки защиты от превышения напряжения на выходе…….. 54
Приложение Л. Методика испытаний модулей питания на безотказность (минимальную наработку на отказ)…… 55
Приложение М. Модули питания МДМ7,5-1ХХХ. Общий вид ……..…….. 58
Приложение Н. Модули питания МДМ5-2В1212М, МДМ7,5-2ХХХХ. Общий вид..…. 59
Приложение П. Модули питания МДМ15-1ХХХ. Общий вид…….. 60
Приложение Р. Модули питания МДМ15-2ХХХХ. Общий вид…… 61
Приложение С. Модули питания МДМ30-1ХХХ. Общий вид…….. 62
Приложение Т. Модули питания МДМ30-2ХХХХ. Общий вид…..... 63
Приложение У. Модули питания МДМ50-1В05М, МДМ60-1ХХХ. Общий вид..…….. 64
Приложение Ф. Модули питания МДМ120-1ХХХ. Общий вид…..…….. 65
Приложение Х. Модули питания МДМ7,5-1ХХХУ. Общий вид……..... 66
Приложение Ц. Модули питания МДМ7,5-2ХХХХУ. Общий вид…… 67
Приложение Ч. Модули питания МДМ15-1ХХХУ. Общий вид……..... 68
Приложение Ш. Модули питания МДМ15-2ХХХХУ. Общий вид……... 69
Приложение Щ. Модули питания МДМ30-1ХХХУ. Общий вид…….. 70
Приложение Э. Модули питания МДМ30-2ХХХХУ. Общий вид…… 71
Приложение Ю. Модули питания МДМ60-1ХХХУ. Общий вид……..... 72
Приложение Я. Модули питания МДМ120-1ХХХУ. Общий вид…….. 73
Приложение I. Модули питания МДМ5-1ХХХП, МДМ5-2ХХХХП. Общий вид…… 74
Приложение II. Модули питания МДМ5-1ХХХУП, МДМ5-2ХХХХУП. Общий вид…. 75
Приложение III. Модули питания МДМ7,5-1ХХХП. Общий вид……..... 76
Приложение IV. Модули питания МДМ7,5-1ХХХУП. Общий вид……..… 77
Приложение V. Модули питания МДМ7,5-2ХХХХП. Общий вид……..… 78
Приложение VI. Модули питания МДМ7,5-2ХХХХУП. Общий вид……..… 79
Приложение VII. Модули питания МДМ15-1ХХХП. Общий вид……..….. 80
Приложение VIII. Модули питания МДМ15-1ХХХУП. Общий вид……..…….. 81
Приложение IX. Модули питания МДМ15-2ХХХХП. Общий вид……..…… 82
Приложение X. Модули питания МДМ15-2ХХХХУП. Общий вид……..…… 83
Приложение XI. Модули питания МДМ30-1ХХХП. Общий вид……..…… 84
Приложение XII. Модули питания МДМ30-1ХХХУП. Общий вид……..…… 85
Приложение XIII. Модули питания МДМ30-2ХХХХП. Общий вид……..…… 86
Приложение XIV. Модули питания МДМ30-2ХХХХУП. Общий вид……. 87
Приложение XV. Модули питания МДМ60-1ХХХП. Общий вид……..... 88
Приложение XVI. Модули питания МДМ60-1ХХХУП. Общий вид……..... 89
Приложение XVII. Модули питания МДМ120-1ХХХП, МДМ120-1ХХХПР, МДМ160-1ХХХП, МДМ160-1ХХХПР. Общий вид…….....…… 90
Приложение XVIII. Модули питания МДМ120-1ХХХУП, МДМ120-1ХХХУПР, МДМ160-1ХХХУП, МДМ160-1ХХХУПР. Общий вид…..... 91
Приложение XIX. Модули питания МДМ7,5-3ХХХХХП. Общий вид…… 92
Приложение XX. Модули питания МДМ7,5-3ХХХХХУП. Общий вид……. 93

Подпись и дата | Инв. № подл. | Взам. Инв. № | Подпись и дата 23.03.07 | Инв. № подл 767

Приложение XXI. Модули питания МДМ240-1ХХХП, МДМ240-1ХХХПР, МДМ320-1ХХХП, МДМ320-1ХХХПР. Общий вид..... 94
Приложение XXII. Модули питания МДМ240-1ХХХУП, МДМ240-1ХХХУП, МДМ320-1ХХХУПР, МДМ320-1ХХХУП. Общий вид..... 95
Приложение XXIII. Модули питания МДМ480-1ХХХП, МДМ480-1ХХХПР. Общий вид..... 96
Приложение XXIV. Модули питания МДМ480-1ХХХУП, МДМ480-1ХХХУПР. Общий вид..... 97

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие общие технические условия (ТУ) распространяются на унифицированные источники вторичного электропитания серии МДМ и МДМ-П (далее, модули питания). Модули питания соответствуют требованиям групп А, Г ГОСТ В 24425-90 с питанием от сети постоянного тока напряжением 12, 27, 60 В и предназначены для применения в аппаратуре, выпускаемой в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.301 - ГОСТ РВ 20.39.309 не выше третьего уровня стратегической значимости.

Модули питания серии МДМ с выходной мощностью 7,5; 15; 30; 60; 120 Вт имеют один или два выходных канала. Выходные напряжения двухканальных модулей равны по величине, но различны по полярности.

Модули питания серии МДМ-П выпускаются с выходной мощностью 5; 7,5; 15; 30; 60; 120; 160; 240; 320; 480 Вт имеют один, два или три гальванически развязанных выходных канала. Выходные напряжения двухканальных и трехканальных модулей питания могут быть различными по величине. Одноканальные модули МДМ-П мощностью 5; 7,5; 15; 30; 60; 120; 160; 240; 320; 480 Вт имеют возможность подстройки выходного напряжения. Модули мощностью 120; 160; 240; 320; 480 Вт выпускаются в модификации с возможностью параллельного соединения выходов, подстройкой выходного напряжения, выносной обратной связью.

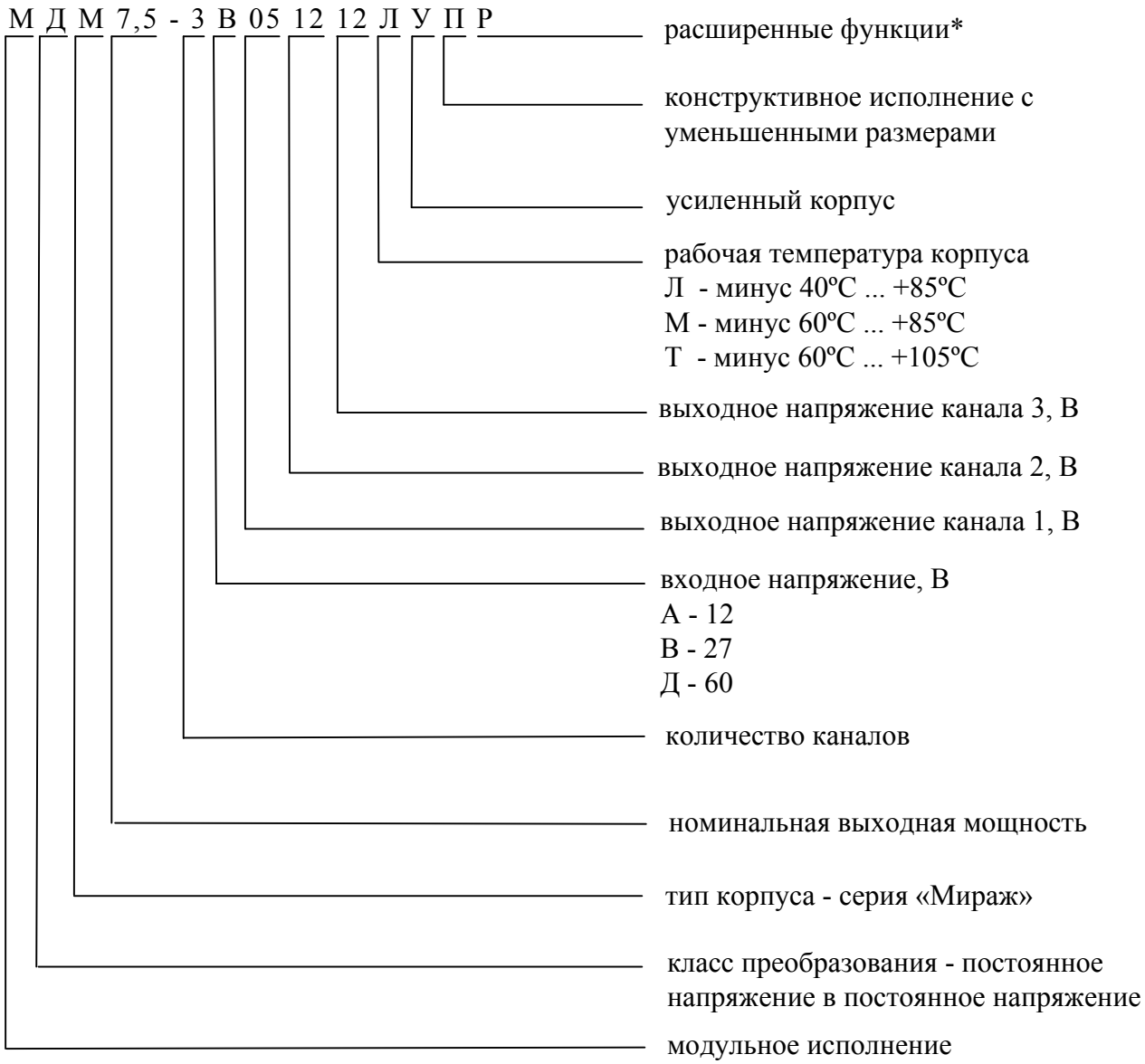
По требованиям стойкости к внешним воздействующим факторам модули питания подразделяются на 3 группы Л, М и Т в соответствии с таблицей 4.

