

ОКПД2 27.11.50.120  
ЕК 001-2020: 6130

Утверждены  
БКЮС.436610.007-01ТУ-ЛУ

ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ  
СЕРИЙ МАА и МДД  
Технические условия  
БКЮС.436610.007-01ТУ

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
7673	<i>ИИ</i> 07.06.23			

## Содержание

1 Область применения.....	6
2 Нормативные ссылки.....	7
3 Классификация, основные параметры и размеры.....	8
4 Технические требования.....	15
4.1 Общие требования.....	15
4.2 Требования к конструкции.....	15
4.3 Требования к электрическим параметрам и режимам эксплуатации.....	16
4.4 Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.....	27
4.5 Требования надежности.....	29
4.6 Требования к маркировке.....	30
4.7 Требования к упаковке.....	31
4.8 Требования безопасности и охраны окружающей среды.....	31
4.9 Требования к комплектующим изделиям и материалам.....	31
5 Требования к обеспечению качества на стадии производства.....	32
6 Правила приемки.....	33
6.1 Общие положения.....	33
6.2 Квалификационные испытания.....	35
6.3 Приемосдаточные испытания.....	39
6.4 Периодические испытания.....	40
6.5 Типовые испытания.....	42
6.6 Испытания на безотказность.....	43

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взамен инв. №

Подпись и дата

07.06.23

Инв. № подл.

7673

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
1	изм.	БКЮС.067-23		07.06.23

БКЮС.436610.007-01ТУ

МОДУЛИ ПИТАНИЯ  
СЕРИЙ МАА и МДД

Технические условия

Лит.	Лист	Листов
О А	2	156

7	Методы контроля .....	44
7.1	Общие положения .....	44
7.2	Контроль соответствия требованиям к конструкции .....	45
7.3	Контроль соответствия требованиям к электрическим параметрам и электрическим режимам эксплуатации .....	46
7.4	Контроль соответствия требованиям стойкости к внешним воздействующим факторам.....	63
7.5	Контроль соответствия требованиям надежности.....	70
7.6	Контроль соответствия требованиям к маркировке.....	70
7.7	Контроль соответствия требованиям к упаковке .....	70
7.8	Контроль соответствия требованиям безопасности и охраны окружающей среды.....	71
8	Транспортирование и хранение.....	72
9	Указания по эксплуатации .....	73
10	Гарантии изготовителя .....	87
	Приложение А (обязательное) Ссылочные нормативные документы .....	88
	Приложение Б (рекомендуемое) Перечень применяемых средств измерений и контроля, испытательного оборудования, вспомогательных устройств .....	91
	Приложение В (обязательное) Схемы испытаний ИВЭП.....	93
	Приложение Г (обязательное) Временные диаграммы выходного напряжения. 96	
	Приложение Д (обязательное) Схемы проверки подстройки и регулировки выходного напряжения .....	97
	Приложение Е (обязательное) Схемы проверки выносной обратной связи....	100
	Приложение Ж (обязательное) Схемы проверки параллельной работы.....	103
	Приложение И (обязательное) Схема измерения тока, потребляемого от сети в момент включения.....	106
	Приложение К (обязательное) Методика испытаний ИВЭП на безотказность	107
	Приложение Л (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)20 и МАА(МДД) 40 исполнения СКН.....	111

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Инд. № подл.	7673			
Взамен инв. №				
Инд. № дубл.				
Подпись и дата	<i>ММ</i>	07.06.23		
Подпись и дата				

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист

3

Приложение М (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)50 и МАА(МДД) 75 исполнения СКН.....	113
Приложение Н (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)100, МАА(МДД)150 и МАА(МДД)180 исполнения СКН .....	115
Приложение П (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)200-1(2), МАА(МДД)300-1(2) и МАА(МДД)400-1(2) исполнения СКН.....	117
Приложение Р (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)200-3, МАА(МДД)300-3 и МАА(МДД)400-3 исполнения СКН.....	119
Приложение С (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)600 и МАА(МДД)800 исполнения СКН.....	121
Приложение Т (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)900, МАА(МДД)1200 и МАА(МДД)1500 исполнения СКН .....	123
Приложение У (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)2000 исполнения СКН.....	127
Приложение Ф (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)20 и МАА(МДД)40 исполнения СУН.....	129
Приложение Х (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)50 и МАА(МДД)75 исполнения СУН.....	131
Приложение Ц (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)100, МАА(МДД)150 и МАА(МДД)180 исполнения СУН .....	133
Приложение Ш (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)200-1(2), МАА(МДД)300-1(2) и МАА(МДД) 400-1(2) исполнения СУН...	135
Приложение Щ (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)200-3, 300-3, 400-3 исполнения СУН.....	137
Приложение Э (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)600 и МАА(МДД)800 исполнения СУН.....	139
Приложение Ю (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)900, МАА(МДД)1200 и МАА(МДД)1500 исполнения СУН .....	141
Приложение Я (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)2000 исполнения СУН.....	144

Изн. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>ИИ</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						4

Приложение I (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)900, МАА(МДД)1200 и МАА(МДД)1500 исполнения СТН.....	146
Приложение II (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)2000 исполнения СТН .....	149
Приложение III (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)900, МАА(МДД)1200 и МАА(МДД)1500 исполнения СПН .....	151
Приложение IV (обязательное) Общий вид модулей серий МАА(МДД)2000 исполнения СПН.....	154

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
7673	<i>М</i> 07.06.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БКЮС.436610.007-01ТУ				Лист
				5



## 2 Нормативные ссылки

В настоящих ТУ использованы ссылки на нормативные документы, приведенные в таблице А.1 приложения А.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
7673	<i>ММ</i> 07.06.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БКЮС.436610.007-01ТУ				
				Лист
				7

### 3 Классификация, основные параметры и размеры

3.1 ИВЭП изготавливают в корпусах четырёх типов для объемного монтажа.

3.2 Основными классификационными признаками ИВЭП являются:

- класс преобразования;
- условное обозначение базовой серии;
- номинальное значение выходной мощности;
- количество каналов;
- значение сети входного напряжения;
- значение выходного напряжения каждого канала;
- конструктивное исполнение корпуса;
- наличие/отсутствие расширенных функций.

3.3 Основные параметры ИВЭП приведены в таблицах 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Основные параметры и условное обозначение ИВЭП серии МАА

Обозначение ИВЭП	Номинальная мощность, не более, Вт	Ток, потребляемый от сети (эфф. знач.) при номинальном входном напряжении, не более, А				Обозначение КД	Код ОКП
		115 В	220 В	3×220 В	3×380 В		
МАА20-1	20	0,4	0,2	-	-	БКЮС.436234.005	34 1591 6103
МАА20-2						БКЮС.436614.207	34 1591 6104
МАА20-3						БКЮС.436614.208	34 1591 6105
МАА40-1	40	0,75	0,4	-	-	БКЮС.436234.006	34 1591 6106
МАА40-2						БКЮС.436614.209	34 1591 6107
МАА40-3						БКЮС.436614.210	34 1591 6108
МАА50-1	50	0,95	0,5	-	-	БКЮС.436234.007	34 1591 6109
МАА50-2						БКЮС.436614.211	34 1591 6111
МАА50-3						БКЮС.436614.212	34 1591 6113
МАА75-1	75	1,4	0,75	-	-	БКЮС.436234.008	34 1591 6203
МАА75-2						БКЮС.436614.213	34 1591 6204
МАА75-3						БКЮС.436614.214	34 1591 6205
МАА100-1	100	2,0	1,0	-	-	БКЮС.436234.009	34 1591 6206
МАА100-2						БКЮС.436614.215	34 1591 6207
МАА100-3						БКЮС.436614.216	34 1591 6208
МАА150-1	150	2,8	1,5	-	-	БКЮС.436237.007	34 1591 6303
МАА150-2						БКЮС.436617.229	34 1591 6304
МАА150-3						БКЮС.436617.230	34 1591 6305

ИВЭП	Подпись и дата
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	07.06.23
Инв. № подл.	7673

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						8

Окончание таблицы 3.1

Обозначение ИВЭП	Номинальная мощность, Вт не более, Вт	Ток, потребляемый от сети (эфф. знач.) при номинальном входном напряжении, не более, А				Обозначение КД	Код ОКП
		115 В	220 В	3× 220 В	3× 380 В		
МАО180-1	180	3,35	1,75	-	-	БКЮС.436237.008	34 1591 6306
МАО180-2						БКЮС.436617.231	34 1591 6307
МАО180-3						БКЮС.436617.231	34 1591 6307
МАО200-1(-Р)	200	3,75	2,0	-	-	БКЮС.436237.009	34 1591 6309
МАО200-2						БКЮС.436617.233	34 1591 6311
МАО200-3						БКЮС.436617.234	34 1591 6313
МАО300-1(-Р)	300	5,6	2,95	-	-	БКЮС.436237.010	34 1591 6403
МАО300-2						БКЮС.436617.235	34 1591 6404
МАО300-3						БКЮС.436617.236	34 1591 6405
МАО400-1(-Р)	400	7,5	4,0	-	-	БКЮС.436237.011	34 1591 6503
МАО400-2						БКЮС.436617.237	34 1591 6504
МАО400-3						БКЮС.436617.238	34 1591 6505
МАО600-1(-Р)	600	11,15	5,85	-	-	БКЮС.436237.012	34 1591 6603
МАО600-2						БКЮС.436617.239	34 1591 6604
МАО800-1(-Р)	800	15,0	7,8	-	-	БКЮС.436237.013	34 1591 6605
МАО800-2						БКЮС.436617.240	34 1591 6606
МАО900-1(-Р)	900	16,75	8,75	4,0	2,5	БКЮС.436237.005	34 1591 6607
МАО900-2						БКЮС.436617.227	34 1591 6608
МАО1200-1(-Р)	1200	-	11,7	-	-	БКЮС.436237.006	34 1591 6703
МАО1200-2						БКЮС.436617.228	34 1591 6704
МАО900-1П(Т)(-Р)	900	16,75	8,75	4,0	2,5	БКЮС.436337.005	34 1591 6705
МАО900-2П(Т)						БКЮС.436627.005	34 1591 6706
МАО1500-1П(Т)(-Р)	1500	-	-	6,4	3,7	БКЮС.436337.006	34 1591 6707
МАО1500-2П(Т)						БКЮС.436627.006	34 1591 6708
МАО2000-1П(Т)(-Р)	2000	-	-	8,55	4,95	БКЮС.436337.007	34 1591 6709

Примечания

1 Для многоканальных ИВЭП номинальная мощность основного (первого) канала должна быть не менее 50 % номинальной мощности ИВЭП.

2 Знак “-” означает, что данный тип ИВЭП не изготавливается с указанным входным напряжением.

3 Допускается изготовление ИВЭП с входными напряжениями, отличающимися от значений, указанных в таблице.

