

# ЭЛЕКТРУМ АВ

## Паспорт

## Модули контроля

### Модули контроля напряжения

#### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

# МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ КОММУТИРУЕМОГО НАПРЯЖЕНИЯ МККНМ

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль контроля коммутируемого напряжения модернизированный (далее модуль или МККНМ) предназначен для коммутации и контроля напряжения нагрузки. МККНМ предназначен для использования в схемах, где требуется плавный заряд фильтрующих конденсаторов, снятие набросов напряжения создаваемых нагрузкой и, в частности, в схемах управления электродвигателями различных типов.

МККНМ выполняет следующие функции:

- коммутацию силового напряжения;
- контроль коммутируемого напряжения путём включения/выключения тормозного и зарядного транзисторов;
- регулировку порогов включения/выключения транзисторов;
- регулировку длительности задержки срабатывания транзисторов;
- возможность питания непосредственно от силовой цепи.

МККНМ обеспечивает работу и защиту нагрузки мощностью до 18 кВт. МККНМ выпускается с различными типами радиаторов, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МККНМ выпускается с различными типами силовых сборок и на различные контролируемые напряжения. МККНМ выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А. Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток) используемых в модуле транзисторов. МККНМ выпускается на напряжения 100, 200, 600 и 1200 В, что соответствует значениям 1, 2, 6 и 12 в названии модуля. При этом максимальное напряжение питания для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4), что обусловлено мерами безопасности при работе силовых транзисторов.

Модули на напряжение 100 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А;

Модули на напряжение 200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50 и 70 А;

Модули на напряжение 600 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А

Модули на напряжение 1200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А;

Варианты силовой сборки:

«А» - без выпрямительного моста для подключения модуля к источнику постоянного напряжения.

«Б» - с трёхфазным выпрямительным мостом, для подключения модуля к источнику одно- или трёхфазного переменного напряжения.

На рисунке 2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МККНМ.



Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, МККНМ-50-12Б – МККНМ с максимальным поддерживаемым током нагрузки 50 А на напряжение 1200 В с выпрямительным мостом.

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Модуль МККНМ представляет собой сборку схемы управления транзисторами и собственно силовых транзисторов, защитных обратных диодов и выпрямительных диодов (для типа силовой сборки «Б»). Структурная схема МККНМ представлена на рисунке 3.1.

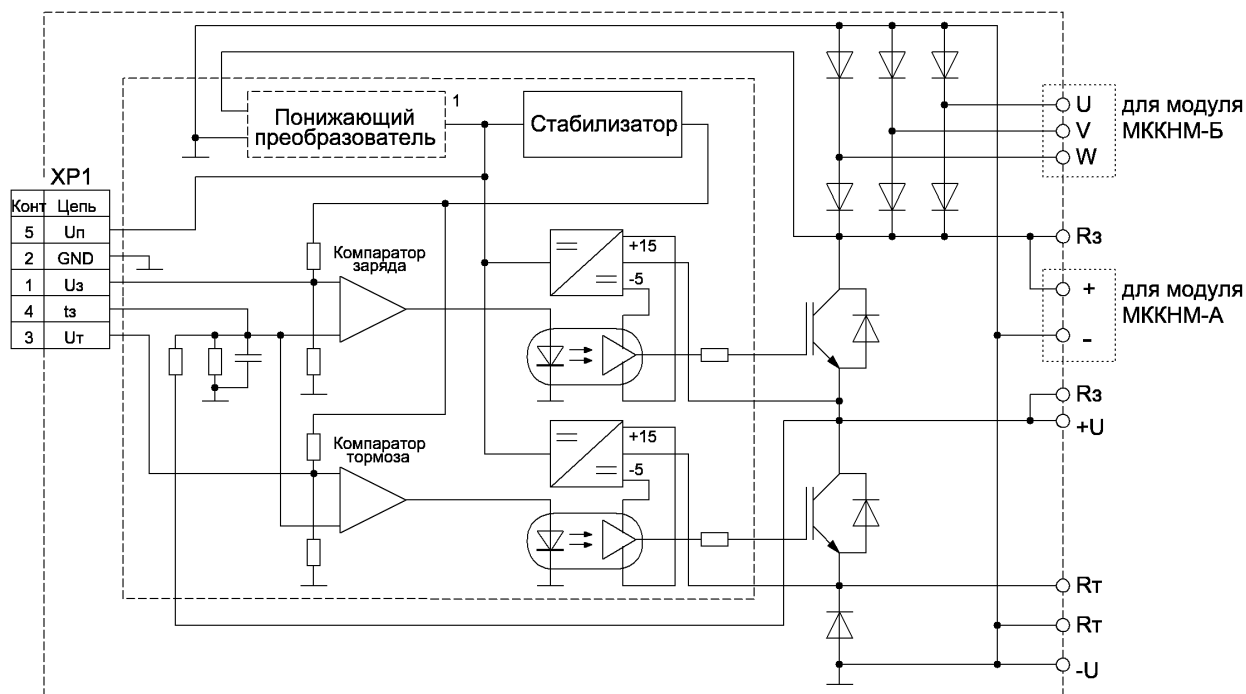


Рисунок 3.1 - Структурная схема МККНМ

1- понижающий преобразователь устанавливается только для модулей 1, 2, 6-ого классов.

Разъём XP1 представляет собой ряд контактов PLS-4 с ответной частью типа PBS-4. Разъём предназначен для настройки управления модуля. Силовые контакты - резьбовые контакты под винт M5 (см. габаритные чертежи). Назначение выводов разъёма XP1 и назначение силовых выводов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов МККН

Вывод	Обозначение	Назначение
XP1:1	Uз	Вывод настройки порога срабатывания зарядного транзистора
XP1:2	GND	Общий вывод силовых и управляющих цепей
XP1:3	Ut	Вывод настройки порога срабатывания тормозного транзистора
XP1:4	tz	Вывод настройки длительности задержки срабатывания транзисторов
XP1:5	Up	Напряжение питания схемы управления (для модулей 12-ого класса)
Силовые выходы	+, -	Выводы подключения силового источника постоянного напряжения (для варианта МККНМ-А)
	U, V, W	Выводы подключения одно- или трёхфазного переменного напряжения (для варианта МККНМ-Б)
	+U, -U	Выводы подключения нагрузки
	Rт	Выводы подключения тормозного резистора
	Rз	Выводы подключения зарядного резистора

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые параметры цепей управления (при  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
<b>Параметры схемы управления</b>						
Напряжение питания от силовой цепи	$U_{\text{пс}}$	В	21		400	для модулей 1, 2, 6 классов
Напряжение питания от внешнего источника	$U_{\text{пи}}$	В	13,5		20	для модулей 12 класса
Ток потребления от силовой цепи	$I_{\text{пс}}$	мА		30	50	$U_{\text{пс}} = 350\text{В}$
Ток потребления от внешнего источника	$I_{\text{пи}}$	мА		70	120	$U_{\text{пи}} = 15\text{ В}$
Задержка срабатывания транзисторов	$t_{\text{зy}}$	мкс		7	10	Настраивается потребителем
Диапазон контролируемого напряжения	$U_{\text{к}}$	В	21		1000	
Напряжение срабатывания тормозного транзистора (настраивается потребителем)	$U_{\text{т}}$	В		70		МККНМ-х-1
				150		МККНМ-х-2
				400		МККНМ-х-6
				700		МККНМ-х-12
Напряжение срабатывания зарядного транзистора (настраивается потребителем)	$U_{\text{з}}$	В		25		МККНМ-х-1
				55		МККНМ-х-2
				150		МККНМ-х-6
				270		МККНМ-х-12
Гистерезис срабатывания транзисторов	$\gamma$	%	5	8		
<b>Параметры изоляции</b>						
Напряжение изоляции по постоянному току силовых и управляющих цепей на корпус	$U_{\text{isol}}$	В	1000			МККНМ-х-1(2)
			4000			МККНМ-х-6(12)
<b>Параметры эксплуатации и хранения</b>						
Рабочий диапазон температур	$t_{\text{А}}$	$^{\circ}\text{C}$	-40		+85	
Температура хранения	$t_{\text{с}}$	$^{\circ}\text{C}$	-60		+100	

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые параметры диодов выпрямительного моста.