Допускается эксплуатация модулей питания при температуре корпуса 85 ^{o}C для групп Л, М и 105 ^{o}C для модулей группы Т. При этом минимальная наработка на отказ должна быть не менее 20000 ч.

Основные параметры модулей питания должны соответствовать нормам, приведенным в таблицах 1, 2, 3.

Обозначение модулей питания при заказе и в конструкторской документации другого изделия приведены в приложениях.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ МОДУЛЕЙ ПИТАНИЯ



* для модулей МДМ120-1ПР, МДМ120-1УПР, МДМ160-1ПР, МДМ160-1УПР; МДМ240-1ПР, МДМ240-1УПР, МДМ320-1ПР, МДМ320-1УПР, МДМ480-1ПР, МДМ480-1УПР – возможность параллельного соединения выходов, подстройка выходного напряжения, выносная обратная связь.

Подпись и дата | Инв. № подп. | Взам. Инв. № | Подпись и дата 23.03.07 | Инв. № подл 767

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.430609.001 ТУ	Лист 6
53	Изм.	БКЮС-016-15		3.08.15		

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Требования к конструкции

1.1.1. Внешний вид, качество покрытия, габаритные, установочные и присоединительные размеры должны соответствовать требованиям настоящих ТУ, приложениям М - Я, I – XXIV, комплекта конструкторской документации и инструкции по контролю внешнего вида, маркировки и качества покрытия БКЮС.435714.001.И54.

1.1.2. В модулях питания должны быть установлены комплектующие изделия (ЭРИ), прошедшие входной контроль и у которых гарантийный срок хранения (сохраняемости) израсходован не более, чем на 25 %.

1.1.3. Масса модулей питания не должна превышать значений, указанных в таблице 1.

1.1.4. Выводы модулей питания должны быть механически прочными и выдерживать без механических повреждений воздействия растягивающей силы в соответствии с ГОСТ РВ 20.57.412-97. Покрытие выводов модулей, предназначенных для соединения пайкой, должны обеспечивать паяемость их без лужения и допускать трехкратную перепайку без нарушения целостности выводов и ухудшения электрических свойств.

1.1.5. Материалы, защитные покрытия, комплектующие изделия, применяемые в модулях питания, должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.309-98.

1.1.6. В модулях питания должны быть применены ЭРИ, разрешенные для применения при разработке и модернизации спецаппаратуры и соответствующие требованиям, предъявляемым к аппаратуре. Условия и режимы работы ЭРИ должны соответствовать требованиям, указанным в ТУ на них.

1.1.7. Корпуса модулей герметизированы компаундом и имеют покрытие, позволяющее производить пайку.

Таблица 1 - Номинальные мощности, масса и входной ток модулей питания

Наименование модуля*	Р ном, Вт	Обозначение	Масса не более, г	Входной ток, А Uвх, В		
				10,5	17	36
1	2	3	4	5	6	7
МДМ5-2В1212М	5	БКЮС.436431.113-12.00	40	-	0,42	-
МДМ7,5-1	7,5	БКЮС.436431.112-ХХ.ХХ		1,02	0,63	0,29
МДМ7,5-2		БКЮС.436431.113-ХХ.ХХ				
МДМ15-1	15	БКЮС.436434.105-ХХ.ХХ	65	2,04	1,26	0,59
МДМ15-2		БКЮС.436434.106-ХХ.ХХ				
МДМ30-1	30	БКЮС.436434.107-ХХ.ХХ	120	4,08	2,52	1,19
МДМ30-2		БКЮС.436434.108-ХХ.ХХ				
МДМ50-1В05М	50	БКЮС.436434.109-18.00	195	-	4,2	-
МДМ60-1	60	БКЮС.436434.109-ХХ.ХХ		8,16	5,04	2,38
МДМ120-1	120	БКЮС.436437.102-ХХ.ХХ	280	16,3	10,1	4,76
МДМ7,5-1У	7,5	БКЮС.436431.112-ХХ.ХХ	45	1,02	0,63	0,29
МДМ7,5-2У		БКЮС.436431.113-ХХ.ХХ				
МДМ15-1У	15	БКЮС.436434.105-ХХ.ХХ	70	2,04	1,26	0,59
МДМ15-2У		БКЮС.436434.106-ХХ.ХХ				

Продолжение таблицы1

1	2	3	4	5	6	7
МДМ30-1У	30	БКЮС.436434.107-ХХ.ХХ	130	4,08	2,52	1,19
МДМ30-2У		БКЮС.436434.108-ХХ.ХХ				
МДМ60-1У	60	БКЮС.436434.109-ХХ.ХХ	205	8,16	5,04	2,38
МДМ120-1У	120	БКЮС.436437.102-ХХ.ХХ	290	16,3	10,1	4,76
МДМ5-1П	5	БКЮС.436431.114-ХХ.ХХ	20	0,68	0,42	0,19
МДМ5-2П		БКЮС.436631.131-ХХ.ХХ				
МДМ7,5-1П	7,5	БКЮС.436431.112-ХХ.ХХ	30	1,02	0,63	0,29
МДМ7,5-2П		БКЮС.436431.113-ХХ.ХХ				
МДМ15-1П	15	БКЮС.436434.105-ХХ.ХХ	40	2,04	1,26	0,59
МДМ15-2П		БКЮС.436434.106-ХХ.ХХ				
МДМ30-1П	30	БКЮС.436434.107-ХХ.ХХ	65	4,08	2,52	1,19
МДМ30-2П		БКЮС.436434.108-ХХ.ХХ				
МДМ60-1П	60	БКЮС.436434.109-ХХ.ХХ	120	8,16	5,04	2,38
МДМ5-1УП	5	БКЮС.436431.114-ХХ.ХХ	25	0,68	0,42	0,19
МДМ5-2УП		БКЮС.436631.131-ХХ.ХХ				
МДМ7,5-1УП	7,5	БКЮС.436431.112-ХХ.ХХ	35	1,02	0,63	0,29
МДМ7,5-2УП		БКЮС.436431.113-ХХ.ХХ				
МДМ15-1УП	15	БКЮС.436434.105-ХХ.ХХ	45	2,04	1,26	0,59
МДМ15-2УП		БКЮС.436434.106-ХХ.ХХ				
МДМ30-1УП	30	БКЮС.436434.107-ХХ.ХХ	70	4,08	2,52	1,19
МДМ30-2УП		БКЮС.436434.108-ХХ.ХХ				
МДМ60-1УП	60	БКЮС.436434.109-ХХ.ХХ	130	8,16	5,04	2,38
МДМ120-1П	120	БКЮС.436437.102-ХХ.ХХ	195	16,3	10,1	4,76
МДМ120-1УП		БКЮС.436437.102-ХХ.ХХ	205			
МДМ7,5-3П	7,5	БКЮС.436634.132-ХХ.ХХ	30	1,02	0,63	0,29
МДМ7,5-3УП		БКЮС.436634.132-ХХ.ХХ	35			
МДМ120-1ПР	120	БКЮС.436437.300-ХХ.ХХ	195	16,3	10,1	4,76
МДМ120-1УПР		БКЮС.436437.300-ХХ.ХХ	205			
МДМ240-1П	240	БКЮС.436437.216-ХХ.ХХ	280	32,6	20,2	9,52
МДМ240-1ПР		БКЮС.436437.216-ХХ.ХХ				
МДМ240-1УП		БКЮС.436437.301-ХХ.ХХ	290			
МДМ240-1УПР		БКЮС.436437.301-ХХ.ХХ				
МДМ480-1П	480	БКЮС.436437.304-ХХ.ХХ	385	65,2	40,4	19,04
МДМ480-1ПР		БКЮС.436437.304-ХХ.ХХ				
МДМ480-1УП		БКЮС.436437.305-ХХ.ХХ	400			
МДМ480-1УПР		БКЮС.436437.305-ХХ.ХХ				
МДМ160-1П	160	БКЮС.436437.313-ХХ.ХХ	195	21,7	13,2	6,3
МДМ160-1ПР		БКЮС.436437.313-ХХ.ХХ				
МДМ160-1УП		БКЮС.436437.314-ХХ.ХХ	205			
МДМ160-1УПР		БКЮС.436437.314-ХХ.ХХ				
МДМ320-1П	320	БКЮС.436437.332-ХХ.ХХ	280	38	22,5	10,6
МДМ320-1ПР						
МДМ320-1УП		БКЮС.436437.333-ХХ.ХХ	290			
МДМ320-1УПР						