Инв. № подл.	Подпись и дата
7673	ИИ 07.06.23
Взамен инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист

9

Таблица 3.2 – Основные параметры и условное обозначение ИВЭП серии МДД

Обозначение ИВЭП	Номинальная мощность, не более, Вт	Ток, потребляемый от сети при номинальном входном напряжении, не более, А		Обозначение КД	Код ОКП
		110 В	220 В		
МДД20-1	20	0,25	0,15	БКЮС.436434.311	34 1591 7029
МДД20-2				БКЮС.436634.210	34 1591 7031
МДД20-3				БКЮС.436634.211	34 1591 7032
МДД40-1	40	0,5	0,25	БКЮС.436434.312	34 1591 7129
МДД40-2				БКЮС.436634.212	34 1591 7131
МДД40-3				БКЮС.436634.213	34 1591 7132
МДД50-1	50	0,6	0,3	БКЮС.436434.313	34 1591 7133
МДД50-2				БКЮС.436634.214	34 1591 7134
МДД50-3				БКЮС.436634.215	34 1591 7135
МДД75-1	75	1,0	0,45	БКЮС.436434.314	34 1591 7229
МДД75-2				БКЮС.436634.216	34 1591 7231
МДД75-3				БКЮС.436634.217	34 1591 7232
МДД100-1	100	1,2	0,6	БКЮС.436434.315	34 1591 7233
МДД100-2				БКЮС.436634.218	34 1591 7234
МДД100-3				БКЮС.436634.219	34 1591 7235
МДД150-1	150	1,8	1,0	БКЮС.436437.321	34 1591 7329
МДД150-2				БКЮС.436637.221	34 1591 7331
МДД150-3				БКЮС.436637.222	34 1591 7332
МДД180-1	180	2,35	1,1	БКЮС.436437.322	34 1591 7333
МДД180-2				БКЮС.436637.223	34 1591 7334
МДД180-3				БКЮС.436637.224	34 1591 7335
МДД200-1(-Р)	200	2,5	1,2	БКЮС.436437.323	34 1591 7336
МДД200-2				БКЮС.436637.225	34 1591 7337
МДД200-3				БКЮС.436637.226	34 1591 7338
МДД300-1(-Р)	300	3,5	1,75	БКЮС.436437.324	34 1591 7429
МДД300-2				БКЮС.436637.227	34 1591 7431
МДД300-3				БКЮС.436637.228	34 1591 7432
МДД400-1(-Р)	400	4,7	2,35	БКЮС.436437.325	34 1591 7529
МДД400-2				БКЮС.436637.229	34 1591 7531
МДД400-3				БКЮС.436637.230	34 1591 7532
МДД600-1(-Р)	600	7,0	3,5	БКЮС.436437.326	34 1591 7629
МДД600-2				БКЮС.436637.231	34 1591 7631
МДД800-1(-Р)	800	9,35	4,7	БКЮС.436437.327	34 1591 7632
МДД800-2				БКЮС.436637.232	34 1591 7633
МДД900-1(-Р)	900	10,5	5,5	БКЮС.436437.328	34 1591 7634
МДД900-2				БКЮС.436637.233	34 1591 7635
МДД1200-1(-Р)	1200	14,0	7,0	БКЮС.436437.329	34 1591 7729
МДД1200-2				БКЮС.436637.234	34 1591 7731
МДД1500-1(-Р)	1500	-	8,8	БКЮС.436437.330	34 1591 7732
МДД1500-2				БКЮС.436637.235	34 1591 7733
МДД2000-1(-Р)	2000	-	11,7	БКЮС.436437.331	34 1591 7734

Изн. № подл.	Изн. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата
7673			07.06.23

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист  
10



3.5 По схемотехническим решениям ИВЭП могут быть разделены на три конструктивно-технологические группы (КТГ): прямоходовый одноконтурный, сдвоенный прямоходовый (косой полумост), мост.

3.6 Объединение ИВЭП в КТГ по применённым схемотехническим решениям приведено в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Объединение ИВЭП в КТГ

КТГ	Схемотехническое решение	Микросхема контроллера	Выходная мощность ИВЭП, Вт	Номинальное входное напряжение, В	Диапазон выходных напряжений, В	Кол-во выходных каналов
1	Прямоходовой одноконтурный	Тип 1	20	~ 115; ~ 220; = 110; = 220	3,3...80	1, 2, 3
			40			
			50			
			75			
2	Сдвоенный прямоходовый	Тип 2	100	~ 115; ~ 220; = 110; = 220	3,3...80	1, 2, 3
			150		5...80	
			180			
			200			
			300			
			400			
			600		~ 115; ~ 220; ~ 3x220; ~ 3x380; = 110; = 220	1, 2
			800			
			900			
			1200			
1500						
3	Мост	Тип 3	2000	= 220		1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изн. № подл.	7673			
Взамен инв. №				
Изн. № дубл.				
Подпись и дата	<i>ММ</i>	07.06.23		
Подпись и дата				

БКЮС.436610.007-01ТУ

### 3.7 Структура условного обозначения ИВЭП приведена на рисунке 3.4.

**М X X X - X X X X X - C X H X**

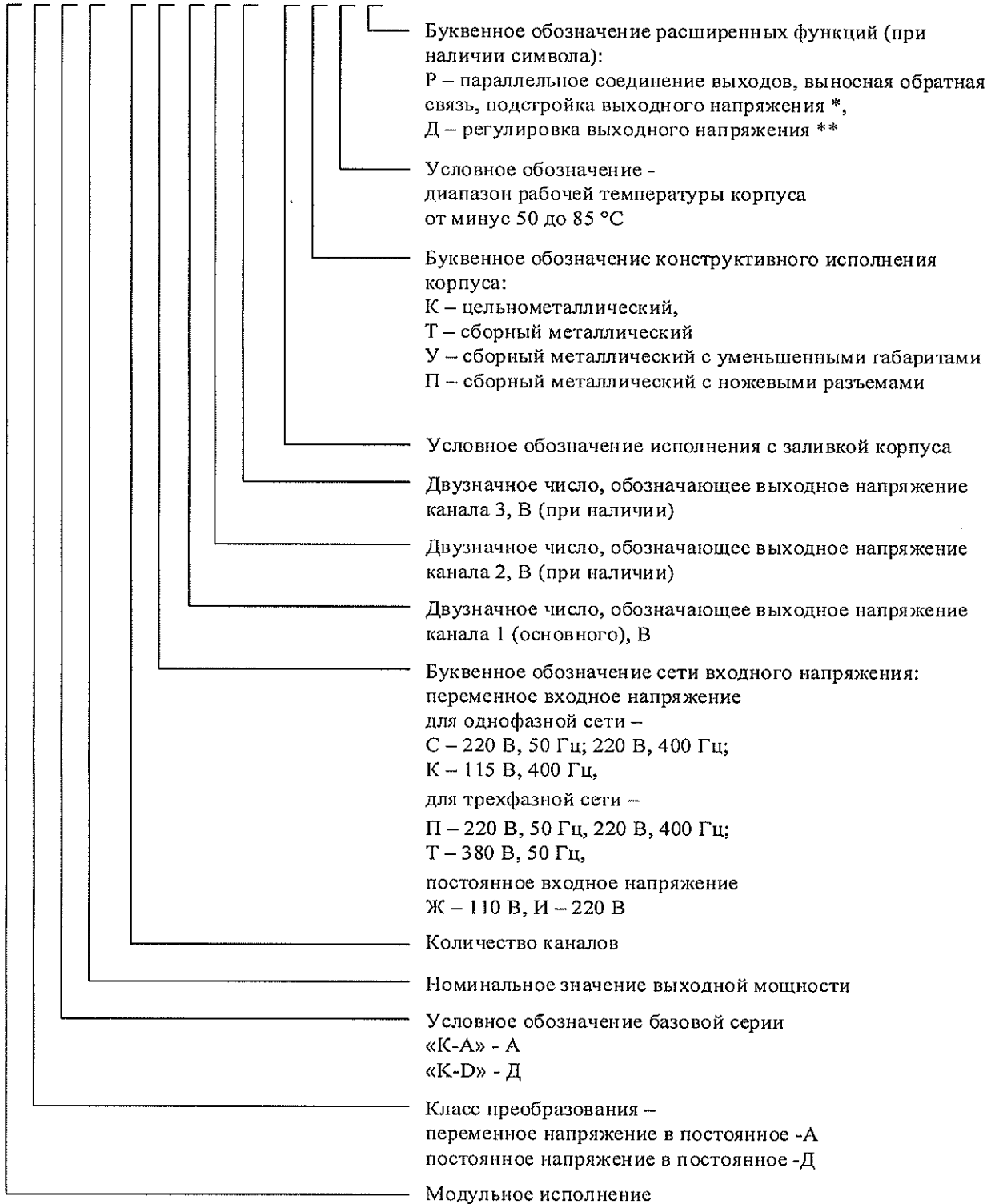


Рисунок 3.4 – Структура условного обозначения ИВЭП

\* Расширенные функции для одноканальных ИВЭП:

- для МАА(МДД)20-Р – МАА(МДД)180-Р – подстройка выходного напряжения ±10 %,
- для МАА(МДД)200-Р – МАА(МДД)400-Р – выносная обратная связь для компенсации падения напряжения на проводах и подстройка выходного напряжения ±10 %;

Инв. № подл. 7673	Подпись и дата ММ 07.06.23	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
											13

- для МAA(МДД)600-Р – МAA(МДД)2000-Р – возможность параллельного соединения выходов, выносная обратная связь;

\*\*Регулировка выходного напряжения:

- для одноканальных МAA(МДД)600-Д – МAA(МДД)2000-Д – возможность регулировки выходного напряжения в диапазоне от  $0,5U_{вых\ ном}$  до  $U_{вых\ ном}$ . При заказе ИВЭП минимальное и максимальное значения диапазона регулировки указываются в условном обозначении.

3.8 Примеры условного обозначения ИВЭП при заказе и в конструкторской документации другой продукции приведены в приложениях Л-IV).

Пример условного обозначения ИВЭП класса преобразования AC/DC, базовой серии «К-А», выходной мощности 1200 Вт, одноканального, с питанием от однофазной сети переменного напряжения 220 В, 50 Гц, с выходным напряжением 27 В, в сборном металлическом корпусе с расширенными функциями:

Модуль питания МAA1200-1С27-СУНР БКЮС.436610.007-01ТУ.

Пример условного обозначения ИВЭП класса преобразования AC/DC, базовой серии «К-А», выходной мощности 900 Вт, одноканального, с питанием от однофазной сети переменного напряжения 220 В, 50 Гц, с регулировкой выходного напряжения от 12 до 24 В, в сборном металлическом корпусе:

Модуль питания МAA900-1С1224-СУНД БКЮС.436610.007-01ТУ.

Ивн. № подл. 7673	Подпись и дата <i>М</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Ивн. № дубл.	Подпись и дата	БКЮС.436610.007-01ТУ					Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

## 4 Технические требования

### 4.1 Общие требования

4.1.1 ИВЭП должны быть изготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.412 и настоящих ТУ по комплекту конструкторской документации (КД) и комплекту технологической документации (ТД), утвержденными в установленном порядке. Обозначения КД на ИВЭП приведены в таблицах 3.1, 3.2.

4.1.2 Номинальные значения параметров при измерениях указываются для нормальных климатических условий (НКУ) по ГОСТ РВ 20.57.416-98.

4.1.3 Модули неремонтопригодны.

### 4.2 Требования к конструкции

4.2.1 Внешний вид, габаритные, установочные, присоединительные размеры без учета длины выводов, расположение и назначение выводов ИВЭП должны соответствовать требованиям ТУ, приложениям Л-IV, комплекту КД и «Инструкции по контролю внешнего вида, маркировки и качества покрытия» БКЮС.435714.001 И54.

4.2.2 ИВЭП должны быть выполнены в конструктивных исполнениях СУН, СКН, СТН, СПН в соответствии с приложениями Л-IV.

4.2.3 Конструкция ИВЭП должна быть выполнена в металлическом герметизированном корпусе с теплоотводящим основанием.

4.2.4 Масса ИВЭП не должна превышать значений, указанных в таблице 3.3. Предельные отклонения по массе в соответствии с ГОСТ В 17265-80.

4.2.5 Выводы ИВЭП должны быть механически прочными и выдерживать без механических повреждений воздействие растягивающей силы в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.412-97.

4.2.6 Покрытие выводов ИВЭП, предназначенных для соединения пайкой должно обеспечивать их паяемость без дополнительного облуживания в течение 12 месяцев с даты приемки.

4.2.7 Выводы ИВЭП должны допускать трехкратную перепайку без

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата
7673	<i>ММ</i> 07.01.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БКЮС.436610.007-01ТУ				Лист
				15

нарушения целостности выводов и ухудшения электрических параметров.

4.2.8 Материалы, защитные покрытия, комплектующие изделия, применяемые в ИВЭП, должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.412-97.

4.2.9 Конструкция ИВЭП должна обеспечивать их работу в любом положении и не иметь механического резонанса в диапазоне частот от 1 до 100 Гц.

Конструкция должна обеспечивать крепление ИВЭП винтами к несущей поверхности.

4.2.10 Конструкция и технология изготовления ИВЭП должны обеспечивать конструктивно-технологические запасы (КТЗ) и запасы по параметрам относительно основных требований.

### 4.3 Требования к электрическим параметрам и режимам эксплуатации

4.3.1 Значения электрических параметров ИВЭП при приемке и поставке должны соответствовать нормам, установленным в таблице 4.3, при нормах качества электрической энергии на входе в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.309-98, ГОСТ В 24425-90 и с уточнениями, приведенными в таблицах 4.1, 4.2.