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Максимальное обратное напряжение диодов	$U_{\text{RRM}}$	В			1200	
Максимальное падение напряжения на диоде на токе 10 А при $25^{\circ}\text{C}$	$U_{\text{FM}}$	В			1,65	
Максимальный действующий ток диодов при $100^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{FRMS}}$	А			155	
Максимальный импульсный ток диодов (10 мс) при $25^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{F(SM)}}$	А			1350	
Ток утечки диодов на 1200 В	$I_{\text{RRM}}$	мА			1	

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 1-го класса (МККНМ-х-1х)

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)	$U_{CE}$	В			100	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	$U_C$	В			70	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100°C	$I_C$	А			12	Ток 5 А
					23	Ток 10 А
					30	Ток 20 А
					40	Ток 30 А
					68	Ток 50 А
					97	Ток 70 А
					107	Ток 100 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25°C	$I_{CM}$	А			60	Ток 5 А
					110	Ток 10 А
					140	Ток 20 А
					230	Ток 30 А
					380	Ток 50 А
					550	Ток 70 А
					600	Ток 100 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	$P_D$	Вт			5,5	Ток 5 А
					11	Ток 10 А
					36	Ток 20 А
					52	Ток 30 А
					75	Ток 50 А
					105	Ток 70 А
					200	Ток 100 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	$I_{ces}$	мкА			100	

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 2-го класса (МККНМ-х-2х)

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)	$U_{CE}$	В			200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	$U_C$	В			150	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100°C	$I_C$	А			11	Ток 5 А
					17	Ток 10 А
					32	Ток 20 А
					44	Ток 30 А
					66	Ток 50 А
					76	Ток 70 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25°C	$I_{CM}$	А			70	Ток 5 А
					90	Ток 10 А
					180	Ток 20 А
					260	Ток 30 А
					380	Ток 50 А
					420	Ток 70 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	$P_D$	Вт			10	Ток 5 А
					25	Ток 10 А
					55	Ток 20 А
					55	Ток 30 А
					125	Ток 50 А
					270	Ток 70 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	$I_{ces}$	мкА			100	

Таблица 4.5 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 6-го класса (МККНМ-х-6х)

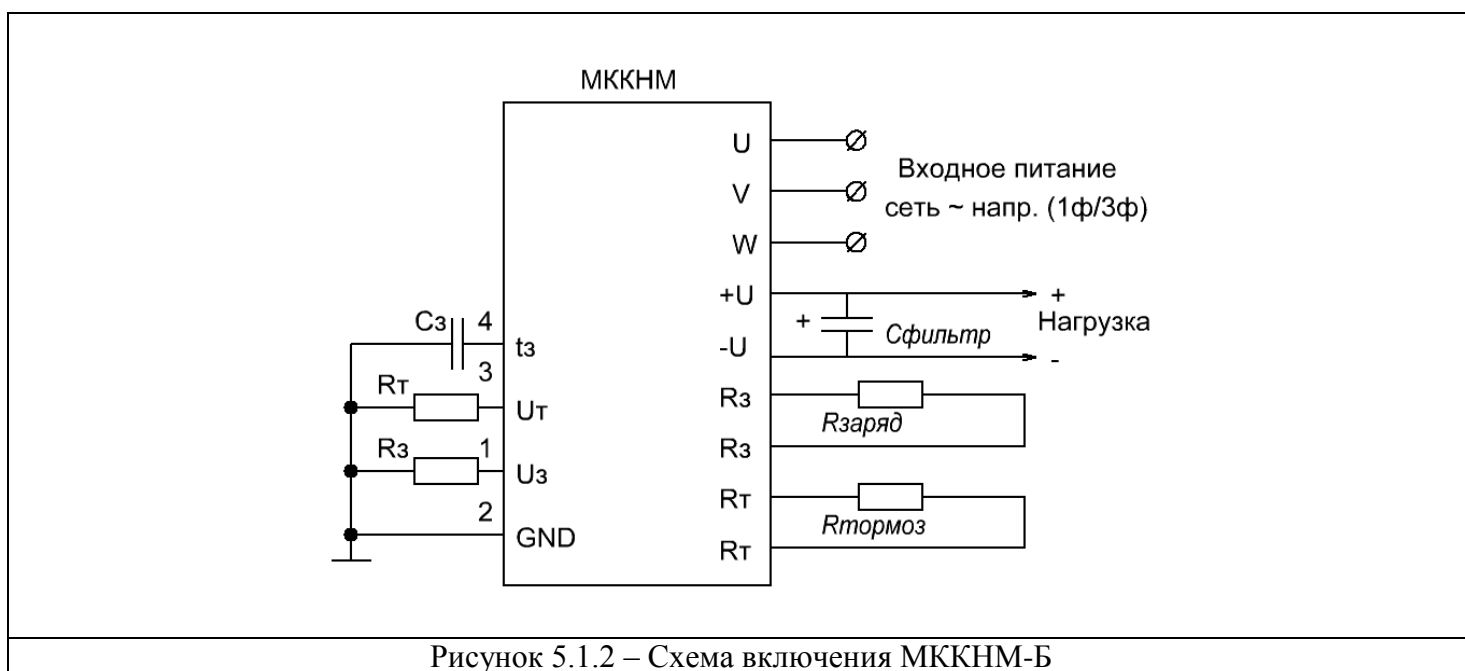
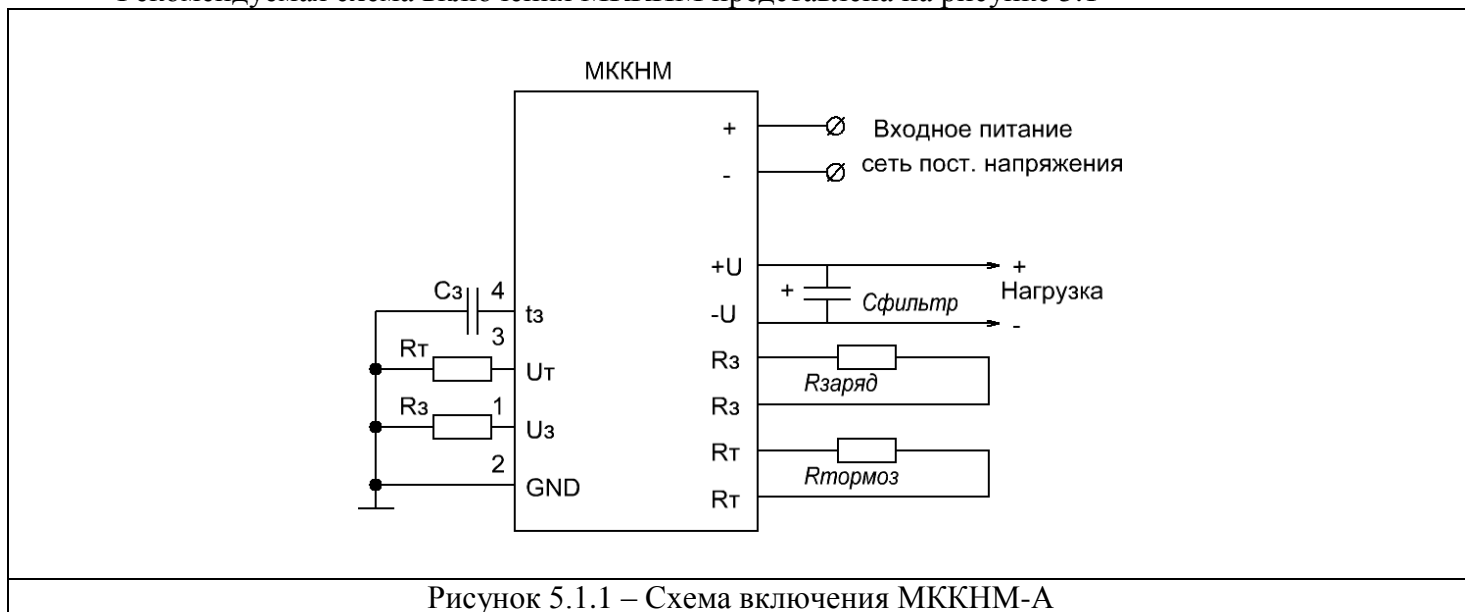
Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)	$U_{CE}$	В			600	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	$U_C$	В			400	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100°C	$I_C$	А			11	Ток 5 А
					16	Ток 10 А
					30	Ток 20 А
					60	Ток 30 А
					60	Ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25°C	$I_{CM}$	А			35	Ток 5 А
					60	Ток 10 А
					105	Ток 20 А
					240	Ток 30 А
					240	Ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	$P_D$	Вт			20	Ток 5 А
					45	Ток 10 А
					80	Ток 20 А
					90	Ток 30 А
					280	Ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	$I_{ces}$	мкА			100	