Подпись и дата | Инв. № подл. | Взам. Инв. № | Подпись и дата 23.03.07 | Инв. № подл 767

* Уточненное значение мощности, входное и выходное напряжения, группа по ВВФ определяются вариантом исполнения (-XX. XX).

1.2. Требования к электрическим параметрам

1.2.1. Качество входной электроэнергии постоянного тока с номинальным значением 27 В должно соответствовать ГОСТ Р 54073-2010, за исключением п. 5.2.3.4 и п. А.2.3 приложения А пределы 3 и 4 и таблице 2, с номинальными значениями 12 и 60 В таблице 2.

Таблица 2. Нормы качества напряжения на входе модулей питания.

Номинальное значение входного напряжения, В	Установившееся отклонение, В	Переходное отклонение. В	Длительность переходного отклонения, с
12	10,5…15	10,5…16,8	1
27	17…36	17…80	1
60	36…72	36…84	1

1.2.2 Номинальное выходное напряжение модулей питания серии МДМ, их установившееся отклонение в НКУ должны соответствовать таблице 3.
Номинальный выходной ток модулей рассчитывается по формуле:

$I_{вых\ ном}$ = Рн / $U_{вых\ ном}$, для одноканальных модулей

$I_{вых\ ном}$ = Рн /2U, для каждого номинала двухканальных модулей

где Рн и $U_{вых\ ном}$ – номинальная мощность и выходное напряжение.

Минимальные выходные токи модулей не более 0,1 Iн.

Подпись и дата | Инв. № подл. | Взам. Инв. № | Подпись и дата 23.03.07 | Инв. № подл 767

						Лист
53	Изм	БКЮС-016-15		3.08.15	БКЮС.430609.001 ТУ	9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3. Основные параметры модулей питания

Номинальное значение выходного напряжения, $U_{вых\ ном}$, В	Установившееся отклонение		Выходное напряжение при холостом ходе (не более)	
	В*	В**	В*	В**
3	± 0,06	± 0,18	3,3	3,6
5	± 0,10	± 0,30	5,5	6
6	± 0,12	± 0,36	6,6	7,2
9	± 0,18	± 0,54	9,9	10,8
12	± 0,24	± 0,72	13,2	14,4
15	±0,30	± 0,90	16,5	18
20	±0,40	± 1,20	22	24
24	± 0,48	± 1,44	26,2	28,8
27	± 0,54	± 1,62	29,7	32,4
48	± 0,96	± 2,88	52,8	57,6
68	± 1,36	± 4,08	74,8	81,6

* - для одноканальных модулей и для положительного номинала двухканальных модулей.
** - для отрицательного номинала двухканальных модулей.

Номинальное выходное напряжение модуля питания серии МДМ-П, их установившееся отклонение в НКУ должны соответствовать таблице 3. Минимальный выходной ток 0,1 $I_Н$.

В случае, если номиналы выходных напряжений второго и третьего каналов отличаются более, чем на 20 % от основного канала, их установившееся отклонение в НКУ должны соответствовать таблице 3а. При этом минимальные выходные токи таких модулей не более 0,3 $I_Н$ – для основного канала и 0,5 $I_Н$ – для дополнительных каналов.

Для двухканальных модулей номинальные токи рассчитываются по формуле:

$I_{вых\ ном\ 1} = Р_Н / 2U_{вых\ ном\ 1}$

$I_{вых\ ном\ 2} = Р_Н / 2U_{вых\ ном\ 2}$

Для трехканальных модулей:

$I_{вых\ ном\ 1} = Р_Н / 2U_{вых\ ном\ 1}$

$I_{вых\ ном\ 2} = Р_Н / 4U_{вых\ ном\ 2}$

$I_{вых\ ном\ 3} = Р_Н / 4U_{вых\ ном\ 3}$

где $U_{вых\ ном\ 1}$, $U_{вых\ ном\ 2}$, $U_{вых\ ном\ 3}$ – номинальные выходные напряжения соответственно первого, второго, третьего каналов.

Нестабильность выходных напряжений модулей питания при плавном изменении входного напряжения и выходных токов должны соответствовать таблицам 3 и 3а.

Таблица 3а. Основные параметры модулей питания конструктивного исполнения П

Номинальное значение выходного напряжения, $U_{вых\ ном}$, В	Установившееся отклонение		Выходное напряжение при холостом ходе (не более)	
	Для 1 канала модулей	Для 2 канала (3 канала)	Для 1 канала модулей	Для 2 канала (3 канала)
3	± 0,06	± 0,36	3,3	3,9
5	± 0,10	± 0,6	5,5	6,5
6	± 0,12	± 0,72	6,6	7,8
9	± 0,18	± 1,08	9,9	11,7
12	± 0,24	± 1,44	13,2	15,6
15	± 0,30	± 1,8	16,5	19,5
24	± 0,48	± 2,88	26,2	31,2
27	± 0,54	± 3.24	29,7	35.1
48	± 0,96	± 5,76	52,8	62,4
68	± 1,36	± 8,16	74,8	88,4
80	± 1,6	± 9,6	88	104

Примечание. Допускается изготовление модулей питания с любым другим номинальным напряжением в диапазоне от 3 до 80 В.

Для одноканальных модулей номинальный выходной ток должен быть не более: 5Вт – 1А, 7,5Вт – 1,5А, 15Вт – 3А, 30Вт – 6А, 50Вт – 10А, 60Вт – 10А, 120Вт – 20А, 160Вт - 24А, 240Вт – 30А, 320Вт – 35А, 480Вт – 40А.

Для двухканальных модулей номинальный выходной ток должен быть для каждого канала не более: 5Вт – 0,5А, 7,5Вт – 0,75А, 15Вт – 1,5А, 30Вт – 3А. Для второго и третьего каналов трехканальных модулей 7,5Вт номинальный выходной ток не более 0,37А.

1.2.3. Время установления выходного напряжения при включении модулей питания должно быть не более 0,1 с.

1.2.4. Двойная амплитуда пульсации выходного напряжения должна быть не более 2% от номинального значения выходного напряжения.

1.2.5. Суммарная нестабильность выходного напряжения модулей питания серии МДМ во всем диапазоне изменений температуры корпуса модулей питания и времени работы должна быть не более ± 4 % от номинального значения выходного напряжения для одноканального модуля питания и для выхода с положительным напряжением двухканального модуля питания и не более ± 7 % для выхода с отрицательным напряжением двухканального модуля питания.

1.2.5.1. Суммарная нестабильность выходного напряжения модулей питания серии МДМ-П во всем диапазоне изменений температуры корпуса и времени работы должна быть не более ± 4 % для основного канала и не более ± 7 % для второго и третьего каналов. В случае, если

номиналы выходных напряжений второго и третьего каналов отличаются более, чем на 20 % от основного канала, суммарная нестабильность для второго и третьего каналов должна быть не более ± 14 % при изменении выходных токов в диапазоне в соответствии с п.1.2.2.