Таблица 4.1 – Нормы качества напряжения на входе ИВЭП с питанием от сети переменного однофазного и трёхфазного тока

Показатель качества электроэнергии	Характеристика показателя, размерность	Частное значение показателя при питании от сети			
		115 В, 400 Гц	220 В, 50 Гц и 400 Гц	трехфазное 220 В, 50 Гц и 400 Гц	трехфазное 380 В, 50 Гц
Отклонение напряжения	Установившееся отклонение, %	-30...20	-15...10	±15	±15
	Переходное отклонение, %	±30	±20	±20	±20
	Длительность переходного отклонения, не более, с	1	1	1	1

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
7673	<i>М</i> 07.06.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист

16

Таблица 4.2 – Нормы качества напряжения на входе ИВЭП с питанием от сети постоянного тока

Условное обозначение сети	Номинальное значение, $U_{вх\ ном}, В$	Установившееся значение, $U, В$
Ж	110	82...160
И	220	175...360

Таблица 4.3 – Нормы на электрические параметры ИВЭП при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра			Номер пункта примечания
		не менее	номинал	не более	
1 Двойная амплитуда пульсации выходного напряжения, % от $U_{вых\ ном}$ (НКУ, $U_{вх\ мин}$ , $I_{вых\ ном}$ )	$2\delta U$	-	-	2	1,2
2 Нестабильность выходного напряжения для основного (первого) канала при изменении входного напряжения и выходного тока, % от $U_{вых\ ном}$ (НКУ, плавное изменение $U_{вх}$ при $I_{вых\ ном}$ ; плавное изменение $I_{вых}$ при $U_{вх\ ном}$ )	$H_U + H_I$	-	-	$\pm 2$	2
3 Электрическое сопротивление изоляции, МОм (НКУ, постоянное напряжение)	$R_{изол}$	20	-	-	2,3
4 Электрическая прочность изоляции (НКУ, переменное напряжение частотой 50 Гц, действующее значение, в течение 1 мин.)	-	-	Отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий	-	2,4
<p>Примечания</p> <p>1 Измерения проводятся на выводах модуля в НКУ осциллографом с полосой пропускания 20 МГц на безиндуктивной нагрузке. Используется кабель с длиной неэкранированных выводов не более 10 мм, подключенных к входу RC-фильтра (<math>R=51\ \text{Ом}</math>, <math>C=0,1\ \text{мкФ}</math>), выход которого соединен с нагрузкой витой парой длиной 30 см.</p> <p>2 ИВЭП с выходной мощностью 20, 40, 50, 75, 100, 150, 180, 200, 300, 400, 600, 800, 900, 1200, 1500, 2000 Вт всех конструктивных исполнений согласно 1.</p> <p>3 Вход-выход, вход-корпус – 0,5 кВ; выход-корпус, между выходными каналами – 0,1 кВ.</p> <p>4 Вход-выход, вход-корпус – 1,5 кВ; выход-корпус, между выходными каналами – 0,5 кВ.</p>					

4.3.2 Номинальная мощность и ток, потребляемый от сети (входной ток при минимальном значении входного напряжения), должны быть не более указанных в таблицах 3.1, 3.2.

ИВ. № подл.	7673
Подпись и дата	07.06.13
Взамен инв. №	
ИВ. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						17



Таблица 4.4 – Номинальное выходное напряжение, установившееся отклонение, выходное напряжение на холостом ходу ИВЭП серий МАА и МДД

Номинальное значение выходного напряжения, $U_{\text{вых ном}}$ , В	Установившееся отклонение, $\Delta U_{\text{вых ном}}$ , В			Выходное напряжение на холостом ходу, $U_{\text{вых хх}}$ , В		МАА(МДД)20	МАА(МДД)40	МАА(МДД)50	МАА(МДД)75	МАА(МДД)100	МАА(МДД)150	МАА(МДД)180	МАА(МДД)200	МАА(МДД)300	МАА(МДД)400	МАА(МДД)600	МАА(МДД)800	МАА(МДД)900	МАА(МДД)1200	МАА(МДД)1500	МАА(МДД)2000	
	*	**	***	*	** (***)																	
3,3	± 0,07	± 0,33	± 0,4	3,63	3,96	+	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	± 0,10	± 0,5	± 0,6	5,5	6	+	+	x	x	+	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	± 0,12	± 0,6	± 0,72	6,6	7,2	+	+	+	x	+	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	± 0,18	± 0,9	± 1,08	9,9	10,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x
12	± 0,24	± 1,2	± 1,44	13,2	14,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x
15	± 0,30	± 1,5	± 1,8	16,5	18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x
20	± 0,40	± 2,0	± 2,4	22	24	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	+	+
24	± 0,48	± 2,4	± 2,88	26,4	28,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	+
27	± 0,54	± 2,7	± 3,24	29,7	32,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
36	± 0,72	± 3,6	± 4,32	39,6	43,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
48	± 0,96	± 4,8	± 5,76	52,8	57,6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
54	± 1,08	± 5,4	± 6,48	59,4	64,8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
68	± 1,36	± 6,8	± 8,16	74,8	81,6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
80	± 1,6	± 8	± 9,6	88	96	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечания

1 “+” – данный тип ИВЭП изготавливается с указанными выходными напряжениями;  
 “-” – данный тип ИВЭП не изготавливается с указанными выходными напряжениями;  
 “x” – данный тип ИВЭП изготавливается с указанными выходными напряжениями, но меньшей мощностью; в соответствии с таблицей 4.5.

2 Допускается изготовление ИВЭП с выходными напряжениями, отличающимися от значений, указанных в таблице, в диапазоне от 3 до 80 В.\* - для одноканальных ИВЭП и основного канала двух- и трехканальных ИВЭП;

\*\* - для второго (третьего) канала ИВЭП, если номинал выходного напряжения второго (третьего) каналов отличается не более, чем 20 % от основного канала;

\*\*\* - для второго (третьего) канала ИВЭП, если номинал выходного напряжения второго (третьего) каналов отличается более, чем 20 % от основного канала.

ИВЭП должны обеспечивать выходные токи от  $0,1 I_{\text{вых ном}}$  до  $I_{\text{вых ном}}$  для первого (основного) канала и от  $0,3 I_{\text{вых ном}}$  до  $I_{\text{вых ном}}$  для второго и третьего каналов. В случае, если номинальное значение выходного напряжения второго (третьего) канала отличается более, чем на 20 % от основного канала, то ИВЭП должны обеспечивать выходные токи второго и третьего каналов от  $0,5 I_{\text{вых ном}}$  до  $I_{\text{вых ном}}$ .

ИВЭП	Подпись и дата	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП
7673	<i>М</i> 07.06.13				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

БКЮС.436610.007-01ТУ

Установившееся отклонение выходного напряжения в НКУ для основного канала  $\pm 2\%$ , для второго, третьего каналов  $\pm 10\%$ . Если номинальное значение выходного напряжения второго (третьего) канала отличается более, чем на  $20\%$  от основного канала, установившееся отклонение выходного напряжения для дополнительных каналов должно быть не более  $\pm 12\%$ .

4.3.3.1 Ограничения на значения номинального выходного тока для каждого канала одноканальных и многоканальных ИВЭП приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Ограничения на значения номинального выходного тока ИВЭП серий МАА и МДД

Номинальная мощность, $P_n$ , Вт	Номинальное значение выходного тока, $I_{\text{вых ном}}$ , не более, А		
	для одноканальных ИВЭП	для каждого канала двухканальных и первого канала трехканальных ИВЭП	для второго и третьего каналов трехканальных ИВЭП
20	6	3	1,5
40	8	4	2
50	10	5	2,5
75	10	5	2,5
100	20	10	5
150	20	10	5
180	20	10	5
200	40	20	10
300	40	20	10
400	40	20	10
600	40	20	-
800	40	20	-
900	55,5	27,7	-
1200	55,5	27,7	-
1500	55,5	27,7	-
2000	100	-	-

Примечание – Знак “-” означает, что ИВЭП с указанным количеством выходных каналов не изготавливаются

4.3.4 Время установления выходного напряжения ИВЭП должно быть не более 1 с.

4.3.5 Суммарная нестабильность выходного напряжения во всем диапазоне изменений температуры корпуса ИВЭП должна быть не более  $\pm 3\%$  для основного канала и не более  $\pm 13\%$  для второго (третьего) каналов ИВЭП.

В случае если номинальное значение выходного напряжения второго

ИВЭП	Подпись и дата	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП
7673	07.06.23			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист  
20

(третьего) канала отличается более чем на 20 % от номинального значения напряжения основного канала, его суммарная нестабильность не превышает  $\pm 15\%$  при выходных токах в соответствии с 4.3.3.

4.3.5.1 Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения и выходного тока должна быть не более  $\pm 2\%$  от номинального значения выходного напряжения для одноканального ИВЭП и для первого канала двухканального (трехканального) ИВЭП и не более  $\pm 10\%$  для второго и третьего каналов (таблица 4.4).

В случае если номиналы выходных напряжений второго и третьего каналов отличаются более чем на 20 % от выходного напряжения первого канала, нестабильность второго и третьего каналов должна быть не более  $\pm 12\%$  (таблица 4.4).

4.3.6 Коэффициент полезного действия (КПД) должен быть не менее 78 %.

4.3.7 ИВЭП должны иметь защиту от коротких замыканий и перегрузки в цепях нагрузки с последующим автоматическим возвратом в режим стабилизации после снятия короткого замыкания и перегрузки. Начало срабатывания защиты должно быть в пределах  $(1,05 \dots 1,5)I_{\text{вых ном}}$ .

4.3.8 ИВЭП должны иметь защиту от превышения выходного напряжения, которая должна срабатывать при достижении выходным напряжением основного канала значения  $1,2U_{\text{вых ном}}$ .

4.3.9 ИВЭП с выходной мощностью 100 Вт и более должны иметь возможность дистанционного отключения (включения) путём подачи (снятия) на выводы «-Упр», «+Упр» напряжения от независимого источника с максимальным выходным напряжением не более 6 В.

Отключение (включение) ИВЭП гарантированно выполняется при подаче (снятии) напряжения от 3,5 до 6 В.

При подаче напряжения менее 1,5 В ИВЭП не выключается. Диапазон от 1,5 до 3,5 В – зона неопределенности. При этом ток потребления от независимого источника должен быть не более 20 мА.

Для ИВЭП с выходной мощностью 900 Вт и более включение также должно

ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ				
Лист 21				

осуществляться размыканием контактов «+Упр 1», «-Упр 1».

4.3.10 ИВЭП должны обеспечивать электромагнитную совместимость с радиоэлектронной аппаратурой и не создавать радиопомех с уровнями, превышающими значения, указанные в ГОСТ В 25803-91 для группы 1.2.1.

4.3.11 Переходное отклонение выходного напряжения основного канала при воздействии переходного отклонения входного напряжения в пределах норм и требований 4.3.1 и при скачкообразном изменении выходного тока в пределах норм требований 4.3.3 не должно превышать 10 % от номинального выходного напряжения.

4.3.12 Ток, потребляемый от сети при включении ИВЭП не должен превышать трехкратной величины по сравнению с током установившегося режима при полной мощности.

4.3.13 Если номиналы выходных напряжений второго и третьего каналов отличаются менее, чем на 20 % от номинала выходного напряжения первого канала, то при работе на холостом ходу выходное напряжение не должно превышать значений, указанных в таблице 4.4 (не более  $1,1U_{\text{вых ном}}$  для основного канала и не более  $1,2U_{\text{вых ном}}$  для второго (третьего) канала).

Если номиналы выходных напряжений второго и третьего каналов отличаются более, чем на 20 % от номинала выходного напряжения первого канала, то при работе на холостом ходу выходное напряжение не должно превышать значений, указанных в таблице 4.4 (не более  $1,3U_{\text{вых ном}}$  для основного канала).

4.3.14 Максимальное собственное потребление мощности ИВЭП от сети в любом из рабочих или аварийных режимов, не должно превышать  $0,4P_n$ .

4.3.15 Одноканальные ИВЭП с выходной мощностью от 600 до 2000 Вт включительно имеют возможность параллельной работы и должны обеспечивать параллельную работу ИВЭП по выходу в количестве до девяти штук при работе на общую нагрузку. Максимальная суммарная мощность для ИВЭП составляет 4860 Вт для МАА(МДД)600-1-Р, 6480 Вт для МАА(МДД)800-1-Р, 7290 Вт для МАА(МДД)900-1-Р и МАА900-1П(Т)-Р, 9720 Вт для МАА(МДД)1200-1-Р, 12150 Вт для МАА1500-1П(Т)-Р и МДД1500-1-Р, 16200 Вт для МАА2000-1П(Т)-Р

ИВ. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	ИВ. № дубл.	Подпись и дата
7673	<i>ММ</i> 07.06.13			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БКЮС.436610.007-01ТУ				Лист
				22

и МДД2000-1-Р. Коэффициент загрузки каждого ИВЭП должен быть не более 0,9.