Таблица 4.6 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых ключей для модулей 12-го класса (МККНМ-х-12х)

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток)	$U_{CE}$	В			1200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	$U_C$	В			700	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100°C	$I_C$	А			10	Ток 5 А
					15	Ток 10 А
					24	Ток 20 А
					60	Ток 30 А
					60	Ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25°C	$I_{CM}$	А			40	Ток 5 А
					60	Ток 10 А
					90	Ток 20 А
					240	Ток 30 А
					240	Ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	$P_D$	Вт			25	Ток 5 А
					65	Ток 10 А
					160	Ток 20 А
					90	Ток 30 А
					280	Ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	$I_{ces}$	мкА			100	

## 5 РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

Рекомендуемая схема включения МККНМ представлена на рисунке 5.1



Модуль работает следующим образом. После увеличения напряжения на фильтрующем конденсаторе  $C_{\text{фильтр}}$  до порогового напряжения срабатывания зарядного транзистора ( $U_z$ ), зарядный транзистор открывается и шунтирует зарядный резистор  $R_{\text{заряд}}$ , тем самым осуществляется плавный и безопасный заряд ёмкости фильтра. При снижении напряжения ниже  $U_z$  зарядный транзистор снова закрывается и питание нагрузки осуществляется через зарядный резистор. При увеличении напряжения до порогового напряжения срабатывания тормозного транзистора ( $U_t$ ), тормозной транзистор открывается и подключает нагрузку через тормозной резистор  $R_{\text{тормоз}}$  к общему выводу источника коммутируемого напряжения, тем самым снимая наброс напряжения нагрузки. При снижении напряжения до допустимого уровня (ниже  $U_t$ ) тормозной транзистор закрывается.

**Внимание!** При отсутствии напряжения питания схемы управления нагрузка МККНМ будет находиться под напряжением (запитывается через зарядный резистор), при снижении напряжения силовой цепи ниже порога срабатывания зарядного транзистора нагрузка так же будет под напряжением (через зарядный резистор).

«tз». Вывод подключения конденсатора настройки длительности задержки срабатывания схемы управления. Увеличение длительности задержки рекомендуется в случае наличия в силовой цепи выбросов напряжения длительностью более 100...200 нс или в том случае, если допускается кратковременное повышение или понижение коммутируемого напряжения. Номинал подстроечного конденсатора должен лежать в диапазоне 100...2000 пФ, при этом задержки на срабатывание тормозного транзистора не нормируются, т.к. время задержки в значительной степени зависит от начального напряжения, с которого начинается выброс и от величины  $dU/dt$ .

«Uз». Вывод подключения резистора (резистор Rз на рисунке 5.1) настройки порога срабатывания зарядного транзистора (см. рисунок 5.2). Если требуется максимальное напряжения срабатывания (указанное в таблице 4.1), то данный вывод следует оставить незадействованным.

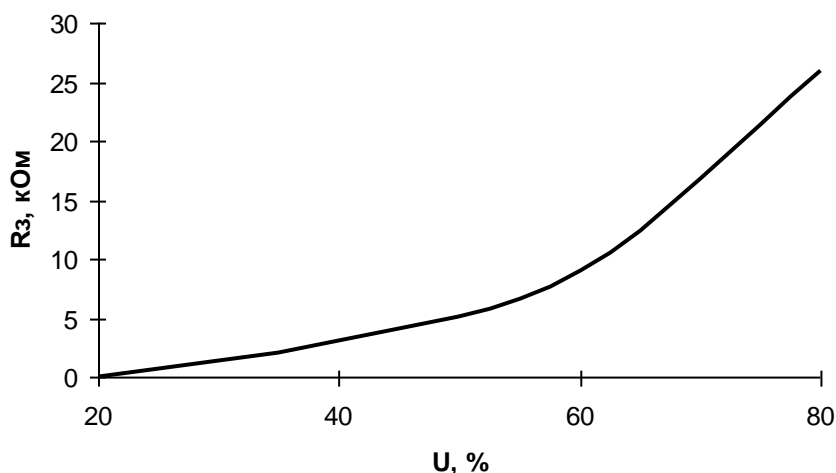


Рисунок 5.2 - График зависимости напряжения срабатывания зарядного транзистора (в процентах от максимального значения по таблице 4.1) от номинала резистора Rз

«Uп». Вывод питания схемы управления 12...18 В. Задействован для модулей 12-ого класса (для модулей 1, 2, 6-ого классов питание схемы управления осуществляется от силовой цепи), т.к. данные модули не имеют встроенного понижающего преобразователя.

«Ut». Вывод подключения резистора (резистор Rт на рисунке 5.1) настройки порога срабатывания тормозного транзистора (см. рисунок 5.3). Если требуется максимальное напряжения срабатывания (указанное в таблице 4.1), то данный вывод следует оставить незадействованным.

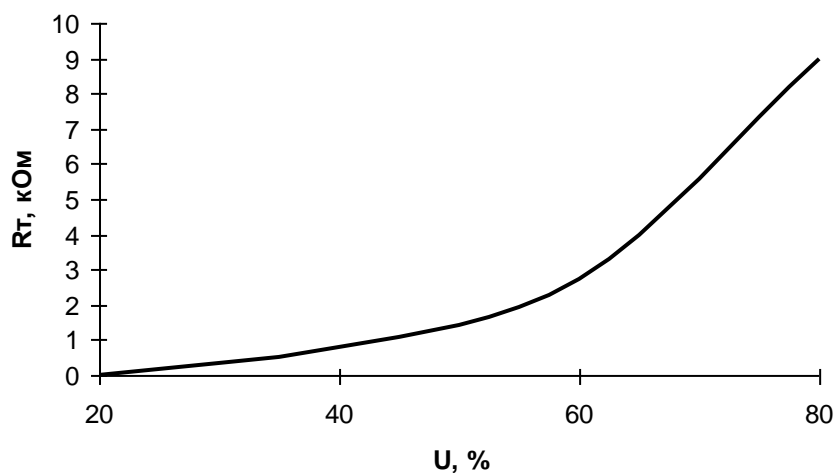


Рисунок 5.4 - График зависимости напряжения срабатывания тормозного транзистора (в процентах от максимального значения по таблице 4.1) от номинала резистора Rт

«GND». Общий вывод цепи управления. **Вывод соединён с общим выводом силовой цепи.**



## 6 СИЛОВЫЕ ВЫВОДЫ

«+», «-». Выводы подключения силового постоянного напряжения МККНМ-х-хА.