1.2.6. Коэффициент полезного действия (КПД) должен быть не менее 70 % для модулей с выходным напряжением от 3 до 4,5В и не менее 78 % для более высоких напряжений.

1.2.7. Модули питания должны иметь защиту от коротких замыканий в цепи нагрузки с последующим автоматическим возвратом в режим стабилизации напряжения после снятия короткого замыкания.

Примечание. При наличии в модуле питания защиты от превышения напряжения на выходе она должна срабатывать при достижении значения выходного напряжения $1{,}2U_{ном}$ за время не более 1мс.

1.2.8. Значение выходных напряжений модулей питания при работе на холостом ходу не должно превышать значения, указанного в таблицах 3 и 3а.

1.2.9. Дистанционное выключение модулей питания должно производиться соединением вывода "ВКЛ" с выводом "-ВХ".

1.2.10. Модули питания должны обеспечивать электромагнитную совместимость с радиоэлектронным оборудованием. Модули не должны создавать радиопомех с уровнями, превышающими значения, указанные в ГОСТ В25803-91 график 2.

1.2.11. Переходное отклонение выходного напряжения при воздействии переходного отклонения входного напряжения в пределах норм требований п.1.2.1 настоящих ТУ и при скачкообразном изменении выходного тока в пределах от $I_{ном}$ до $0{,}1 \cdot I_{ном}$ не должно превышать 10 % от номинального выходного напряжения.

1.2.12. Ток, потребляемый от сети при включении модуля питания, не должен превышать пятикратной величины по сравнению с током установившегося режима при полной мощности.

1.2.13. Максимальная мощность, потребляемая модулем питания от сети в аварийном режиме не должна превышать значение 0,6 Рн.

1.2.14. Модули питания должны обеспечивать непрерывную работу в течение всего срока минимальной наработки.

1.2.15. Подстройка выходного напряжения в пределах ±5 % от номинального значения для модулей с индексом « Р» в конце обозначения с функцией подстройки, а также для одноканальных модулей МДМ-П мощностью 5 Вт; 7,5 Вт; 15 Вт; 30 Вт; 60 Вт;120 Вт, 160 Вт, 240 Вт; 320 Вт, 480 Вт должна производиться подключением внешнего резистора между выводами «ПОДСТР» и «+ВЫХ» или «-ВЫХ».

1.2.16. Выносная обратная связь для модулей с индексом «Р» в конце обозначения, имеющих данную функцию, должна обеспечивать номинальное выходное напряжение на нагрузке в соответствии с требованиями п.1.2.2. при падении напряжения в проводах до 5%. Подключение выносной обратной связи должно производиться соединением выводов «+ОС» и «–ОС» отдельными проводниками непосредственно с нагрузкой.

1.2.17. Модули с индексом «Р» в конце обозначения с возможностью параллельного соединения выходов должны обеспечивать параллельную работу модулей по выходу в количестве до 9-и штук при работе на общую нагрузку. Максимальная суммарная мощность для модулей МДМ120-1ПР, МДМ120-1УПР составляет 755 Вт, для модулей МДМ160-1ПР, МДМ160-1УПР составляет 1010 Вт, для модулей МДМ240-1ПР, МДМ240-1УПР - 1510 Вт, для модулей МДМ320-1ПР, МДМ320-1УПР - 2010 Вт, для модулей МДМ480-1ПР, МДМ480-1УПР - 3020 Вт.

Параллельная работа модулей должна производиться соединением выводов « ПАРАЛ» всех модулей, а также подсоединением выносной обратной связи по п.1.2.16. для каждого модуля.

1.3. Требования по стойкости к внешним воздействующим факторам

1.3.1. Модули питания должны быть работоспособными, сохранять свои параметры и внешний вид в условиях воздействия рабочей повышенной температуры 343 °К (70 °С) и после воздействия предельной повышенной температуры в соответствии с табл. 4 .

1.3.2. Модули питания должны быть работоспособными и сохранять внешний вид в условиях воздействия рабочей пониженной температуры в соответствии с табл. 4.

1.3.3. Модули питания должны быть работоспособными и сохранять внешний вид после воздействия циклического изменения температуры от предельной пониженной до предельной повышенной в соответствии с таблицей 4.

1.3.4. Модули питания должны сохранять свои параметры и работоспособность при воздействии повышенной влажности воздуха 98 % при температуре 308 °К (35 °С)

Таблица 4

Наименование параметра	Параметры внешних воздействующих факторов			Примечание
	Л	М	Т	
Рабочая повышенная температура, ° С	70	70	70	
Предельная повышенная температура, ° С	85	85	105	*
Рабочая пониженная температура, С°	минус 40	минус 60	минус 60	
Пониженное атмосферное давление, Па	$1{,}3 \times 10^{-4}$			
Синусоидальная вибрация (устойчивость)	-	196 м/с^2 2…2000 Гц	196 м/с^2 2…2000 Гц	
Синусоидальная вибрация (прочность)	19,6 м/с^2 20…25 Гц	196 м/с^2 1…2000 Гц	196 м/с^2 1…2000 Гц	
Механический удар Многократный	-	1470 м/с^2 5…10 мс	1470 м/с^2 5…10 мс	
Механический удар Одиночный	-	9800 м/с^2 0,5…2 мс	9800 м/с^2 0,5…2 мс	
Линейное ускорение	-	1127 м/с^2	1127 м/с^2	

* Примечание: Допускается эксплуатация модулей питания при температуре корпуса:

- для серии МДМ: не более +85 °С (группы Л, М)
  не более +105 °С (группа Т)
- для серии МДМ-П: не более +85 °С (группы Л, М),
  не более +105 °С (группа Т).

1.3.5. Модули питания должны быть стойкими к воздействию пониженного атмосферного давления в соответствии с таблицей 4.

1.3.6. Модули питания должны быть устойчивыми к действию повышенного атмосферного давления 2,0 х 10^5 Па (1500 мм рт. ст.) и прочными при 2,5 х 10^5 Па (1875 мм рт.ст.).

1.3.7. Модули питания должны быть устойчивыми при воздействии синусоидальной вибрации с амплитудой ускорения и в диапазоне частот, указанных в таблице 4.

1.3.8. Модули питания групп М, Т должны быть устойчивыми при воздействии механического удара многократного действия с пиковым ударным ускорением и длительностью, указанными в таблице 4.

1.3.9. Модули питания должны быть прочными при воздействии синусоидальной вибрации с амплитудой ускорения и в диапазоне частот, указанными в таблице 4.

1.3.10. Модули питания групп М, Т должны быть прочными и устойчивыми при воздействии механических ударов одиночного действия с пиковым ударным ускорением, указанным в таблице 4.

1.3.11. Модули питания групп М, Т должны быть стойкими к воздействию линейного ускорения с величиной ускорения, указанной в таблице 4.

1.3.12. Модули питания групп М, Т должны быть работоспособными и сохранять внешний вид при воздействии статической пыли (песка) со следующими параметрами:

относительная влажность - 50 %;
скорость циркуляции - 0,5-1,0 м/с;
концентрация - 3 г/м^3.

1.3.13. Модули питания групп М, Т должны быть стойкими к воздействию плесневых грибов в условиях повышенной влажности (95-98) % и температуре 302 °К (29 °С).

1.3.14. Модули питания должны быть работоспособными и сохранять внешний вид в условиях воздействия атмосферных конденсированных осадков (иней, роса) и морского тумана при:

пониженной температуре среды - минус 20°С;
пониженном атмосферном давлении - 1,3×10^{-4}Па (10^{-6} мм рт.ст.);
относительной влажности не менее 95 % при температуре 301 °К (28°С).

1.3.15. Конструкция модулей питания должна обеспечивать их работу в любом положении и не иметь механического резонанса в диапазоне частот от 1 до 100 Гц при амплитуде виброускорения 2 g.

1.3.16. Модули питания групп М, Т должны быть устойчивыми в диапазоне частот 20…2000Гц при воздействии широкополосной случайной вибрации со среднеквадратическим значением ускорения 23g при продолжительности воздействия 260 с.

Зависимость нормированной спектральной плотности приведена в таблице 5.