Параллельная работа обеспечивается соединением выводов «Парал» всех ИВЭП, а также подсоединением выносной обратной связи в соответствии с 4.3.21 для каждого ИВЭП.

4.3.16 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 500 В.

4.3.17 Электрическая прочность изоляции токоведущих цепей, не имеющих гальванической связи между собой и токоведущих цепей относительно корпуса, должна обеспечивать отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий в течение 1 мин при воздействии переменного напряжения (действующее значение) частотой 50 Гц:

в НКУ (вход-выход; вход-корпус)	– 1,5 кВ
в НКУ (выход-корпус)	– 0,5 кВ
в НКУ (между выходными каналами)	– 0,5 кВ
при повышенной влажности	– 0,5 кВ

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

4.3.19 ИВЭП с номинальной выходной мощностью от 100 до 2000 Вт имеют возможность подключения к ним вентилятора. Номинальное напряжение на выводах «Вент» должно быть 12 В  $\pm$ 20 % при номинальном значении выходного тока. Максимальный ток на выводах вентилятора для ИВЭП с выходной мощностью 100, 150, 180 Вт должен быть не более 100 мА, для остальных ИВЭП не более 200 мА.

Инв. № подл. 7673	Подпись и дата <i>ell</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	23

4.3.20 ИВЭП должны иметь подстройку выходного напряжения в пределах  $\pm 5\%$  от номинального значения для МАА(МДД)20-1 – МАА(МДД)400-1 и  $\pm 10\%$  для МАА(МДД)600-1 – МАА(МДД)2000-1, МАА(МДД)20-1-Р – МАА(МДД)400-1-Р. Подстройка должна выполняться подключением внешнего резистора между выводами «Рег» и «+ОС» или «-ОС», при отсутствии выводов обратной связи между выводами «Рег» и «+U<sub>вых 1</sub>» или «-U<sub>вых 1</sub>».

Функцию регулировки выходного напряжения в диапазоне от  $0,5U_{\text{вых ном}}$  до  $U_{\text{вых ном}}$  должны иметь одноканальные ИВЭП мощностью от 600 до 2000 Вт с индексом Д в конце обозначения. Регулировка должна выполняться подключением внешнего резистора между выводами «Рег» и «+U<sub>вых 1</sub>» или «-U<sub>вых 1</sub>».

При подстройке выходного напряжения выше номинального значения может потребоваться уменьшение выходного тока с тем, чтобы выходная мощность не превышала  $P_{\text{ном}}$ .

4.3.21 ИВЭП с выходной мощностью от 200 до 2000 Вт с индексом Р в конце обозначения должны иметь выносную обратную связь, которая обеспечивает номинальное выходное напряжение на нагрузке в соответствии с требованиями 4.3.3 при падении напряжения в проводах не более 5 % от номинального выходного напряжения. Подключение выносной обратной связи должно производиться соединением выводов «+ОС» и «-ОС» отдельными проводниками непосредственно с нагрузкой.

4.3.22 МАА(МДД)900-1-Р, МАА900-1П(Т)-Р, МАА(МДД)1200-1-Р, МАА1500-1П(Т)-Р, МДД1500-1-Р, МАА2000-1П(Т)-Р, МДД2000-1-Р должны иметь вывод «Ток», напряжение на котором относительно вывода «-U<sub>вых 1</sub>» изменяется пропорционально выходному току. Значение напряжения на выводе не должно превышать 10 В.

4.3.23 Значения электрических параметров ИВЭП при эксплуатации (в течение наработки) и хранения (в течение срока сохраняемости), в режимах и условиях допускаемых ТУ должны соответствовать нормам, установленным в таблице 4.6.

ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист  
24

Таблица 4.6 – Нормы на электрические параметры ИВЭП, изменяющиеся при эксплуатации (в течение наработки) и хранения (в течение срока сохраняемости)

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра	
		не менее	не более
Суммарная нестабильность выходного напряжения для, % от $U_{\text{вых ном}}$ ( $U_{\text{вх мин}} \leq U_{\text{вх}} \leq U_{\text{вх макс}}$ ; $0,1 I_{\text{вых ном}} \leq I_{\text{вых}} \leq I_{\text{вых ном}}$ ; минус $50 \leq t \leq 85$ °С); - основного (первого) канала; - второго, третьего каналов, если $U_{\text{вых ном 2}}$ , $U_{\text{вых ном 3}}$ отличаются более, чем на 20 % от $U_{\text{вых ном 1}}$	$H_{\text{сум}}$	-	$\pm 3$ $\pm 13$ $\pm 15$
Примечание - Требование стойкости к воздействию повышенной температуры среды 85 °С обеспечивается при условии, что рабочая температура корпуса ИВЭП ( $T_{\text{кор}}$ ) не должна превышать 85 °С.			

Значения остальных параметров должны соответствовать нормам при приемке и поставке (4.3.1).

4.3.24 Значения электрических параметров ИВЭП, изменяющиеся во время и после воздействия внешних механических и климатических факторов (ВВФ) (4.4.1) должны соответствовать нормам, установленным в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Нормы на электрические параметры ИВЭП во время и после воздействия ВВФ

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра				Номер пункта примечания
		во время воздействия		после воздействия		
		не менее	не более	не менее	не более	
1	2	3	4	5	6	7
В процессе воздействия повышенной влажности						
1 Электрическое сопротивление изоляции, МОм (35 °С 100 %, постоянное напряжение)	$R_{\text{изол}}$	1	-	20	-	1
2 Электрическая прочность изоляции (НКУ, переменное напряжение частотой 50 Гц, действующее значение, в течение 1 мин.)	-	-	Отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий	-	-	2

Изн. № подл.	Изн. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата
7673			07.06.23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
			Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист  
25

Окончание таблицы 4.7

В процессе воздействия повышенной температуры						
1	2	3	4	5	6	7
Электрическое сопротивление изоляции, МОм (85 °С, постоянное напряжение)	$R_{\text{изол}}$	5	-	20	-	1, 3
<p>Примечания</p> <p>1 Вход-выход, вход-корпус – 0,5 кВ; выход-корпус, между выходными каналами – 0,1 кВ.</p> <p>2 Вход-выход, вход-корпус, выход-корпус, между выходными каналами – 0,5 кВ.</p> <p>3 Требование стойкости к воздействию повышенной температуры среды 85 °С обеспечивается при условии, что рабочая температура корпуса ИВЭП (<math>T_{\text{кор}}</math>) не должна превышать 85 °С.</p>						

Значения остальных параметров должны соответствовать нормам при приёмке и поставке (4.3.1).

4.3.25 Значения электрических параметров ИВЭП, изменяющиеся во время и после воздействия специальных факторов (СФ) (4.4.2) должны соответствовать нормам, установленным в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Нормы на электрические параметры ИВЭП, изменяющиеся во время и после воздействия СФ

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра				Номер пункта примечания
		во время воздействия		после воздействия		
		не менее	не более	не менее	не более	
1	2	3	4	5	6	7
1 Двойная амплитуда пульсации выходного напряжения, % от $U_{\text{вых ном}}$ (НКУ, $U_{\text{вх мин}}$ , $I_{\text{вых ном}}$ )	$2\delta U$	-	4	-	4	1
2 Нестабильность выходного напряжения для основного (первого) канала при изменении входного напряжения и выходного тока, % от $U_{\text{вых ном}}$ (НКУ, плавное изменение $U_{\text{вх}}$ при $I_{\text{вых ном}}$ ; плавное изменение $I_{\text{вых}}$ при $U_{\text{вх ном}}$ )	$H_U + H_I$	-	$\pm 4$	-	$\pm 4$	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Интв. № подл.	7673			
Взамен интв. №				
Подпись и дата	<i>ММ</i>	07.06.23		
Интв. № дубл.				
Подпись и дата				

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист  
26

Окончание таблицы 4.8

1	2	3	4	5	6	7
3 Суммарная нестабильность выходного напряжения для основного (первого) канала, % от $U_{\text{вых ном}}$ ( $U_{\text{вх мин}} \leq U_{\text{вх}} \leq U_{\text{вх макс}}$ ; $0,1 I_{\text{вых ном}} \leq I_{\text{вых}} \leq I_{\text{вых ном}}$ ; минус $50 \leq t \leq 85$ °С)	$H_{\text{сум}}$	-	$\pm 8$	-	$\pm 8$	-
4 Электрическое сопротивление изоляции, МОм (НКУ, постоянное напряжение)	$R_{\text{изол}}$	5	-	5	-	2

Примечания

1 Измерения проводятся на выводах ИВЭП в НКУ осциллографом с полосой пропускания 20 МГц на безиндуктивной нагрузке. Используется кабель с длиной неэкранированных выводов не более 10 мм, подключенных к входу RC-фильтра ( $R=51$  Ом,  $C=0,1$  мкФ), выход которого соединен с нагрузкой витой парой длиной 30 см.

2 Вход-выход, вход-корпус – 0,5 кВ; выход-корпус, между выходными каналами – 0,1 кВ.

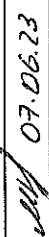
Значения остальных параметров должны соответствовать нормам при приёмке и поставке (4.3.1) для крайних значений температур окружающей среды.

Во время и непосредственно после воздействия факторов 7.И, со значениями указанными в 4.4.2, допускается временная потеря работоспособности ИВЭП (сбои). Допустимое время потери работоспособности при воздействии факторов 7.И должно соответствовать установленному в 4.4.2.

4.3.26 ИВЭП должны обладать электрической прочностью к воздействию одиночных импульсов напряжения, возникающих при воздействии электромагнитного излучения со значением, установленном в 4.4.2.

#### 4.4 Требования стойкости к внешним воздействующим факторам

4.4.1 ИВЭП должны быть стойкими к воздействию механических, климатических и биологических ВВФ со значениями характеристик, соответствующих группе исполнения 1У ГОСТ РВ 20.39.414.1-97 с уточнениями, приведенными в таблице 4.9.

ИВЭП	Подпись и дата	ИВЭП	ИВЭП	ИВЭП
7673	 07.06.23	№ дубл.	№	№
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист

27

Таблица 4.9 - Состав и значения уточняемых характеристик ВВФ

Наименование ВВФ	Наименование характеристики ВВФ, единица измерения	Значение ВВФ	Номер пункта примечания
Механические факторы	Синусоидальная вибрация: диапазон частот, Гц амплитуда ускорения, м/с <sup>2</sup> (g)	1 - 500 50 (5)	-
Климатические факторы	Повышенная температура среды, °С: при эксплуатации при транспортировании и хранении	85 85	1
	Изменение температуры среды, °С Скорость изменения температуры, °С/мин	минус 60 ... 85 3	-
Климатические факторы	Атмосферное пониженное давление при эксплуатации, Па (мм рт.ст.)	2,65×10 <sup>4</sup> (200)	-
	Атмосферные конденсированные осадки: при пониженной температуре среды, °С при пониженном атмосферном давлении, Па (мм.рт.ст.)	минус 20 6×10 <sup>4</sup> (450)	-
	при относительной влажности не менее, %	95	-

Примечания

1 Требование стойкости к воздействию повышенной температуры среды 85 °С обеспечивается при условии, что рабочая температура корпуса ИВЭП ( $T_{кор}$ ) не должна превышать 85 °С.

2 Требования стойкости к воздействию изменения давления, комплексному (комбинированному) воздействию внешних факторов, атмосферным выпадаемым осадкам (дождю), гидростатическому давлению, динамической пыли (песка), солнечному излучению, агрессивным средам, компонентам ракетного топлива, рабочим дегазирующим растворам, испытательным средам и средам заполнения не предъявляются.

3 Требование стойкости к воздействию акустического шума не предъявляется, так как изделия не содержат внутренних полостей (залитые компаундом) п.4.40 ГОСТ РВ 20.57.416.