«U», «V», «W». Выводы подключения силового переменного напряжения МККНМ-х-хБ.

«+U», «-U». Выводы подключения нагрузки модуля. К этим же выводам подключается ёмкость фильтра  $C_{\text{фильтр}}$  (см. рисунок 5.1), необходимая для сглаживания полуволн с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя или иного типа нагрузки. Ёмкость  $C_{\text{фильтр}}$  рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности нагрузки, на который работает МККНМ. Ниже приведена таблица минимальных и рекомендуемых значений  $C_{\text{фильтр}}$  для однофазной сети.

Таблица 6.1 - Выбор ёмкостей для нагрузки различных мощностей.

Мощность нагрузки, кВт	Минимальная ёмкость, мкФ	Оптимальная ёмкость, мкФ
<0,51	100	300
0,75	200	500
1,1	200	500
1,5	250	750
2,2	400	1000
3,3	700	1500
5,1	1000	2500
7,5	1500	3500
11	2000	5000
15	3000	7000

Для трёхфазной сети допускается значение ёмкости фильтрующего конденсатора уменьшить на порядок меньше указанных. Допускается с целью увеличения максимально допустимого напряжения подключать конденсаторы последовательно, с выравнивающими резисторами порядка 75 кОм мощностью не менее 1 Вт.

«Rз». Выводы подключения зарядного резистора (см. рисунок 5.1). Зарядный резистор необходим и в том случае, если в нагрузке не установлен фильтрующий конденсатор, т.к. в случае отсутствия зарядного резистора МККНМ не включит зарядный транзистор. Номинал и мощность зарядного резистора следует выбирать исходя из нагрузочной способности источника питания, ёмкости фильтрующего конденсатора и амплитуды напряжения питания. Таким образом, зарядный резистор выбирается исходя только из конкретных условий работы схемы.

«Rт». Выводы подключения тормозного резистора (см. рисунок 5.1), необходимого для уменьшения наброса напряжения во время торможения. Сопротивление резистора следует выбирать для каждого конкретного случая, исходя из условий работы и останова двигателя, однако его номинал должен быть достаточным для того, чтобы ток торможения не превышал максимального среднего тока тормозного транзистора МККНМ.

Мощность резистора также выбирается исходя из условий работы и останова двигателя, однако здесь можно привести общий и корректный расчёт мощности тормозного резистора.

Необходимо вычислить коэффициент нагрузки (см. рисунок 6.1).

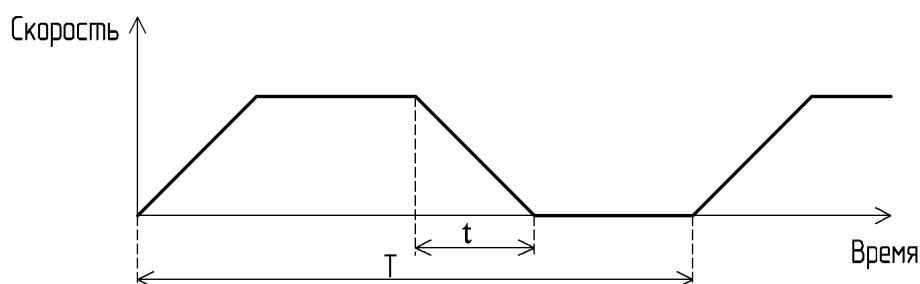


Рисунок 6.1 – Диаграмма работы двигателя.

Где  $t$  – время торможения,  $T$  - время цикла. Тогда коэффициент нагрузки ( $f_m$ ) определяется как  $f_m = (t/T)$ . К примеру, предполагается, что двигатель будет тормозить 10 с один раз в течение 10 мин. Тогда коэффициент нагрузки для данного случая будет равен  $f_m = 10/600 = 0,017$  или 1,7%.

В зависимости от тормозного момента и коэффициента нагрузки определяется поправочный коэффициент  $K_1$  (см. рисунок 6.2).

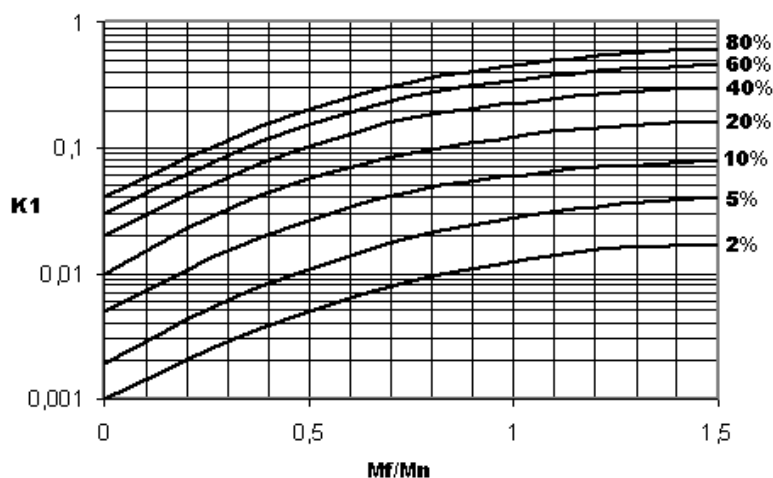


Рисунок 6.2 – Определение поправочного коэффициента  $K_1$

Где  $M_n$  – момент двигателя,  $M_f$  – тормозной момент двигателя.

Допустим, отношение тормозных моментов равно 0,5; коэффициент нагрузки был определён равным 1,6%. Для кривой соответствующей 2% (большее и ближайшее по значению) находится поправочный коэффициент  $K_1 = 0,005$ .

Не рекомендуется при значения коэффициента нагрузки значительно меньше 2% умозрительно дотраивать кривую и выбирать меньший коэффициент  $K_1$ ; значение в таком случае должно быть выбрано по кривой, соответствующей 2%.

При торможении допускается перегрузка тормозного резистора. Допустимая перегрузка определяется коэффициентом  $K_2$ , исходя из рисунка 6.3.

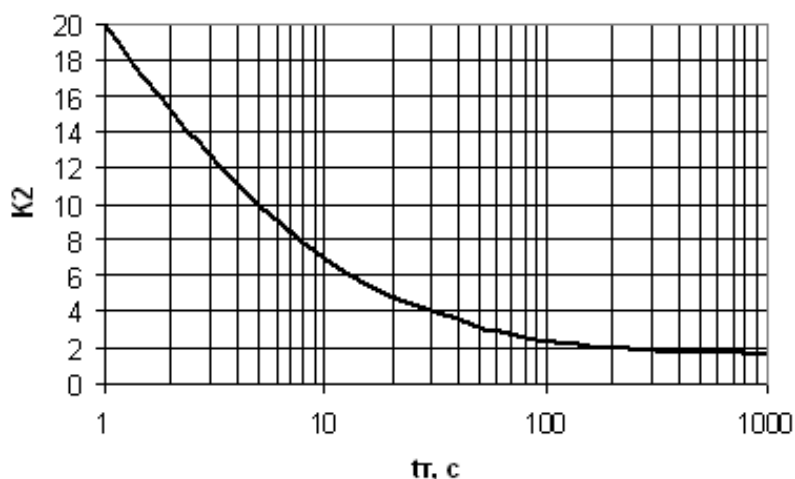


Рисунок 6.3 – Определение поправочного коэффициента  $K_2$

Ранее было предположено, что время торможения будет равно 10 с, тогда  $K_2 = 7$ .