Таблица 5

Поддиапазон частот, Гц	20…35	355…710	710…1400	1400…2000
Нормированная спектральная плотность виброускорения 1/Гц	0,0002	0,0005	0,0007	0,0005

1.3.17. Модули питания должны быть устойчивыми к воздействию акустического шума в диапазоне частот от 50 до 10000 Гц при равномерном распределении спектра в указанном диапазоне с уровнем звукового давления 150 дБ.

1.3.18. Модули питания групп М, Т должны быть стойкими к воздействию изменения атмосферного давления со скоростью изменения давления 70 мм рт.ст./ с (9000 Па/с).

1.3.19. Модули питания групп М, Т должны быть устойчивыми в условиях воздействия постоянного и знакопеременного с частотой 50 Гц магнитных полей напряженностью
398 А/м (5Э).

1.3.20. Модули питания групп М, Т должны быть прочными при воздействии знакопеременного магнитного поля с напряженностью 24 кА/м (300 Э) с постепенным снижением напряженности до нуля при общей продолжительности воздействия напряженности 50 мин, со скоростью изменения магнитного поля 1000 кА/м.

1.3.21. Модули питания должны быть прочными при транспортировании в упакованном виде любым видом транспорта на любое расстояние.

1.3.22. Модули серии МДМ должны быть стойкими к воздействию специальных факторов «И» и «С» с характеристиками 7.И1-7.И11, 7.С1-7.С6, соответствующими группе унифицированного исполнения 1Ус по ГОСТ РВ 20.39.414.2-98, и факторов «К» с характеристиками 7.К1-7.К8, соответствующими группе унифицированного исполнения 1К по ГОСТ РВ 20.39.414.2-98.

Уровень бесперебойной работы 7.И8 модулей при воздействии фактора «И» с характеристикой 7.И6 – 0,001·1Ус.

Допустимое время потери работоспособности при воздействии факторов «И» - не более 5 мс.

1.3.23. Модули неремонтопригодны.

1.4. Требования по надежности

Показатели надежности:

минимальная наработка ($T_{н.м}$) , ч	100000;
минимальный срок службы ($T_{сл.м}$) , лет	15;
минимальный срок сохраняемости ($T_{с.м.}$) , лет	15;
гамма-процентный ресурс ($T_{р}$) , ч	150000 ($\gamma = 0,95$)

1.5. Комплектность

Каждый, самостоятельно поставляемый модуль питания, должен быть укомплектован паспортом, принятым на заводе-изготовителе.

1.6. Требования к упаковке и маркировке

1.6.1. На поверхности каждого модуля питания должно быть нанесено клеймо ОТК и представителя заказчика, маркировка условного обозначения и вывода «1» (вывода «2» для модулей МДМ5-П, МДМ5-УП). Вид исполнения маркировки вывода «1» (вывода «2» для МДМ5-П, МДМ5-УП) не регламентируется.

1.6.2. Маркировка модуля питания должна соответствовать требованиям
ГОСТ РВ 20.39.309-98.

1.6.3. Упаковка модулей питания должна соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.309-98 и обеспечивать их сохранность при транспортировании и хранении.

1.7. Требования к транспортированию и хранению

1.7.1. Конструкция модулей питания и упаковка должны допускать транспортирование на любое расстояние автомобильным, железнодорожным, водным и авиационными видами транспорта в соответствии с нормативной технической документацией.

1.7.2. Модули питания должны допускать хранение в упаковочной таре в не отапливаемых хранилищах в соответствии с ГОСТ В 9.003-80.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Требования безопасности модулей питания должны соответствовать требованиям, изложенным в КД на модули питания и ГОСТ В24425-90.

2.2. Электрическое сопротивление изоляции цепей, не имеющих гальванической связи между собой, а также 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 100 В.

2.3. Электрическая прочность изоляции токоведущих цепей, не имеющих гальванической связи между собой, и 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.

5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1. Модули питания транспортируют в упаковке предохраняющей от механических воздействий и прямого попадания атмосферных осадков транспортом всех видов в соответствии с требованиями ГОСТ В 9. 001-72.

5.2. Модули питания хранят в упаковке поставщика или вмонтированными в аппаратуру в составе объектов во всех местах хранения кроме открытой площадки в соответствии с требованиями ГОСТ В 9.003-80.

6. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

6.2. Установку модулей питания и способ их крепления в питаемой аппаратуре необходимо производить с учетом механических нагрузок, в которых работает аппаратура и отвода тепла от модулей.

Модули питания, имеющие резьбовые втулки или фланцы, могут крепиться к плате и к теплоотводу винтами.

Необходимо учитывать особенности конструкции модулей питания 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 с открытым дном со стороны выводов. В связи с этим недопустимо приложение механических усилий при креплении модуля хомутом, планкой, радиатором и т.п. к эластичному компаунду модуля питания.

В условиях больших 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.

Модули питания, как правило, требуют установки на теплоотвод с плотным прилеганием их через теплоотводящую пасту (например, КПТ-8). При этом прилегающие поверхности должны быть свободны от лака и загрязнений.

В таблице 6.1 приведены значения тепловых сопротивлений модулей, а также децимальные номера и тепловые сопротивления радиаторов для применения с модулями.

Таблица 6.1 – Тепловое сопротивление модулей и радиаторы, рекомендуемые для применения

Обозначение модуля	Тепловое сопротивление модуля, $R_{\theta M}$	Децимальный номер радиатора	Тип А (высота ребра H=10 мм)		Тип Б (высота ребра H=20 мм)	
			S, $см^2$	$R_{\theta MPA}$, °C/Вт	S, $см^2$	$R_{\theta MPБ}$, °C/Вт
МДМ5-П	16	БКЮС.752695.412 БКЮС.752695.412-01	46	13,5	71	10
МДМ7,5-П	12	БКЮС.752695.404 БКЮС.752695.404-01	57	10,6	83	7,5
МДМ7,5; МДМ15-П	10,5	БКЮС.752695.262 БКЮС.752695.262-01	125	7,6	208	5,3
МДМ15, МДМ30-П	9,5	БКЮС.752695.263 БКЮС.752695.263-01	180	5,4	305	3,6
МДМ30, МДМ60-П	6	БКЮС.752695.264 БКЮС.752695.264-01	277	3,5	373	2,9
МДМ60 , МДМ120-П, МДМ160-П	3,5	БКЮС.752695.265 БКЮС.752695.265-01	432	2,2	737	1,5
МДМ120, МДМ240-П, МДМ320-П	2,5	БКЮС.752695.266 БКЮС.752695.266-01	587	1,6	1009	1,1
МДМ480-П	1,8	БКЮС.752695.414	736	1,3	1226	0,9

Допускается установка модулей питания на теплоотводы любой конструкции, обеспечивающей заданную температуру корпуса модулей питания, в том числе использование принудительного обдува.

6.3. Необходимо тщательно контролировать предельную температуру корпуса модулей питания с целью не превышения значений, указанных в таблице 4 настоящих ТУ (+85 °С – для модулей групп Л, М и +105 °С – для модулей группы Т. Датчик температуры установить на середину крышки модуля питания при этом необходимо применять теплопроводящую пасту (например, КПТ-8) для уменьшения теплового сопротивления между датчиком и металлической крышкой. Если модуль прикреплен к радиатору и нет возможности прикрепления датчика к крышке, то допускается установить датчик с применением теплопроводящей пасты к середине одной из длинной боковой стороны модуля питания.

6.4. Запрещается включать модули питания во время проверок с помощью контактных устройств, допускающих кратковременные перерывы контактов (дребезг).

6.5. Допускается при проведении входного контроля, технологических проверок, лабораторных испытаний осуществлять подключение пайкой в течение 2с на один вывод. Для входного контроля рекомендуется использовать стенд проверочный БКЮС.441461.101 и БКЮС.441461.101-01, поставляемый предприятием производителем модулей питания.

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

6.7. Пайку выводов модулей питания рекомендуется производить электропаяльником мощностью не более 60 Вт при температуре не более 260°С в течение не более 5 с 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 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 обрезка неиспользуемых выводов на расстоянии не менее 0,2 мм от плоскости компаунда.