4 Требования стойкости к воздействию соляного (морского) тумана, статической пыли (песка), плесневых грибов обеспечиваются защитой в аппаратуре потребителя.

4.4.2 ИВЭП должны выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах норм, установленных в 4.3.25, во время и после воздействия СФ, виды, характеристики и значения характеристик которых приведены в таблице 4.10 в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.414.2-97.

ИВЭП	Подпись и дата
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23
Инв. № подл.	7673

					БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Таблица 4.10 - Виды, характеристики и значения характеристик СФ

Вид специальных факторов	Характеристики специальных факторов	Значения характеристик специальных факторов	Номер пункта примечания
7.И	7.И <sub>1</sub>	1Ус	1
	7.И <sub>6</sub>		2
	7.И <sub>7</sub>		-
Примечания 1 По структурным повреждениям. 2 По катастрофическим отказам и тиристорному эффекту.			

Значение уровня бессбойной работы (характеристика 7.И<sub>8</sub>) должно быть не менее  $0,007 \times 1Ус$ .

Допустимое время потери работоспособности при воздействии факторов 7.И должно быть не более 500 мс.

Импульсная электрическая прочность ИВЭП к воздействию одиночных импульсов напряжения, возникающих при воздействии электромагнитного излучения должна быть не менее 3 000 В.

#### 4.5 Требования надежности

##### 4.5.1 Требования безотказности.

4.5.1.1 Гамма-процентная наработка до отказа ( $T_\gamma$ ) ИВЭП при  $\gamma = 95 \%$  в пределах срока службы  $T_{сл} = 20$  лет должна быть не менее:

- не менее 80 000 ч в типовом электрическом режиме эксплуатации ( $t_{кор} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $0,7t_{кор \max}$ ),  $U_{вх} = U_{вх \text{ ном}}$ ,  $I_{вых} = 0,7I_{вых \text{ ном}}$ );

- не менее 10 000 ч в предельно допустимом электрическом режиме эксплуатации ( $t_{кор} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $t_{кор \max}$ ),  $U_{вх} = U_{вх \text{ макс}}$ ,  $I_{вых} = I_{вых \text{ ном}}$ );

4.5.1.2 Гамма-процентный ресурс ИВЭП при  $\gamma = 95 \%$  в типовом электрическом режиме ( $t_{кор} \leq 85 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_{вх} = U_{вх \text{ ном}}$ ,  $I_{вых} = I_{ном.}$ ) в пределах срока службы  $T_{сл} = 20$  лет, должен быть не менее 150 000 ч.

##### 4.5.2 Требования сохраняемости

4.5.2.1 Гамма-процентный срок сохраняемости ( $T_{с\gamma}$ ) ИВЭП при  $\gamma = 95 \%$  при его хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ с

Инв. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>М</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						29

регулируемыми влажностью и температурой, а также при хранении ИВЭП, вмонтированных в защищенную аппаратуру или находящихся в защитном комплекте ЗИП, должен быть не менее 20 лет.

4.5.2.2 Значения гамма-процентного срока сохраняемости  $T_{cy}$  ИВЭП для всех климатических районов по ГОСТ В 9.003-80 (кроме районов с тропическим климатом) в условиях, отличных от указанных в 4.5.1.1, должны быть не менее приведенных в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Значения гамма-процентного срока сохраняемости ( $T_{cy}$ ) в зависимости от мест хранения

Место хранения	Значение $T_{cy}$ , лет, при хранении	
	в упаковке изготовителя	в составе незащищенных аппаратуры и комплекта ЗИП
Не отапливаемое хранилище	13,5	13,5
Навес или жалюзийное хранилище	13,5	10
Открытая площадка	Хранение не допускается	10

4.5.3 Требования по хранению в условиях тропического климата не предъявляются.

4.5.4 Срок службы ИВЭП при соблюдении требований эксплуатации, изложенных в ТУ, должен быть не менее 20 лет.

#### 4.6 Требования к маркировке

4.6.1 Маркировка ИВЭП и способ ее нанесения должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.412-97 и ГОСТ 30668-2000.

4.6.2 Маркировка должна содержать:

- условное обозначение типономинала;
- обозначение выводов;
- индивидуальный номер;
- штамп ОТК;
- штамп ВП МО РФ.

Ив. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Ив. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						30

4.6.3 Маркировка ИВЭП должна оставаться прочной и разборчивой в процессе эксплуатации и хранения в режимах и условиях настоящих ТУ.

#### 4.7 Требования к упаковке

4.7.1 Упаковка ИВЭП должна соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.412-97.

4.7.2 ИВЭП упаковывают в потребительскую (может являться также транспортной) тару (групповую или индивидуальную).

4.7.3 Конструкция элементов групповой упаковки должна допускать возможность переупаковки ИВЭП и возможность его изъятия с сохранением защитных свойств индивидуальной упаковки.

4.7.4 Маркировка, наносимая на потребительскую и транспортную тару, должна соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.39.412-97 и ГОСТ 30668-2000.

#### 4.8 Требования безопасности и охраны окружающей среды

4.8.1 Безопасность ИВЭП должна обеспечиваться конструкцией изделия, в которое встраиваются ИВЭП.

4.8.2 Все работы с ИВЭП должны выполняться в строгом соответствии с действующими документами по правилам и мерам безопасности.

4.8.3 Запрещается при включенном изделии отключать и подключать соединительные провода.

4.8.4 Категорически запрещается производить замену вышедших из строя элементов при включенном питании.

4.8.5 Все приборы, находящиеся на рабочем месте, должны быть подготовлены к работе согласно инструкциям на эти приборы.

#### 4.9 Требования к комплектующим изделиям и материалам

4.9.1 При производстве ИВЭП должны применяться комплектующие изделия и материалы отечественного производства.

Инв. № подл. 7673	Подпись и дата <i>ММ</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	БКЮС.436610.007-01ТУ					Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

В технически обоснованных случаях допускается применение комплектующих изделий и конструкционных материалов иностранного производства, что должно быть подтверждено результатами соответствующих испытаний.

4.9.2 Составные части, комплектующие изделия и материалы, используемые для изготовления ИВЭП, перед применением должны пройти входной контроль в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 0015-308-2017.

Материалы и покупные изделия должны иметь формуляры, паспорта или сертификаты предприятий-поставщиков.

Перечень составных частей, комплектующих изделий и материалов, подлежащих входному контролю, устанавливаются по согласованию с ВП МО РФ.

4.9.3 ИВЭП не содержат составных частей, допускающих повторное использование после снятия с эксплуатации, редких и редкоземельных металлов, а также экологически опасных материалов.

4.9.4 Сведения о содержании цветных и драгоценных металлов в ИВЭП приведены в КД.

## 5 Требования к обеспечению качества на стадии производства

5.1 Обеспечение и контроль качества ИВЭП на стадии производства должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2020.

5.2 Система менеджмента качества предприятия-изготовителя ИВЭП должна быть сертифицирована в соответствии с ГОСТ РВ 0015-003-2017.

Инв. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						32

## 8 Транспортирование и хранение

8.1 Конструкция ИВЭП и упаковка должны допускать транспортирование на любое расстояние автомобильным, железнодорожным, водным и авиационным видами транспорта в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.412-97.

8.2 ИВЭП должны допускать хранение в упаковочной таре в неотопливаемых хранилищах и на открытых площадках в составе аппаратуры в соответствии с требованиями ГОСТ В 9.003-80.

Инв. № подл. 7673	Подпись и дата <i>ММ</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						72

## 9 Указания по эксплуатации

9.1 При применении, монтаже и эксплуатации ИВЭП следует руководствоваться указаниями действующих нормативных документов и уточнениями, приведенными в настоящем разделе.

9.2 Установку и крепление ИВЭП в питаемой аппаратуре необходимо выполнять с учетом механических нагрузок, в которых работает аппаратура, и отвода тепла от ИВЭП. ИВЭП могут крепиться к плате и к теплоотводу с помощью собственных резьбовых втулок или резьбовых отверстий. При отсутствии втулок или резьбовых отверстий на их месте могут быть сквозные отверстия для крепления. Не допускается касание крепежных элементов компаунда в ИВЭП исполнения СУН.

Момент затяжки для резьбы М3 должен быть не более 0,5 Н·м (0,05 кгс·м), а для резьбы М4 – не более 1,2 Н·м (0,12 кгс·м).

9.3 При работе ИВЭП на динамическую нагрузку с целью уменьшения динамической неустойчивости рекомендуется выходные выводы шунтировать конденсаторами типа К53-25 (К53-22, К53-37), К53-18, К52-16 емкостью от 22 до 1000 мкФ с учетом рабочего напряжения и полярности. При этом для одноканального исполнения произведение  $U_{\text{вых}} \times C$  должно быть не более:

МАО(МДД)20	15000 В × мкФ
МАО(МДД)40	20000 В × мкФ
МАО(МДД)50	25000 В × мкФ
МАО(МДД)75	30000 В × мкФ
МАО(МДД)100, 150, 180	50000 В × мкФ
МАО(МДД)200, 300, 400	90000 В × мкФ
МАО(МДД)600, 800, 900, 1200, 1500, 2000	нет ограничений

Для двухканального исполнения произведение будет в два раза меньше по каждому из каналов, для трехканального – в два раза меньше для первого канала и в 4 раза меньше для второго и третьего каналов.

Инд. № подл. 7673	Подпись и дата <i>[подпись]</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата	БКЮС.436610.007-01ТУ					Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

9.4 Дистанционное включение для ИВЭП с номинальной выходной мощностью 100 Вт и более необходимо осуществлять путём снятия с выводов «+Упр», «-Упр» постоянного напряжения от 3,5 до 4,5 В от независимого источника. Контакты гальванически развязаны от входных и выходных сетей.

Для ИВЭП с номинальной выходной мощностью 900 Вт и более дистанционное включение также осуществляется размыканием контактов «+Упр1», «-Упр1». Контакт «-Упр1» гальванически соединен с контактом «-U<sub>вых1</sub>».

9.5 При эксплуатации ИВЭП, как правило, требуют установки на теплоотвод. Теплоотвод крепится непосредственно на корпус с плотным прилеганием через теплопроводящую пасту, например, КПТ-8. Допускается использовать теплоотводы любой конструкции, обеспечивающие заданный температурный режим, возможно принудительное охлаждение. Предприятием изготавливаются и поставляются радиаторы для всех типов ИВЭП, выпускаемых по данным ТУ.

Таблица 9.1 – Номенклатура радиаторов, изготавливаемых предприятием

Обозначение ИВЭП	Обозначение КД радиатора	Габаритные размеры, мм
МАО(МДД)20, МАО(МДД)40	БКЮС.752695.411	102×51×26
МАО(МДД)50, МАО(МДД)75	БКЮС.752695.415	126×57×26
МАО(МДД)100, МАО(МДД)150, МАО(МДД)180	БКЮС.752695.409, БКЮС.752695.409-01, БКЮС.752695.410	133×94×14 133×94×24 133×94×26
МАО(МДД)200, МАО(МДД)300, МАО(МДД)400	БКЮС.752695.400	190×102×26
МАО(МДД)600, МАО(МДД)800, МАО(МДД)900, МАО(МДД)1200, МАО(МДД)1500, МАО(МДД)2000	БКЮС.752695.401	238×122×26
МАО(МДД)600, МАО(МДД)800	БКЮС.752695.402,* БКЮС.752695.403	244×131×46
МАО(МДД)900, МАО(МДД)1200, МАО(МДД)1500, МАО(МДД)2000	МДЯИ.752695.006 *	244×165×46
* Составной поперечный радиатор		

Инв. № подл. 7673	Подпись и дата 07.06.23	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
					БКЮС.436610.007-01ТУ					74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

В зависимости от конструктивных особенностей теплоотводы могут крепиться к резьбовым, сквозным отверстиям и резьбовым втулкам, предназначенным для крепления корпусов ИВЭП в аппаратуру, или к специально предназначенным для крепления радиаторов резьбовым отверстиям (МАО(МДД)900, МАО(МДД)1200, МАО(МДД)1500, МАО(МДД)2000). Места крепления указаны в приложениях Л–IV. Для установки радиаторов на МАО(МДД) 900, МАО(МДД)1200, МАО(МДД)1500, МАО(МДД)2000 вид исполнения СКН применяется дополнительная пластина (приложения Т, У).