Далее, определяется номинальная мощность тормозного резистора:  $P_p = P_d \times \eta_d \times K_1 \times (1 + 1/(K_2 \times f_m))$ , Вт.

Где  $P_p$  – мощность тормозного резистора,  $P_d$  – мощность двигателя,  $\eta_d$  – КПД двигателя. Допустим, мощность двигателя равна 11 кВт, а его КПД равен 0,85. Тогда для нашего примера  $P_p = 11000 \times 0,85 \times 0,005 \times (1 + 1/7 \times 0,017) = 440$  Вт. Таким образом, мощность тормозного резистора для данного случая должна быть не менее 0,5 кВт.

## 7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью винтов М5. Винты следует затягивать с крутящим моментом  $(5\pm 0,5)$  Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб, входящих в комплект поставки модуля.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей должно быть не менее  $5 \text{ мм}^2$  на токи до 10 А включительно и не менее  $10 \text{ мм}^2$  на токи свыше 20 А.

Управляющие выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $235^\circ\text{C}$ . Продолжительность пайки не более 3 с. При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземлённых низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

### Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом  $(5\pm 0,5)$  Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более 2,5 мкм и допуск плоскостности – не более 30 мкм. На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с помощью теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо довернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Ниже приведена таблица 7.1 соответствия МККНМ, потерь мощности на нём и необходимой площади охлаждения.

Таблица 7.1 – Необходимая площадь охлаждения для МККНМ различных типов.

Прибор	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Площадь охлаждения без принудительного обдува, не менее, см <sup>2</sup>
МККНМ-5-1	5	150
МККНМ-10-1	10	300
МККНМ-20-1	35	1000
МККНМ-30-1	50	1500
МККНМ-50-1	75	2000
МККНМ-70-1	100	3000
МККНМ-100-1	200	6000
МККНМ-5-2	10	300
МККНМ-10-2	25	750
МККНМ-20-2	50	1500
МККНМ-30-2	60	2000
МККНМ-50-2	130	4000
МККНМ-70-2	270	8000
МККНМ-5-6	20	500
МККНМ-10-6	50	1500
МККНМ-20-6	80	2500
МККНМ-30-6	100	3000
МККНМ-50-6	300	9000
МККНМ-5-12	25	750
МККНМ-10-12	70	2000
МККНМ-20-12	150	4000
МККНМ-30-12	100	3000
МККНМ-50-12	300	9000

Допускается меньшая площадь охлаждения в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо, если предусмотрено принудительное охлаждение. Таблица дана для модулей с типом силовой сборки «А». Если в состав модуля входит выпрямительный мост (тип силовой сборки «Б»), то необходимо увеличить площадь охлаждения не менее чем на 30% от указанной в таблице 7.1.

### Требования к эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

### **Требования безопасности**

1. Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасайтесь к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
3. Не подсоединяйте и не разъединяйте проводники и соединители пока на силовые цепи модуля подано питание.
4. При проведении каких-либо операций с силовыми выводами модуля после останова двигателя убедитесь в том, что конденсатор фильтра полностью разряжен.
5. Подключайте щуп осциллографа только после снятия силового напряжения и разряда ёмкости фильтра.
6. Не разбирайте и не переделывайте модуль. При необходимости разборки обращайтесь к производителю.
7. Если радиатор не заземлён не дотрагивайтесь до него, если на модуль подано силовое питание.
8. Не дотрагивайтесь до радиатора или разрядного сопротивления, поскольку их температура может быть значительной.
9. Если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключите электропитание и проверьте правильность подключения модуля.
10. Не обрызгивайте модуль водой и другими жидкостями

**Силовые цепи модуля гальванически не развязаны с цепями управления!  
Соблюдайте осторожность при эксплуатации!**

## **8 ТРЕБОВАНИ НАДЕЖНОСТИ**

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Модуль должен иметь ресурс не менее 10000 ч в течение срока службы 5 лет

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при  $\gamma = 90 \%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 9 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

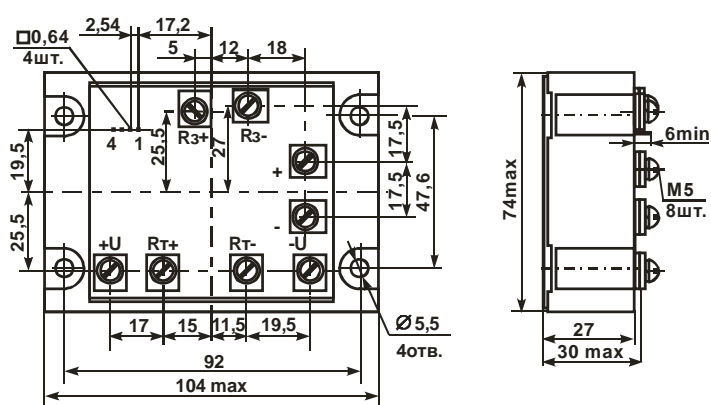


Рисунок 9.1 – Габаритные размеры МККНМ-х-хА, для 100, 200, 600 В

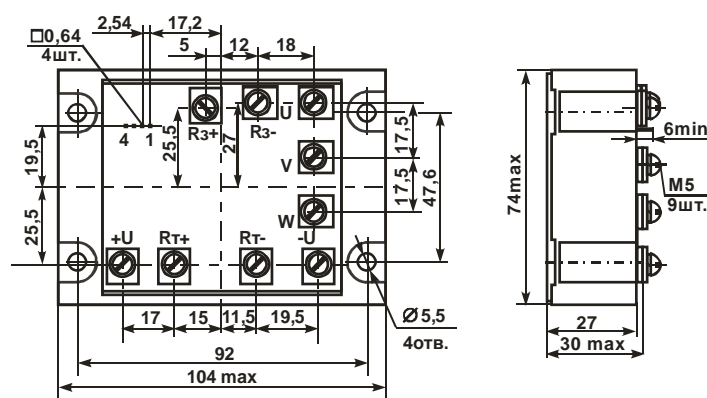


Рисунок 9.2 – Габаритные размеры МККНМ-х-хБ, для 100, 200, 600 В

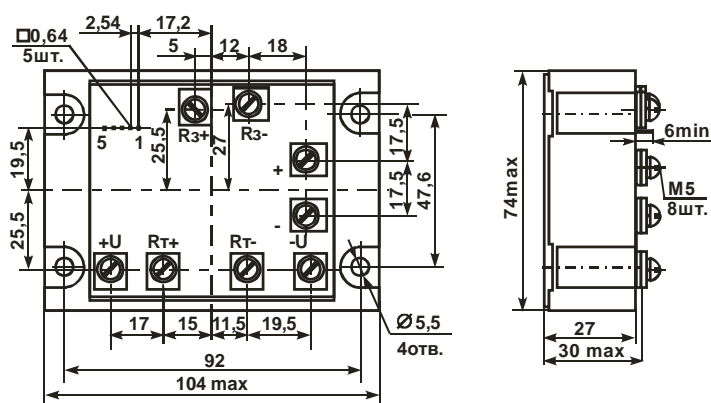


Рисунок 10.1 – Габаритные размеры МККНМ-х-хА, для 1200 В

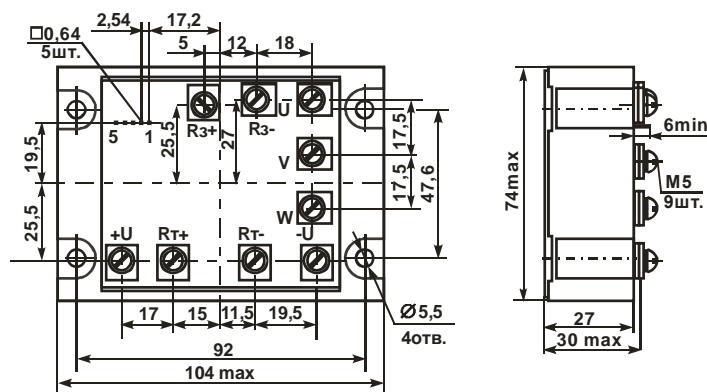


Рисунок 10.2 – Габаритные размеры МККНМ-х-хБ, для 1200 В

По заказу потребителя возможна поставка крепления для установки модуля на DIN-рейку. Рекомендуется установка на DIN-рейку модулей с номинальным током не более 10 А.