6.8. Для обеспечения надежной работы модуля питания и питаемой аппаратуры необходимо шунтировать входные и выходные цепи каждого модуля питания керамическими конденсаторами Свх, Свых, например, типа К10-47в (предпочтительно), К10-47а соответствующего напряжения в соответствии с рис.6.1 а, б (для одноканального и двухканального модулей питания соответственно). Ёмкость конденсаторов выбирается согласно таблице 6.2. При работе модуля питания на динамическую нагрузку с целью уменьшения динамической нестабильности рекомендуется увеличить емкость конденсаторов Свх и Свых за счёт параллельного подключения к ним танталовых электролитических конденсаторов типа К53 (предпочтительно), К52 соответствующего напряжения.

При этом произведение Uвых·Свых должно быть не более:

- для МДМ5; МДМ7,5	- 500 В мкФ;
- для МДМ15	- 1500 В мкФ;
- для МДМ30	- 2500 В мкФ;
- для МДМ60 - МДМ480	- 5000 В мкФ.

Для двухканального модуля питания эта величина в два раза меньше по каждому из каналов.

Конденсаторы должны быть расположены в непосредственной близости от выводов модуля питания на расстоянии не более 10 мм.

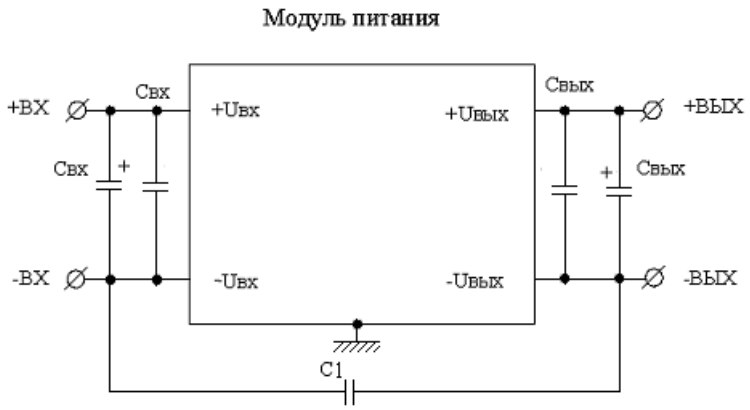


Рис.6.1 а.

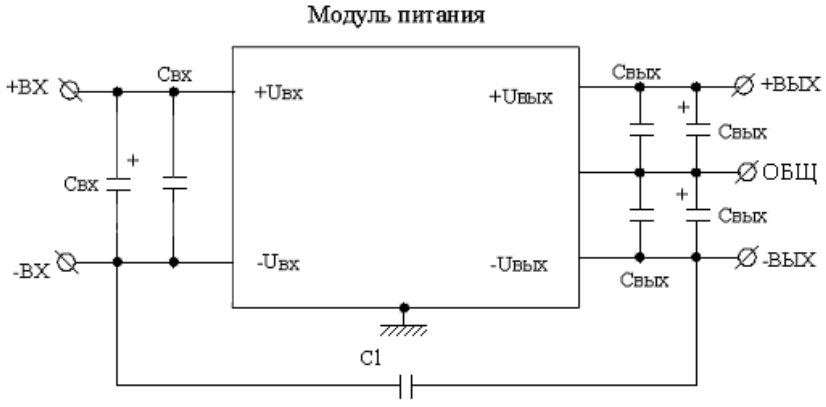


Рис.6.1 б.

Также в случаях питания чувствительной аппаратуры для повышения электромагнитной совместимости может устанавливаться конденсатор С1 ёмкостью 3,3 нФ - 15 нФ соответствующего напряжения, соединяющая выводы Uвх и Uвых или “Общ.”. Целесообразность установки конденсатора определяется в процессе отработки аппаратуры.

Таблица.6.2

	Входная мощность, Вт			
	5; 7,5	15; 30	50; 60; 120; 160	240; 320; 480
Свх, Свых	0,47 -1,5 мкФ	1 – 3 мкФ	2,2 – 6,8 мкФ	12 – 24 мкФ

При наличии протяжённых линий связи (длиной более 2 см) выхода (+Uвых, -Uвых, Общ.) и входа (+Uвх, -Uвых) модуля питания до разъёмов, выходных и входных колодок, до питаемых функциональных узлов необходимо устанавливать керамические конденсаторы соответствующего напряжения на пути следования линий связи, например, на контактах разъёмов и в цепях электропитания функциональных узлов, рис. 6.2.

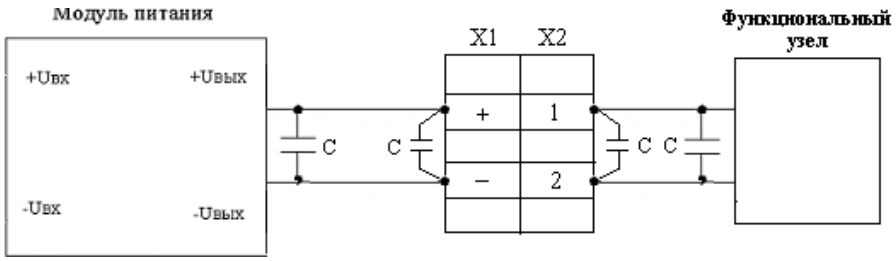


Рис.6.2

Керамические конденсаторы С устанавливать типа К10-47в (предпочтительно), К10-47а. Ёмкость конденсаторов 0,47-1,5 мкФ соответствующего напряжения.

6.9. Для особо чувствительной к импульсным помехам аппаратуры рекомендуется устанавливать на выход модулей питания (по возможности и на вход) двух- (трёх- для двухканальных модулей питания) - обмоточные дроссели L на ферритовых сердечниках, а также на вход конденсаторы С2, С3 в соответствии с рис.6.3 а, б (для одноканального и двухканального модулей питания соответственно).

Необходимость поставки дросселей оговаривается при заказе модулей.

Рис.6.3, а.

Рис.6.3, б.

Дроссели наматываются сдвоенным (строенным для выхода двухканальных модулей питания) проводом соответствующего сечения на кольцевом сердечнике К10х6х4,5 … К28х16х9 из феррита 2000НМ1 … 6000НМ1 так, чтобы обмотка равномерно покрывала сердечник в один слой. Ёмкость конденсаторов С2, С3 3,3 нФ …15 нФ соответствующего напряжения.

Необходимо обращать внимание на правильность разводки печатных плат (правильность подключения объёмных проводников), в соответствии с рис.6.4 а, б.

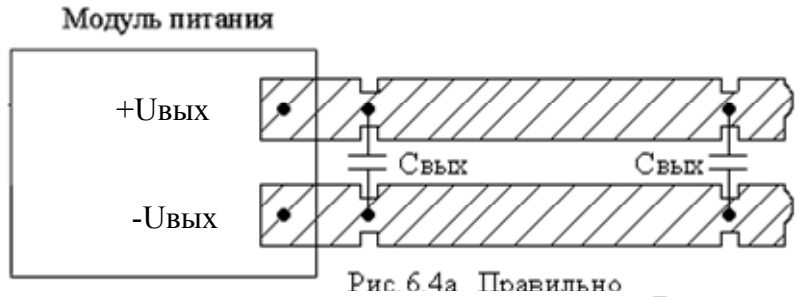


Рис.6.4а Правильно

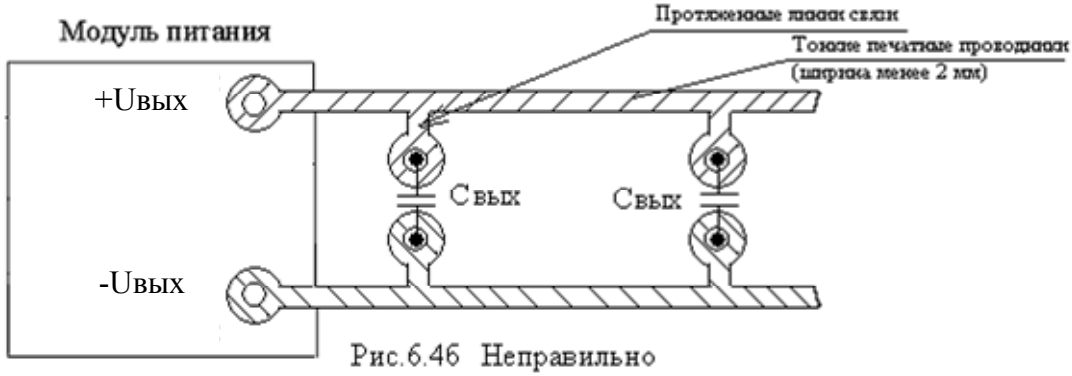


Рис.6.4б Неправильно

6.10.Для большинства применений полезным является заземление корпуса модуля питания через вывод ”Корпус” (если он предусмотрен), через гибкий проводник, припаянный к корпусу модуля или через резьбовые втулки, возможна также пайка корпуса модуля питания непосредственно к заземляющему проводнику.