При монтаже ИВЭП и установке радиаторов необходимо учитывать максимальную глубину вкручивания винтов в корпус. Для МАО(МДД)600, МАО(МДД)800 максимальная глубина вкручивания 9 мм. Для МАО(МДД)900, МАО(МДД)1200, МАО(МДД)1500, МАО(МДД)2000 – 4 мм.

Справочные значения выходной мощности в НКУ без применения теплоотвода приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Значения выходной мощности ИВЭП без применения теплоотвода

Обозначение ИВЭП	Выходная мощность без теплоотвода в НКУ, Вт
МАО(МДД)20	20
МАО(МДД)40	20
МАО(МДД)50	50
МАО(МДД)100	100
МАО(МДД)150	130
МАО(МДД)180	130
МАО(МДД)200	200
МАО(МДД)300	250
МАО(МДД)400	250
МАО(МДД)600	450
МАО(МДД)800	450
МАО(МДД)900	600
МАО(МДД)1200	700
МАО(МДД)1500	700
МАО(МДД)2000	900

9.6 Пайку выводов ИВЭП рекомендуется производить электропаяльником мощностью не более 60 Вт при температуре не более 260 °С в течение не более

Изн. № подл.	Подпись и дата
7673	07.06.23
Взамен инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						75

десяти секунд на один вывод. Допускается перепайка выводов не более трех раз на расстоянии не менее 2 мм от плоскости компаунда или корпуса.

Допускается обрезка штыревых выводов на расстоянии не менее 3 мм от плоскости компаунда или корпуса. Допускается обрезка неиспользуемых штыревых выводов на расстоянии не менее 0,2 мм от плоскости компаунда.

При обрезке необходимо обеспечить неподвижность выводов.

9.7 Для снижения уровня высокочастотных помех выходные выводы каждого ИВЭП рекомендуется шунтировать керамическими конденсаторами емкостью 0,47-15 мкФ (например, К10-47) с соответствующим рабочим напряжением.

Для многоканальных ИВЭП для выполнения требования 4.3.3 в части установившегося отклонения и выполнения требований по нестабильностям выходного напряжения (4.3.5, 4.3.5.1) необходимо, чтобы выходная мощность первого канала превышала суммарную мощность дополнительных каналов.

9.9 Для особо чувствительной к помехам аппаратуры рекомендуется устанавливать на вход и выход ИВЭП фильтры. На рисунке 9.1 приведена схема включения ИВЭП защиты и фильтрации серий МРМ, МРР БКЮС.468240.004ТУ на вход одноканальных ИВЭП серии МАА, работающих от однофазной сети переменного тока и ИВЭП серии МДД. На рисунке 9.2 приведена схема включения модулей защиты и фильтрации серии МРР БКЮС.468240.004ТУ на вход одноканальных ИВЭП серии МАА, работающих от трехфазной сети переменного тока. Для многоканальных ИВЭП схемы включения аналогичны.

Инв. № подл. 7673	Подпись и дата <i>ММ</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БКЮС.436610.007-01ТУ				
Лист				76

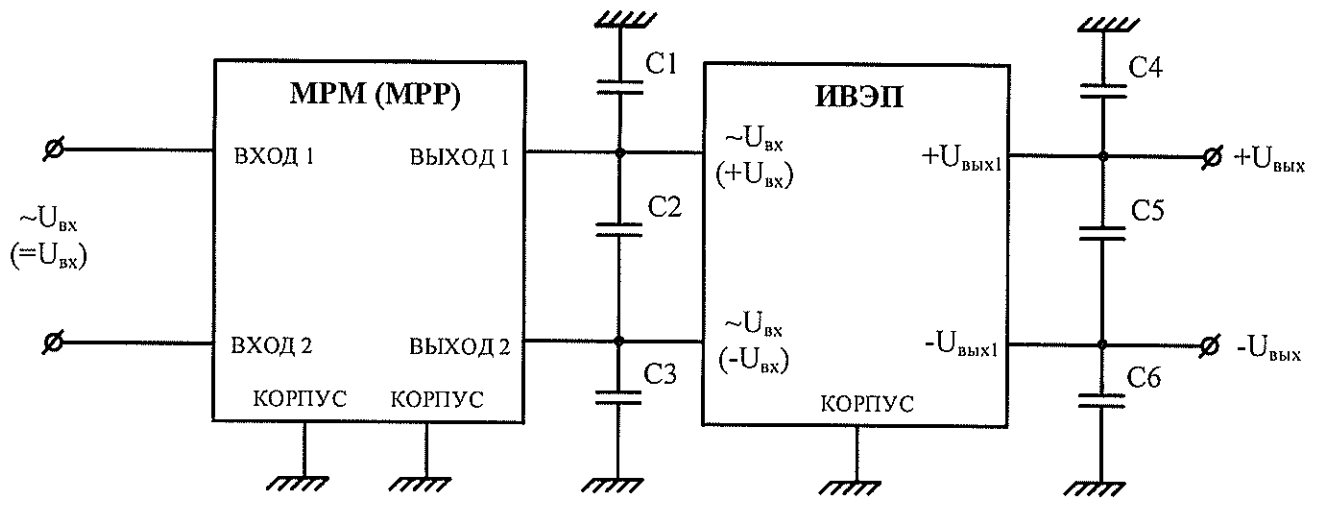


Рисунок 9.1

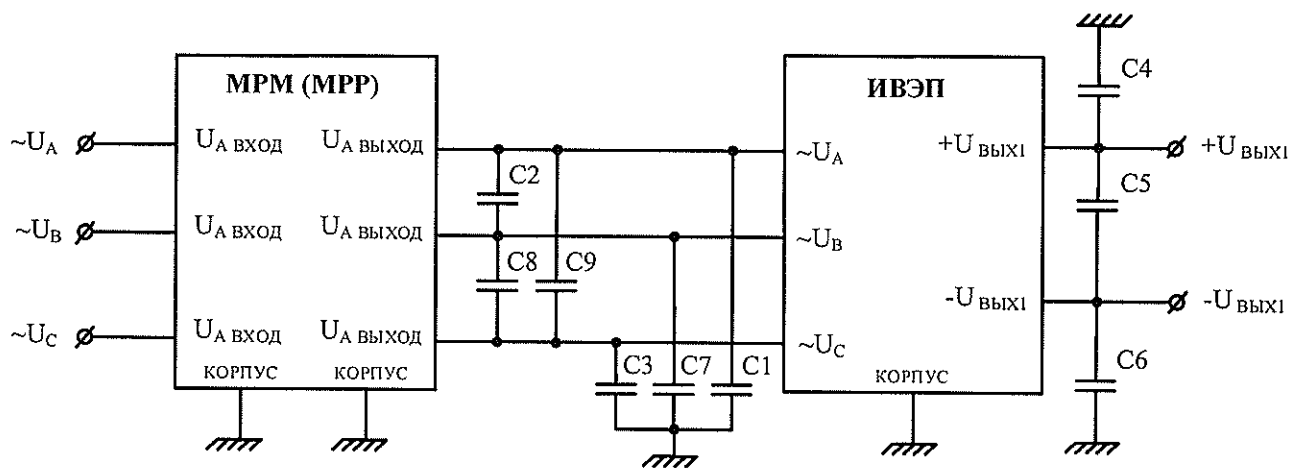


Рисунок 9.2

Для повышения эффективности работы модуля защиты и фильтрации совместно с ИВЭП возможна установка внешних дополнительных керамических конденсаторов C1, C3, C4, C6, C7, например, типа К15-20в (предпочтительно), К15-20б, а также металлопленочных или металлизированных конденсаторов C2, C5, C8, C9, например, типа К73-17 или К78-2 соответствующего напряжения, как показано на рисунках 9.1, 9.2.

Емкость конденсаторов выбирается согласно таблице 9.3.

Изн. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Изн. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Таблица 9.3 -- Варианты использования ИВЭП с модулями защиты и фильтрации

В·мкФ

Обозначение модуля защиты и фильтрации	C1, C3, C4, C6, C7	C2, C8, C9	C5
МРМ4-С(К)	0,0047	0,1	0,47
МРР2-С(К)	0,0047	0,15	1,5
МРР3-С(К)	0,015	0,33	3,3
МРР2-П(Т)	0,0033	0,1	2,2
МРР4-П(Т)	0,01	0,47	10

К одному модулю защиты и фильтрации могут быть подключены несколько ИВЭП, если суммарный входной ток ИВЭП не превышает проходной ток модуля защиты и фильтрации.

Варианты использования ИВЭП серий МАА, МДД с модулями защиты и фильтрации серий МРМ, МРР БКЮС.468240.004ТУ приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4 -- Варианты использования ИВЭП с модулями защиты и фильтрации

Обозначение ИВЭП	Обозначение модуля защиты и фильтрации													
	МРМ4-К1АМ(У)	МРМ4-С1АМ(У)	МРР2-К3АМУ	МРР2-С3АМУ	МРР2-К7,5АМУ	МРР2-С7,5АМУ	МРР3-К7,5АМУ	МРР3-С7,5АМУ	МРР3-К15АМУ	МРР3-С15АМУ	МРР2-П5АМУ	МРР2-Т5АМУ	МРР4-П25АМУ	МРР4-Т25АМУ
МАА(МДД) 20	+	+												
МАА(МДД) 40	+	+												
МАА(МДД) 50	+	+												
МАА(МДД) 75		+	+											
МАА(МДД) 100		+	+	+										
МАА(МДД) 150			+	+										
МАА(МДД) 180			+	+	+									
МАА(МДД) 200				+	+									
МАА(МДД) 300				+	+	+								

Ив. № подл.	7673	Подпись и дата	07.06.23	Взамен инв. №		Ив. № дубл.		Подпись и дата	
-------------	------	----------------	----------	---------------	--	-------------	--	----------------	--

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						78

Окончание таблицы 9.4

МАО(МДД) 400					+	+	+	+	+						
МАО(МДД) 600								+		+	+				
МАО(МДД) 800								+		+	+	+			
МАО(МДД) 900								+		+	+	+			
МАО(МДД) 1200											+	+			
МДД 1500, МДД 2000												+			
МАО 900-1П(Т)													+	+	+
МАО 1500-1П(Т)														+	+
МАО 2000-1П(Т)														+	+

Рекомендации по выбору и применению входных и выходных фильтров МРМ, МРО, МРР БКЮС.468240.004ТУ, БКЮС.468240.003ТУ, БКЮС.468240.003-01ТУ приведены в руководящих технических материалах БКЮС.681468.240Д1.

9.10 Функция подстройки выходного напряжения позволяет изменить выходное напряжение одноканальных ИВЭП в пределах  $\pm 5\%$  или  $\pm 10\%$  в зависимости от модификации модуля в соответствии с 4.3.20.

Функция регулировки в одноканальных ИВЭП мощностью от 600 до 2000 Вт с индексом Д в конце обозначения позволяет регулировать выходное напряжение в диапазоне от  $0,5U_{\text{вых ном}}$  до  $U_{\text{вых ном}}$ .

Для повышения выходного напряжения одноканальных ИВЭП на  $5\%$  ( $10\%$ ) необходимо соединить выводы «Рег» и « $-U_{\text{вых1}}$ » («-ОС»).

Для повышения выходного напряжения ИВЭП менее чем на  $5\%$  ( $10\%$ ) между выводами «Рег» и « $-U_{\text{вых1}}$ » («-ОС») необходимо установить резистор R1 (рисунок 9.3а), величина которого рассчитывается по формуле (9.1):

$$R1 = [2,1 \times (U_{\text{вых ном}} - 2,5) / (U_{\text{вых}} - U_{\text{вых ном}})] - K1, \text{ КОМ}, \quad (9.1)$$

где  $U_{\text{вых ном}}$  – номинальное выходное напряжение ИВЭП, В;

$U_{\text{вых}}$  – требуемое выходное напряжение ИВЭП от  $U_{\text{ном}}$  до  $1,05 U_{\text{ном}}$  ( $1,1 U_{\text{ном}}$ ), В;

$K1 = K_{+5\%}$  – коэффициент, определяемый из таблицы 9.5 для ИВЭП с подстройкой  $\pm 5\%$ ;

Инд. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						79

$K1 = K_{+10} \%$  – коэффициент, определяемый из таблицы 9.5 для ИВЭП с подстройкой  $\pm 10 \%$ .