Драгоценных металлов не содержится.

## 10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Преобразователь \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 435611.003 ТУ

Место для штампа ОТК

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# МОДУЛИ ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ МО30-63-12; МО30-100-12; МО30-160-12; МО30-200-12; МО30-250-12

Модуль трехфазного регулируемого выпрямителя типа МО30 (в дальнейшем – модуль) предназначен для формирования из трехфазного напряжения сети 50 или 400 Гц выпрямленного пульсирующего напряжения, регулируемого фазовым методом. Величина напряжения регулируется подачей управляющего сигнала стандартного вида (0÷5 В, 0÷10 В, 4÷20 мА, 0÷5 мА, 0÷20 мА), изменение которого от минимума до максимума меняет величину средне-квадратичного значения выпрямленного напряжения в диапазоне от 0 до 100%. В модуле обеспечена гальваническая развязка цепей управления и силовых цепей, а также имеется встроенная система защиты от перегрузки.

Габаритные чертежи модуля приведены на рисунках 1 и 2.

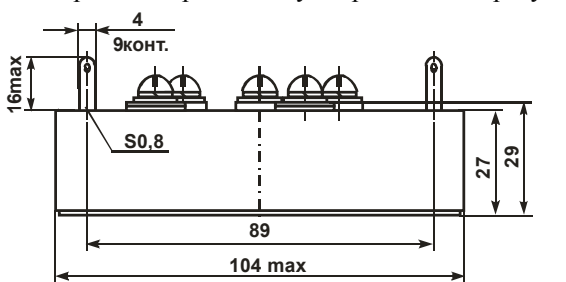


Рисунок 1

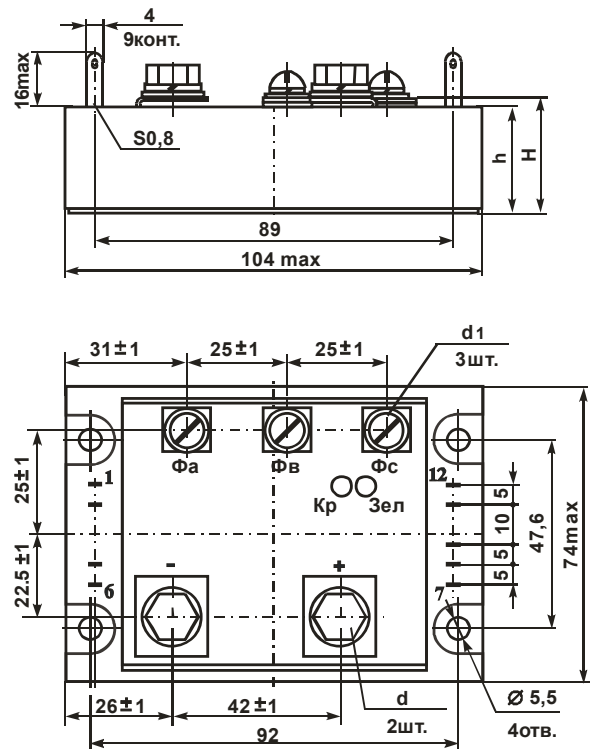


Рисунок 2

Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей

Обозначение изделия	Рис.	d	d <sub>1</sub>	h, мм	H, мм
МО30-63-12	1	Винт М5	Винт М5	-	-
МО30-100-12	2	Винт М6	Винт М5	27	29
МО30-160-12	2	Винт М6	Винт М5	27	29
МО30-200-12	2	Болт М8	Винт М6	29	31
МО30-250-12	2	Болт М8	Винт М6	29	31

В модуле применен фазовый метод регулирования выпрямленного напряжения, при котором изменение средне-квадратичного значения выпрямленного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния тиристоров в течение полупериода. При достижении средне-квадратичного значения тока в нагрузке  $I_n = I_0$  модуль отключается. Загорается индикатор «Перегрузка» (красный светодиод), происходит открытие статусного транзистора. Через 300 мс защита снимается. Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность. В модуле имеется схема плавного пуска по включению питания и перегрузке, предназначенная для ограничения начального пускового тока.

Принцип действия и функциональное назначение узлов МО30 показаны на рисунке 3.