6.11. Дистанционное выключение/включение может осуществляться с помощью механического (реле) или электрического ключа типа открытый коллектор.

Выключение модуля питания должно осуществляться соединением вывода "ВКЛ" с выводом "- ВХ". При этом через ключ может протекать ток до 5 мА, а максимальное падение напряжения на ключе должно быть не более 1,1 В. Включение модуля питания осуществляется размыканием ключа за время не более 5 мкс. В разомкнутом состоянии к ключу приложено напряжение не более 15 В; допустимая утечка тока через ключ не должна превышать 5 мкА.

6.12. В случае хранения модулей свыше 6 месяцев для сохранения паяемости рекомендуется наносить на выводы консервирующее покрытие спирто-канифольной смесью в пропорции (1:1). Смесь может наноситься методом окунания или кисточкой с последующей сушкой в течение 20-30 минут в НКУ. Такой способ позволяет сохранять способность к пайке в течение 12 месяцев. После чего модули подвергаются расконсервации, проверяются на паяемость и вновь консервируются. Расконсервация проводится спирто-бензиновой смесью при помощи кисточки. При проведении консервации, сушки и расконсервации модули следует удерживать штыревыми лепестками вниз в целях минимизации попадания продуктов консервации на компаунд.

6.13. При монтаже модуля питания в аппаратуру момент затяжки винтов должен быть не более 6 кгс·см для резьбы М3 и не более 4 кгс·см для резьбы М2,5. Для исключения деформации печатной платы, затяжку винтов следует производить по диагонали с поочередным увеличением усилия.

6.14. Допускается:

- незначительный изгиб выводов, возникший в процессе установки модулей в антистатическую прокладку;
- обрезка выводов на расстоянии не менее 3 мм от плоскости компаунда;
- одноразовый 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.

6.15. Допускается промывка поверхности компаунда спирто-бензиновой смесью беличьей кисточкой.

6.16. Для увеличения выходного напряжения модули могут включаться последовательно по выходу, при этом выходы модулей необходимо зашунтировать обратно включенными диодами.

При использовании двухканального модуля в режиме одноканального обратно включенными диодами необходимо зашунтировать каждый канал.

Параметры диодов: прямой ток не менее 1 А и обратное напряжение не менее удвоенного выходного напряжения.

6.17. Подстройка выходного напряжения позволяет изменить выходное напряжение модуля в пределах ± 5%.

Для повышения напряжения на выходе одноканальных модулей МДМ-П мощностью 5 – 480 Вт на 5% необходимо соединить выводы «ПОДСТР» и «-ВЫХ» («–ОС»).

Для повышения выходного напряжения модуля менее, чем на 5% между выводами «ПОДСТР» и «-ВЫХ» («–ОС») необходимо установить резистор R1 (рис. 6.5, а), величина которого рассчитывается по формуле:

$$R_1 = [2{,}1 \times (U_{ном} - 2{,}5) / (U_{вых} - U_{ном})] - K, [кОм],$$

где $U_{ном}$ – номинальное выходное напряжение модуля , В

$U_{вых}$ – требуемое выходное напряжение модуля (от $U_{ном}$ до $1{,}05U_{ном}$), В

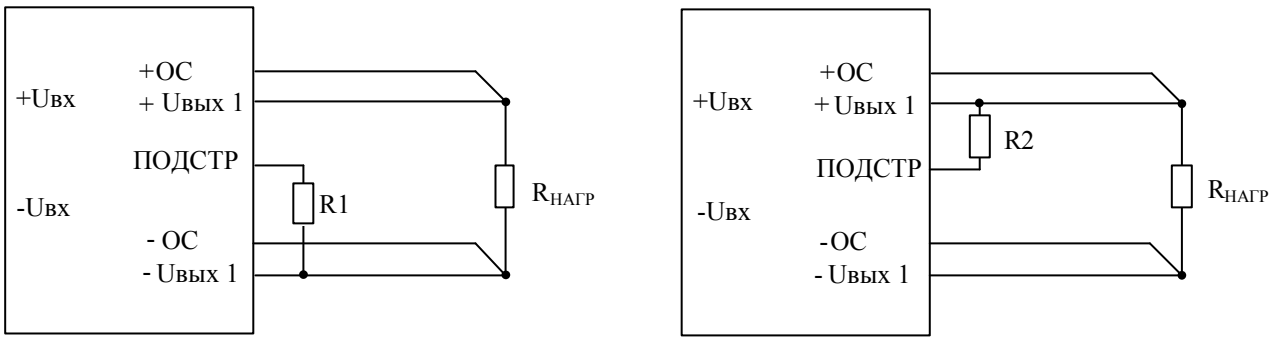
К – коэффициент, определяемый из таблицы 6.3

Таблица 6.3

Uном, В	K, кОм
5	21
6	24,5
7	27
9	30,3
12	33,3
15	35
20	36,8
24	37,6
27	38,1
30	38,5
32	38,7
35	39
36	39,1
40	39,4
45	39,7
48	39,8
60	40,3
80	40,7

Таблица 6.4

Uном, В	K, кОм
5	18,5
6	32,6
7	48,2
9	81,6
12	134
15	189
20	281
24	356
27	412
30	469
32	507
35	563
36	582
40	658
45	752
48	809
60	1036
80	1416



а) б)

Рис. 6.5

Для понижения напряжения на выходе одноканальных модулей МДМ-П мощностью 5 – 480 Вт на 5% необходимо соединить выводы «ПОДСТР» и «+ВЫХ» («+ОС»).

Для понижения выходного напряжения модуля менее чем на 5%, между выводами «ПОДСТР» и «+ВЫХ» («+ОС») необходимо установить резистор R2 (рис. 6.5,б), величина которого рассчитывается по формуле.

$$R_2 = [(U_{ном} - 2{,}9) \times (U_{ном} - 2{,}5) / (U_{ном} - U_{вых})] - K, [кОм],$$

где $U_{ном}$ – номинальное выходное напряжение модуля , В

$U_{вых}$ – требуемое выходное напряжение модуля (от $U_{ном}$ до $1{,}05U_{ном}$), В

К – коэффициент, определяемый из таблицы 6.4

6.18. Повышение точности стабилизации. Для компенсации падения напряжения на контактах и проводах, предотвращения влияния омических сопротивлений контактов и проводов на точность стабилизации напряжения при изменении нагрузки модули с индексом «Р» в конце обозначения с выносной обратной связью должны быть подключены по цепи обратной связи «ОС» непосредственно к нагрузке (рис. 6.6, а). Подключение витой парой, диаметр проводников $d \geq 0{,}2$ мм.

В случае, когда обратная связь не используется, вывод «+ОС» должен быть соединён с выводом «+ВЫХ», а вывод «-ОС» должен быть соединён с выводом «-ВЫХ» (рис. 6.6, б).

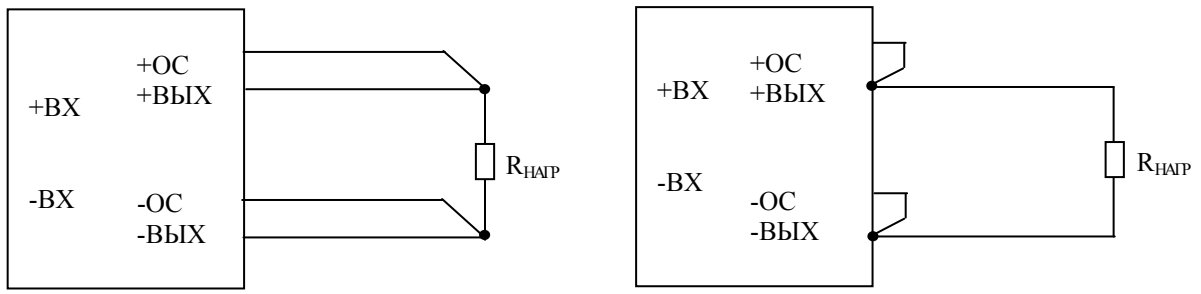


Рис. 6.6

6.19. Параллельная работа. Модули с индексом «Р» в конце обозначения с возможностью параллельного соединения выходов допускают параллельное соединение модулей по выходу (до девяти модулей) при работе на общую нагрузку и обеспечивают наращивание мощности до 755 Вт. Мощность нагрузки рассчитывается исходя из того, что суммарная мощность должна быть равна $N \cdot P_{вых}$, где $P_{вых}$ – выходная мощность каждого модуля с коэффициентом загрузки 0,7; N – количество модулей ($N \leq 9$).