Для понижения напряжения на выходе одноканальных ИВЭП на  $5 \%$  ( $10 \%$ ) необходимо соединить выводы «Рег» и « $+U_{\text{вых}1}$ » («+ОС»).

Для снижения выходного напряжения ИВЭП менее чем на  $5 \%$  ( $10 \%$ ) между выводами «Рег» и « $+U_{\text{вых}1}$ » («+ОС») необходимо установить резистор  $R2$  (рисунок 9.3б), величина которого рассчитывается по формуле (9.2).

$$R2 = [(U_{\text{вых ном}} - 2,9) \times (U_{\text{вых ном}} - 2,5) / (U_{\text{вых ном}} - U_{\text{вых}})] - K2, \text{ кОм}, \quad (9.2)$$

где  $U_{\text{вых ном}}$  – номинальное выходное напряжение ИВЭП, В;

$U_{\text{вых}}$  – требуемое выходное напряжение ИВЭП от  $U_{\text{ном}}$  до  $0,95U_{\text{ном}}$  ( $0,9U_{\text{ном}}$ ), В;

$K2 = K_{-5} \%$  – коэффициент, определяемый из таблицы 9.6 для ИВЭП с подстройкой  $\pm 5 \%$ ;

$K2 = K_{-10} \%$  – коэффициент, определяемый из таблицы 9.6, для ИВЭП с подстройкой  $\pm 10 \%$ .

Для ИВЭП с регулировкой в заданном диапазоне от  $U_{\text{ном}}$  до  $0,5U_{\text{ном}}$  (ИВЭП с индексом Д в конце обозначения) необходимо установить переменный резистор  $R2$  мощностью не менее  $0,25$  Вт между выводами «Рег» и « $+U_{\text{вых}1}$ » (рисунок 9.3 б).

При регулировке  $U_{\text{вых}}$  от  $U_{\text{ном}}$  до  $0,5U_{\text{ном}}$  значение сопротивления резистора  $R2$  определяется в соответствии с формулой (9.3).

$$R2 = [(U_{\text{вых}} - 2,9) \times (U_{\text{вых ном}} - 2,5) / (U_{\text{вых ном}} - U_{\text{вых}})] - K3, \text{ кОм}, \quad (9.3)$$

где  $U_{\text{вых ном}}$  – номинальное выходное напряжение ИВЭП, В;

$U_{\text{вых}}$  – требуемое выходное напряжение ИВЭП (от  $U_{\text{ном}}$  до  $0,5U_{\text{ном}}$ ), В

$K3 = K_{-50} \%$  – коэффициент, определяемый из таблицы 9.7.

При регулировке в заданном диапазоне (для ИВЭП с индексом Д в конце обозначения) необходимо установить переменный резистор  $R2 = 22 - 150$  кОм,  $0,5$  Вт. Выходное напряжение ИВЭП без установленного резистора  $R2$  соответствует верхнему значению диапазона регулирования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
7673					

БКЮС.436610.007-01ТУ

$U_{\text{НОМ}}, \text{В}$	$K_{+5} \%$	$K_{+10} \%$
1	2	3
3,3	10,18	5,09
5	21,00	10,50
6	24,50	12,25
9	30,33	15,17
12	33,25	16,63
15	35,00	17,50
20	36,75	18,38
24	37,63	18,81
27	38,11	19,06
36	39,08	19,54
48	39,81	19,91
54	40,06	20,03
68	40,46	20,23
80	40,69	20,34

$U_{\text{НОМ}}, \text{В}$	$K_{-5} \%$	$K_{-10} \%$
1	2	3
3,3	1,14	0,17
5	18,50	8,00
6	32,67	14,58
9	81,61	37,56
12	134,58	62,54
15	189,17	88,33
20	281,75	132,13
24	356,54	167,52
27	412,87	194,19
36	582,53	274,51
48	809,52	382,01
54	923,19	435,84
68	1188,63	561,57
80	1416,31	669,41

Таблица 9.5

Таблица 9.6

$U_{\text{НОМ}}, \text{В}$	$K_{-50} \%$
6	0,12
9	2,31
12	4,91
15	7,67
20	12,43
24	16,30
27	19,24
36	28,10
48	40,00
54	45,97
68	59,91
80	71,88

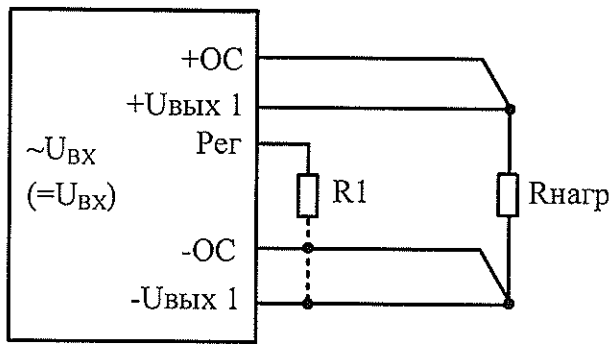
Таблица 9.7

Инд. № подл.	7673	Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

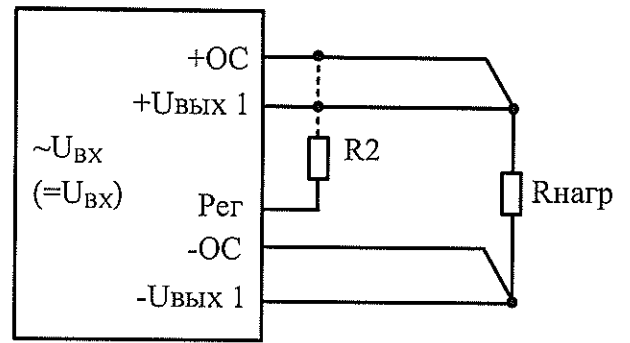
БКЮС.436610.007-01ТУ

Лист

81

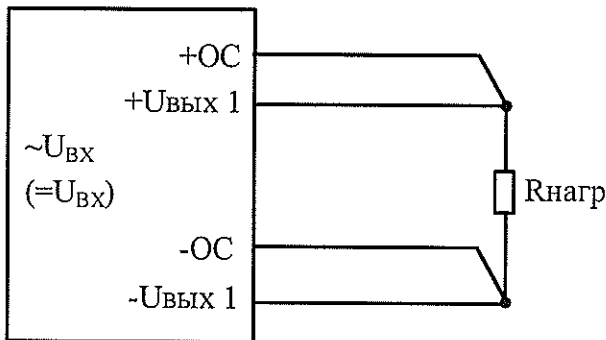


а)

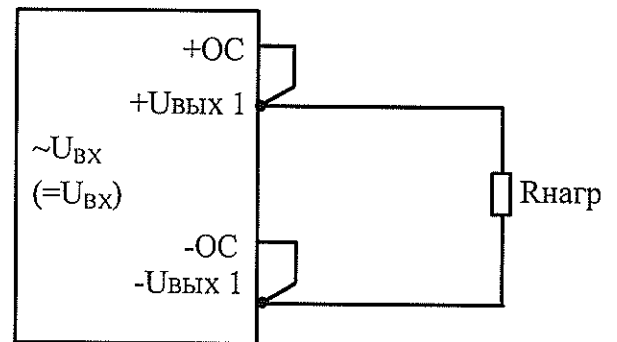


б)

Рисунок 9.3



а)



б)

Рисунок 9.4

9.11 Повышение точности стабилизации. Для компенсации падения напряжения на контактах и проводах, предотвращения влияния омических сопротивлений проводов и контактов на точность стабилизации напряжения при изменении нагрузки ИВЭП с индексом Р в конце обозначения с выносной обратной связью должны быть подключены по цепи обратной связи ОС непосредственно к нагрузке (рисунок 9.4а). Подключение витой парой, диаметр проводников  $d \geq 0,2$  мм.

В случае, если обратная связь не используется, вывод «+ОС» должен быть соединён с выводом «+U<sub>вых</sub>», а вывод «-ОС» должен быть соединён с выводом «-U<sub>вых</sub>» (рисунок 9.4б).

9.12 Параллельная работа. ИВЭП с индексом Р в конце обозначения с возможностью параллельного соединения выходов допускают параллельное соединение ИВЭП до девяти ИВЭП по выходу при работе на общую нагрузку и

Инд. № подл.	7673
Подпись и дата	МШ 07.06.23
Взамен инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

обеспечивают наращивание мощности до 4860 Вт для МАА600-1-Р, до 6480 Вт для МАА800-1-Р, до 7290 Вт для МАА900-1-Р, и МАА900-1П(Т)-Р, 9720 Вт для МАА1200-1-Р, 12150 Вт для МАА1500-1П(Т)-Р, 16200 Вт для МАА2000-1П(Т)-Р.

Мощность нагрузки рассчитывается исходя из того, что суммарная мощность должна быть равна  $N \times P_{\text{ВЫХ}}$ ,

где  $P_{\text{ВЫХ}}$  – выходная мощность каждого ИВЭП с коэффициентом загрузки не более 0,9;

$N$  – количество ИВЭП ( $N \leq 9$ ).

Выходы «+ОС», «-ОС» каждого ИВЭП подключаются непосредственно к нагрузке в одной точке (рисунок 9.5а для однофазной сети и сети постоянного тока, рисунок 9.5б для трехфазной сети) для компенсации падения напряжения на проводах и контактах. Длина проводников, соединяющих ИВЭП с нагрузкой (для каждого ИВЭП), не должна превышать 10 м.

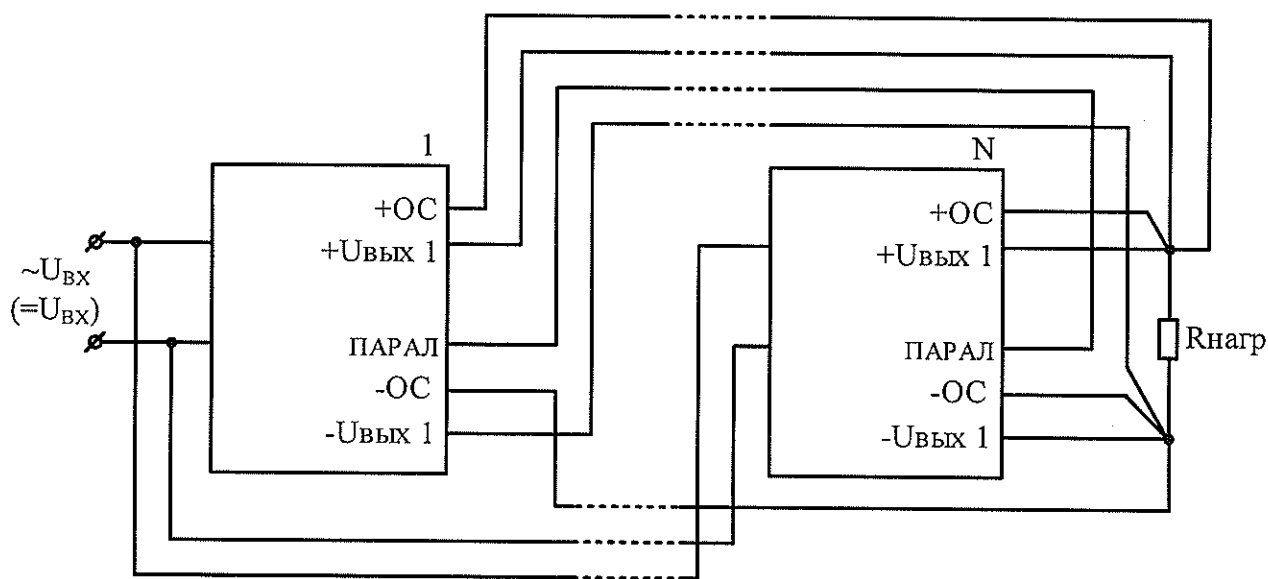


Рисунок 9.5а

Инд. № подл. 7673	Подпись и дата <i>ММ</i> 07.06.23	Взамен инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