Предохранители FU1…FU9 должны быть рассчитаны на трехкратные значения тока, потребляемого модулем при включении. Выводы «+ОС», «-ОС» каждого модуля подключаются непосредственно к нагрузке в одной точке (рис. 6.7) для компенсации падения напряжения на проводах и контактах. Длина проводников, соединяющих модули с нагрузкой (для каждого модуля), не должна превышать 10 м.

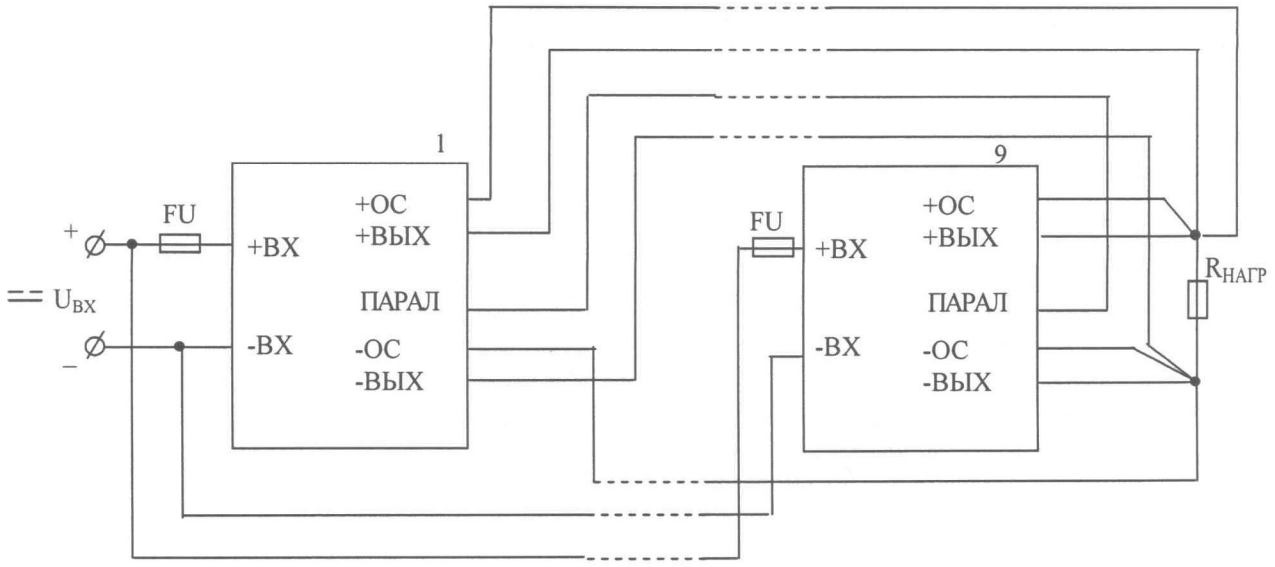


Рис.6.7

6.20. Повышение надёжности. Возможность параллельного включения, выносная обратная связь в модулях с индексом «Р» в конце обозначения позволяют создавать на их основе надёжные системы электропитания по схеме резервирования N+1, где N модулей обеспечивают мощность нагрузки $P_н$, а один модуль мощностью $P_н/N$ используется, как резерв. Предположим, что полная нагрузка системы 420 Вт, в этом случае для электропитания требуются пять модулей МДМ120-1ПР или МДМ120-1УПР с коэффициентом загрузки 0,7. Шестой модуль – это резерв. Диоды, включенные на выходе каждого модуля (рис. 6.8) защищают систему от КЗ по выходу отказавшего модуля.

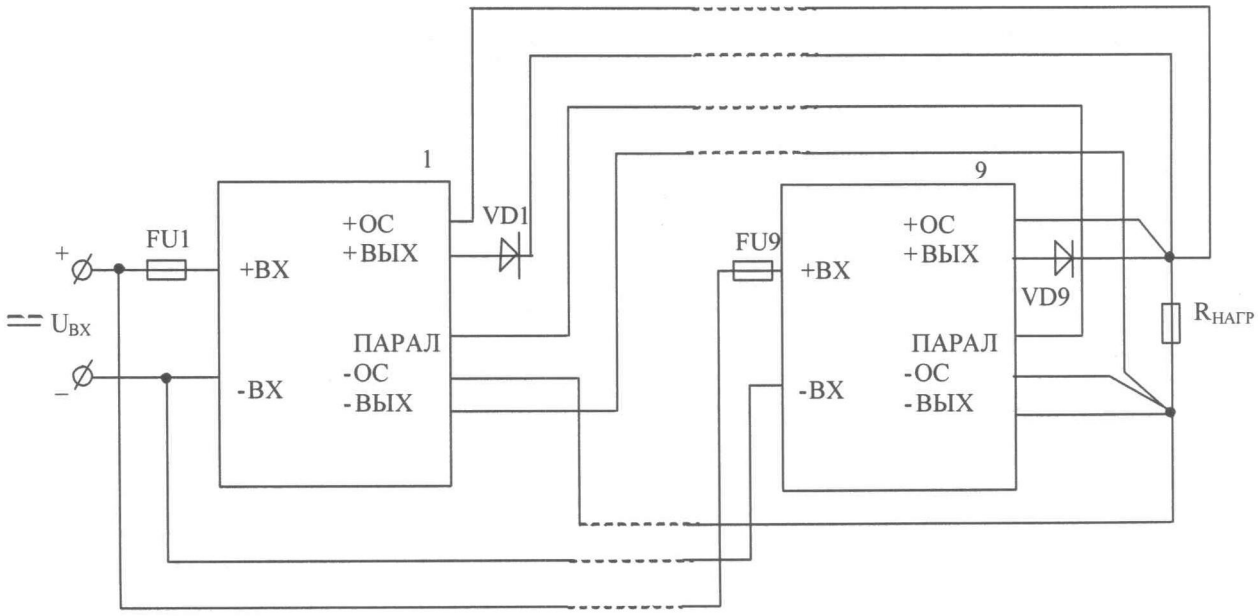


Рис.6.8

Увеличение среднего времени между отказами ($Tср_с$) для системы электропитания с резервированием N+1 достигает значения

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Инв. № подл.	Подпись и дата
767	23.03.07			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.430609.001 ТУ	Лист 43
60	Зам.	БКЮС-006-13		7.06.13		

$$Tcp_c = \frac{Tcp_м^2}{T_в \times \prod_{j=0}^{1} (N+j)}$$

где $T_в$ – время замены модуля, $Tcp_м$ – среднее время наработки на отказ одного модуля, N – минимальное количество модулей питания, необходимое для обеспечения требуемой мощности нагрузки.

$$N = \frac{P_н}{P_м}$$

где $P_н$ - требуемая мощность нагрузки, $P_м$ – мощность одного модуля питания.

Система обладает такой высокой надёжностью только при условии своевременной замены модуля, поэтому система должна иметь индикацию (R1...R9, VD10…VD18) или дистанционную сигнализацию оператору об отказавшем модуле.

6.21 При применении модулей питания в условиях воздействия повышенной влажности, соляного (морского) тумана, агрессивных сред, статической, динамической пыли и песка, плесневых грибов рекомендуется дополнительная герметизация модулей лаком УР-231 ТУ 6-10-863-84 или ЭП-730 ГОСТ 20824-81.

Более подробно рекомендации по применению модулей в аппаратуре изложены в руководящих технических материалах (РТМ) БКЮС.434732.503 Д1.

7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

Изготовитель (поставщик) гарантирует соответствие качества модулей питания требованиям БКЮС.430609.001 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной (технической) документацией.

Гарантийный срок (для серийных изделий) - 15 лет со дня приемки изделия представителем заказчика.

Гарантийная наработка в пределах срока службы 30000 часов при неограниченном количестве включений.

8. ПАСПОРТИЗАЦИЯ

Каждый самостоятельно поставляемый модуль питания, в том числе и входящий в ЗИП, должен быть укомплектован паспортом.