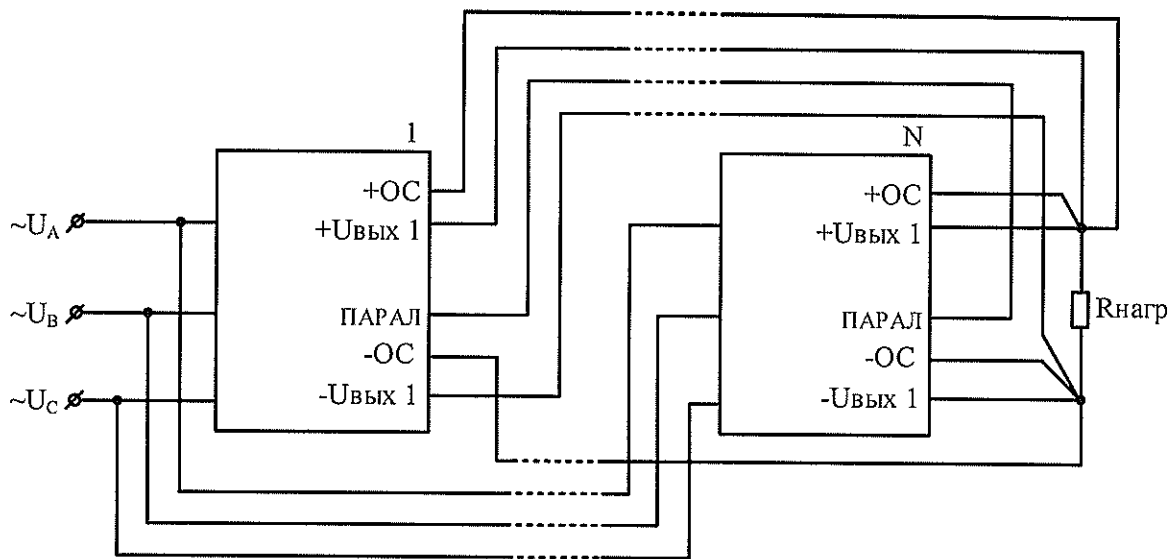


Рисунок 9.56

9.13 Повышение надёжности. Возможность параллельного включения, выносная обратная связь в ИВЭП с индексом Р в конце обозначения позволяют создавать на их основе надёжные системы электропитания по схеме резервирования N+1, где N ИВЭП обеспечивают мощность нагрузки  $R_n$ , а один ИВЭП мощностью  $R_n / N$  используется, как резерв.

Предположим, что полная нагрузка системы 2430 Вт, в этом случае для электропитания требуются три МАА900-1-Р с коэффициентом загрузки не более 0,9, четвертый – это резерв. Диоды, включенные на выходе каждого ИВЭП (рисунок 9.6а для однофазной сети и сети постоянного тока, рисунок 9.6б для трехфазной сети), защищают систему от КЗ по выходу отказавшего ИВЭП, а также позволяют упростить индикацию отказа ИВЭП.

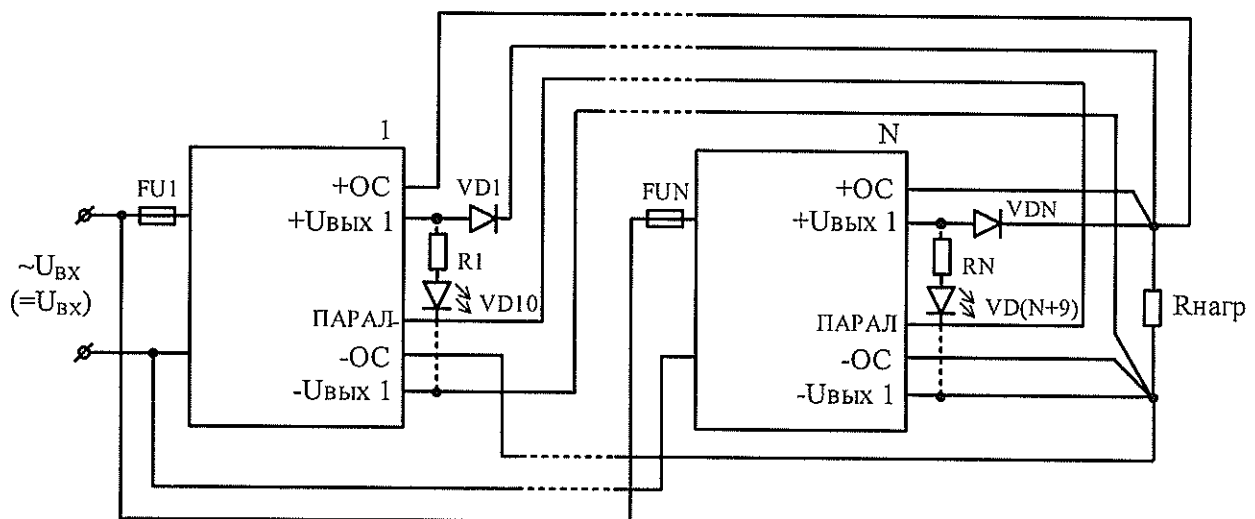


Рисунок 9.6а

Инд. № подл.	7673
Подпись и дата	ММ 07.06.23
Взамен инв. №	
Индв. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

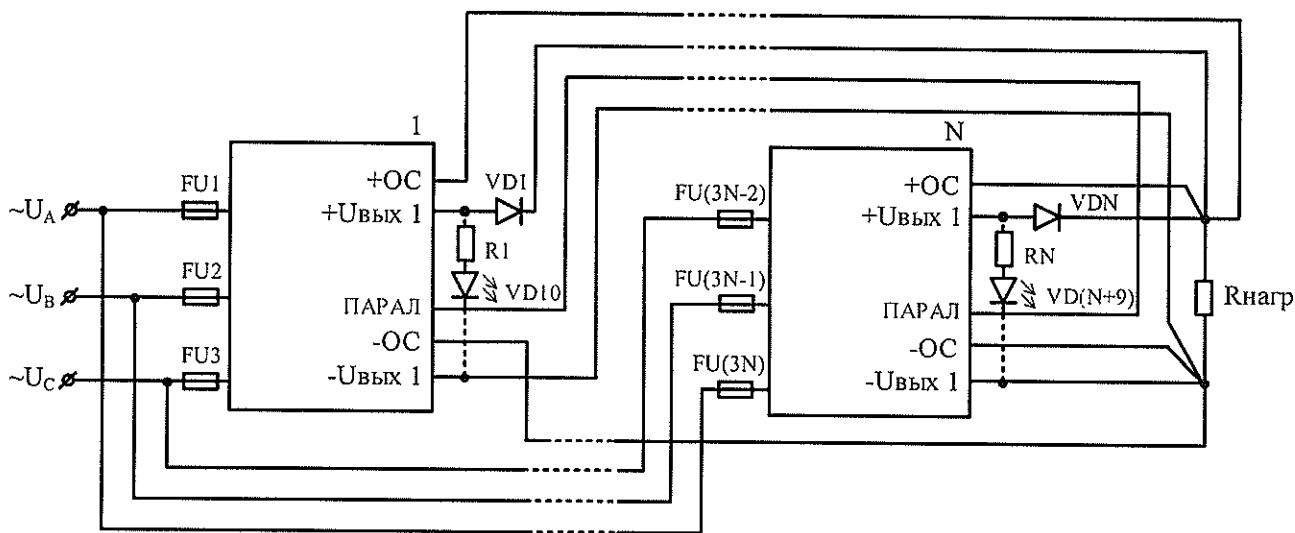


Рисунок 9.66

Увеличение среднего времени между отказами ( $T_{ср_c}$ ) для системы электропитания с резервированием  $N+1$  достигает значения

$$T_{ср_c} = \frac{T_{ср_m}^2}{T_B \times \prod_{j=0}^{N+1} (N+j)}, \quad (9.4)$$

где  $T_B$  – время замены ИВЭП;

$T_{ср_m}$  – среднее время наработки на отказ одного ИВЭП;

$N$  – минимальное количество ИВЭП, необходимое для обеспечения требуемой мощности нагрузки.

$$N = \frac{P_n}{P_m}, \quad (9.5)$$

где  $P_n$  – требуемая мощность нагрузки;

$P_m$  – мощность одного ИВЭП.

Система обладает такой высокой надёжностью только при условии своевременной замены ИВЭП, поэтому система должна иметь индикацию ( $R1-RN$ ,  $VD10 - VD(N+9)$ ) или дистанционную сигнализацию оператору об отказавшем ИВЭП.

9.14 Для измерения пульсации выходного напряжения можно пользоваться приспособлением, эскиз которого изображен на рисунке 9.7.

Инд. № подл.	7673
Подпись и дата	<i>ММ</i> 07.06.23
Взамен инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЮС.436610.007-01ТУ

Слева распаивается коаксиальный кабель или витая пара (длина 30 мм), идущий от выходных контактов ИВЭП, справа – коаксиальный кабель к осциллографу. Плата изготавливается из фольгированного стеклотекстолита. Неэкранированные концы кабеля должны быть длиной не более 10 мм. Щуп для измерения пульсаций имеет обозначение БКЮС.685119.101 и поставляется предприятием. Применение щупа обеспечивает однозначность результатов измерения на предприятии и у заказчика.

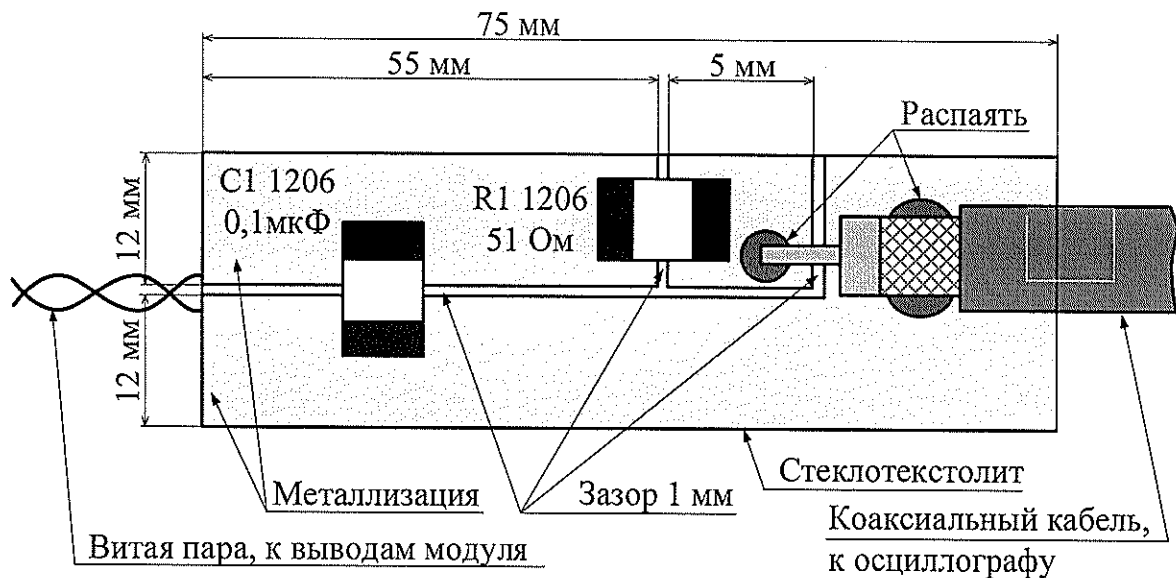


Рисунок 9.7

9.15 ИВЭП, предназначенные для питания от однофазных сетей переменного напряжения  $\sim 115$  В и  $\sim 220$  В, могут работать от постоянного напряжения 114 – 195 В и 264 – 341 В соответственно. При этом полярность, подаваемого напряжения не регламентируется.

ИВЭП, предназначенные для питания от трехфазных сетей переменного напряжения  $\sim 220$  В и  $\sim 380$  В, могут работать от постоянного напряжения 264 – 357 В и 455 – 616 В соответственно. При этом напряжение подается между любыми двумя контактами « $\sim U_A$ », « $\sim U_B$ », « $\sim U_C$ », полярность не регламентируется.

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

ИВЭП	Подпись и дата								
	Изнв. № дубл.								
	Взамен изв. №								
	Подпись и дата	ИИ	07.06.23						
	Изнв. № подл.	7673							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ			

## 10 Гарантии изготовителя

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества ИВЭП требованиям настоящих ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации, установленных в настоящих ТУ.

10.2 Гарантийный срок – 20 лет со дня приемки ВП.

10.3 Гарантийная наработка 30 000 часов в пределах гарантийного срока при неограниченном количестве включений.

10.4 При взаимоотношениях изготовителя (поставщика) ИВЭП и потребителя по вопросам качества ИВЭП следует руководствоваться ГОСТ РВ 20.57.417-97.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		
7673	<i>ММ</i> 07.06.23					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЮС.436610.007-01ТУ	Лист
						87