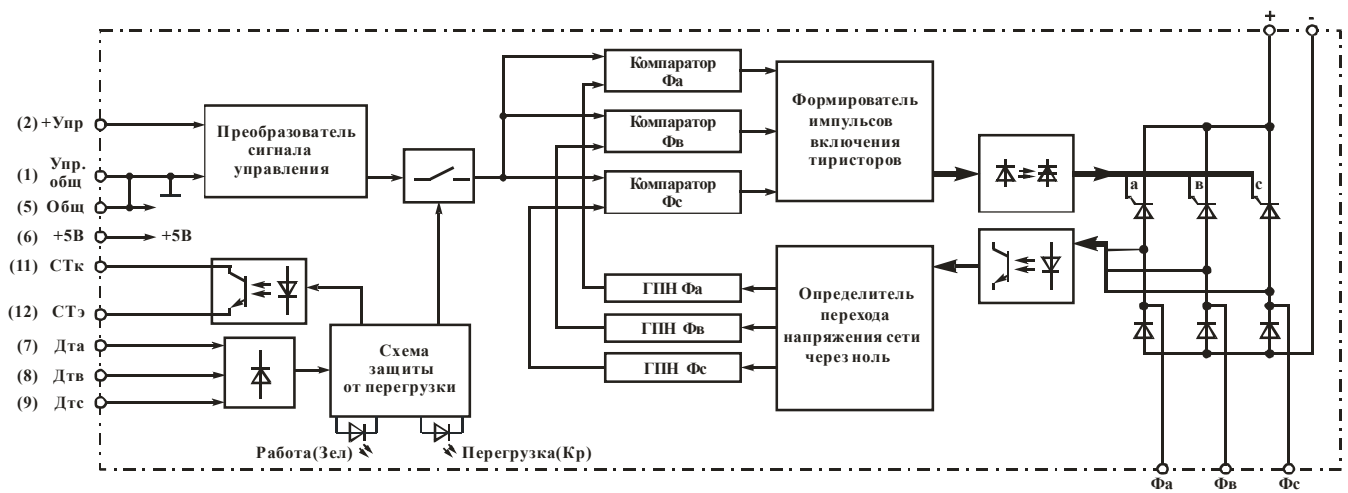


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

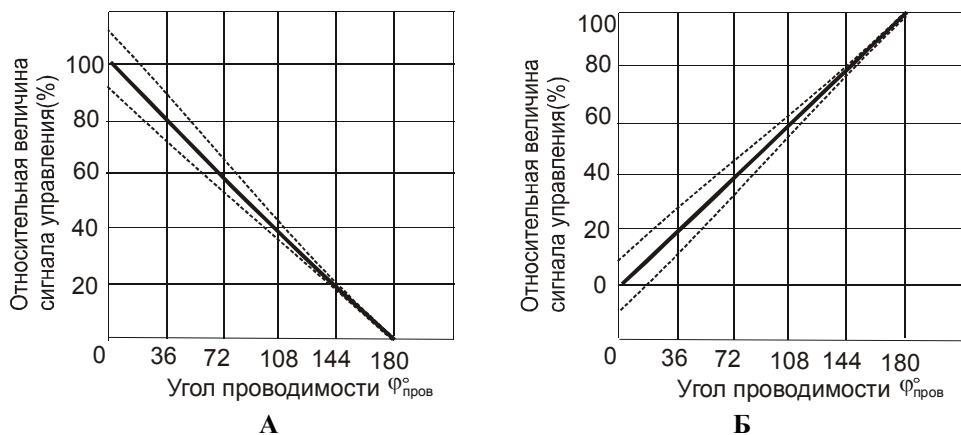
Определитель перехода напряжения сети через ноль (ОПНН) формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через ноль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения (ГПН). В компараторе (К) сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала  $U_{упр}$ , получаемого со схемы преобразователя сигнала управления. Когда напряжение ГПН достигает величины  $U_{упр}$ , вырабатывается импульс включения тиристоров. Изменяя величину управляющего сигнала, тем самым изменяем момент равенства напряжения ГПН и  $U_{упр}$  и, соответственно, фазу включения тиристоров. Этим самым и достигается регулирование угла открытия тиристора и, соответственно, величина ср. кв. значения выходного напряжения на нагрузке

Функциональное назначение выводов отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональное назначение выводов модуля

№ вывода	Обозначение	Назначение	
	Фа	Вход фазы А силовой сети переменного тока	
	Фв	Вход фазы В силовой сети переменного тока	
	Фс	Вход фазы С силовой сети переменного тока	
1	Упр.общ	Выводы цепи управления	
2	+Упр		
5	Общ (-5 В)		
6	+5 В	Выводы цепи питания	
7	ДТа		
8	ДТв		
9	ДТс	Входы датчиков тока	
11	СТк		Вывод коллектора формирователя сигнала статуса
12	СТэ		Вывод эмиттера формирователя сигнала статуса

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения модуля, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0...5 В; 0...10 В; 0...5 мА; 0...20 мА; 4...20 мА) в сигнал «Упр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 4.



А – 100% сигнала управления соответствует минимальному средне-квадратичному значению напряжения на нагрузке;  
 Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному средне-квадратичному значению напряжения на нагрузке.

Рисунок 4 – Типы характеристик управления

Основные технические данные и характеристики цепей управления отражены в таблице 3. Основные технические данные и характеристики силовой цепи отражены в таблице 4.



Таблица 3 – Основные технические данные и характеристики цепей управления

Наименование и обозначение параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов цепей управления										Примечание
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
Основные электрические параметры												
1 Ток потребления, I <sub>пот</sub> , не более	мА	100										U <sub>пит</sub> = 5 В
2 Значение сигнала управления, соответствующее минимальному ср. кв. значению напряжения на нагрузке	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
3 Значение сигнала управления, соответствующее максимальному ср. кв. значению напряжения на нагрузке	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
4 Сопротивление входной цепи сигнала управления, R <sub>вх</sub>	кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-	

Продолжение таблицы 3

Наименование и обозначение параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов цепей управления										Примечание	
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5		
5 Напряжение изоляции по постоянному току (между цепями управления и силовыми цепями)	В	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	1 мин
Предельно допустимые значения основных параметров													
1 Напряжение питания, U <sub>пит</sub>	не менее не более	В	4,5										
			5,5										
2 Максимальное напряжение между выводами «СТк», «СТэ»	В	50											
3 Минимальный ток нагрузки статусного выхода «СТк», «СТэ»	мА	20											

Таблица 4 – Основные технические данные и характеристики силовых цепей

Наименование и обозначение параметра*	Ед. изм.	Значение параметра модуля с коммутируемым током:					Примечание
		63А	100А	160А	200А	250А	
Основные электрические параметры							
1 Импульсное прямое напряжение вентиля (диода /тиристора), U <sub>FM</sub> / U <sub>TM</sub> , не более при I <sub>0</sub> , А	В	1,65					
		63	100	160	200	250	
2 Обратный ток вентиля I <sub>R</sub> , не более	мА	2					U <sub>0</sub> = ± 1200 В
3 Повторяющееся/ неповторяющееся импульсное обратное напряжение вентиля, U <sub>RRM</sub> / U <sub>DRM</sub> , не более	В	± 1200					
4 Электрическая прочность изоляции по постоянному току между радиатором и силовыми выводами U <sub>ISOL</sub> , не менее	В	4000					
5 Тепловое сопротивление переход-радиатор, R <sub>th(j-c)</sub> , не более	°С/Вт	1,3	0,6	0,4	0,3	0,2	
Предельно-допустимые режимы эксплуатации							
1 Максимальный средний выпрямленный ток, I <sub>0</sub>	А	63	100	160	200	250	
2 Минимальное линейное напряжение (ср. кв.), U <sub>лин min</sub>	В	100					
3 Максимальное линейное напряжение (ср. кв.), U <sub>лин max</sub>	В	500					
4 Ударный прямой ток, I <sub>FSM</sub> , не более	А	300	600	1200	1400	1600	T = 125 °С
5 Температура перехода, T <sub>VJ</sub> **	°С						
- не менее							
- не более	+125						
* для всех видов и характеристик сигналов управления							
** модули рассчитаны на работу в аппаратуре с применением охладителей, поддерживающих температуру перехода в заданных пределах							

Драгоценных металлов не содержится

Система обозначений:  $\frac{MO30 - A - 1 - 63 - 12}{1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5}$

- 1 Наименование модуля трехфазного выпрямителя
- 2 Характеристика управления:  
 А – 100% сигнала управления соответствует минимальному ср.кв. значению напряжения на нагрузке;  
 Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному ср.кв. значению напряжения на нагрузке.
- 3 Вид сигнала управления:  
 1 - 0...5 В;  
 2 - 0...10 В;  
 3 - 4...20 мА;  
 4 - 0...5 мА;  
 5 - 0...20 мА.
- 4 Максимальный коммутируемый ток, среднеквадратичное значение:  
 63 А; 100 А; 160 А; 200 А; 250 А
- 5 Пиковое значение коммутируемого напряжения:  
 12 - 1200 В.

Схема подключения модуля в цепь нагрузки показана на рисунке 5.

**Внимание!** При подключении необходимо обеспечить порядок чередования фаз и фазировку обмоток датчиков тока согласно рисунку 5.

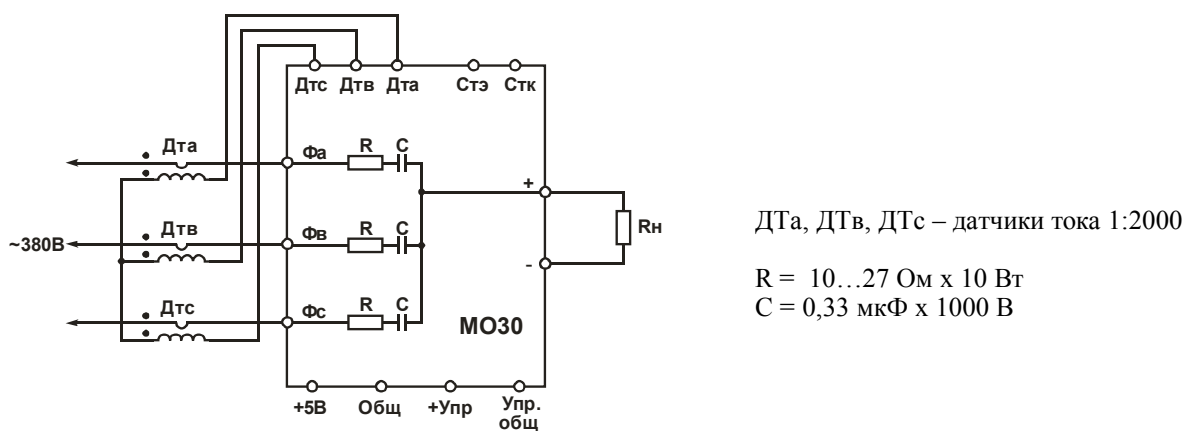


Рисунок 5 – Схема включения модуля

Для улучшения стойкости к  $dU/dt$  необходимо шунтировать модуль RC цепями (см.рис. 5)

### СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435311.001 ТУ.

Место для штампа ОТК

### КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

- |                             |       |       |     |
|-----------------------------|-------|-------|-----|
| 1. Модуль                   | _____ | _____ | шт. |
| 2. Датчик токовый 1:2000±2% | _____ | _____ | шт. |

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# МОДУЛИ ОДНОФАЗНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ МО30.1-63-12; МО30.1-100-12; МО30.1-160-12

Модуль однофазного регулируемого выпрямителя типа МО30.1 (в дальнейшем – модуль) предназначен для формирования из однофазного напряжения сети 50 Гц выпрямленного пульсирующего напряжения, регулируемого фазовым методом. Величина напряжения регулируется подачей управляющего сигнала стандартного вида (0÷5 В, 0÷10 В, 4÷20 мА, 0÷5 мА, 0÷20 мА), изменение которого от минимума до максимума меняет величину средне-квадратичного значения выпрямленного напряжения в диапазоне от 0 до 100%. В модуле обеспечена гальваническая развязка цепей управления и силовых цепей, а также имеется встроенная система защиты от перегрузки.

Габаритные чертежи модуля приведены на рисунках 1 и 2.

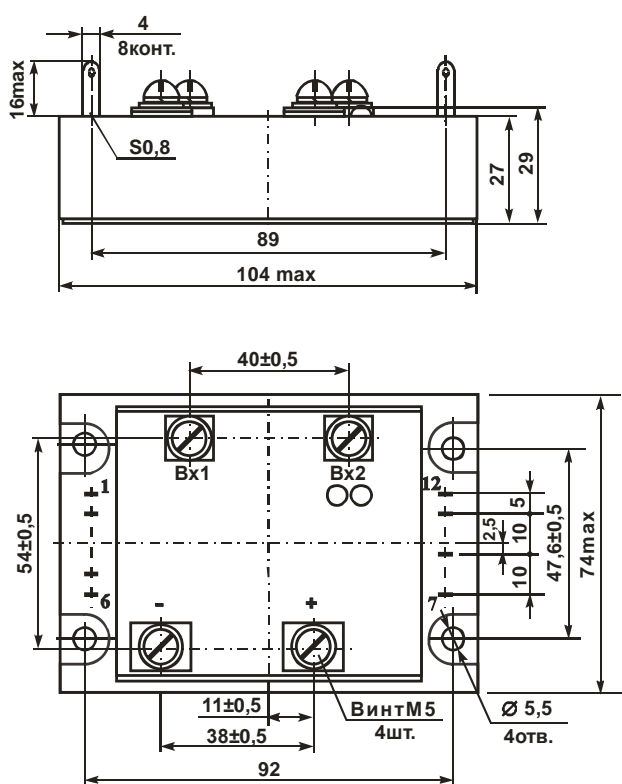


Рисунок 1

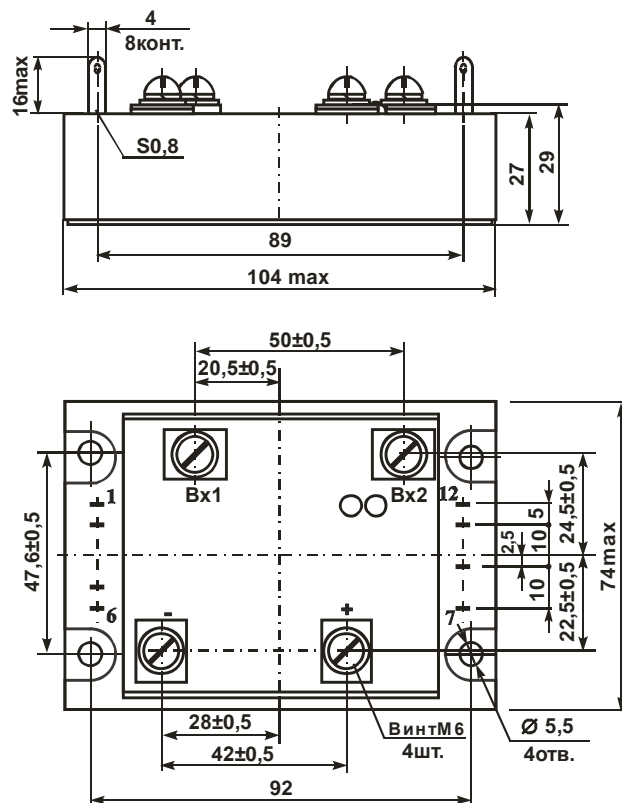


Рисунок 2

Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей

Обозначение изделия	Рис.
МО30.1-63-12	1
МО30.1-100-12	2
МО30.1-160-12	2

В модуле применен фазовый метод регулирования выпрямленного напряжения, при котором изменение средне-квадратичного значения выпрямленного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния тиристоров в течение полупериода. При достижении средне-квадратичного значения тока в нагрузке  $I_n = I_o$  модуль отключается. Загорается индикатор «Перегрузка» (красный светодиод), происходит открытие статусного транзистора. Через 300 мс защита снимается. Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность. В модуле имеется схема плавного пуска по включению питания и перегрузке, предназначенная для ограничения начального пускового тока.

Принцип действия и функциональное назначение узлов МО30.1 показаны на рисунке 3.

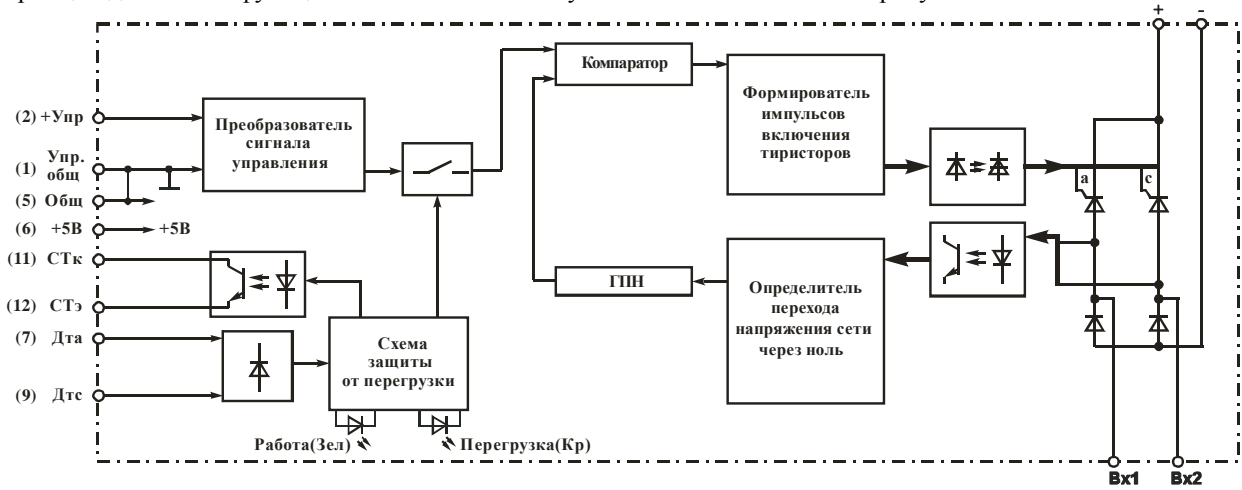


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

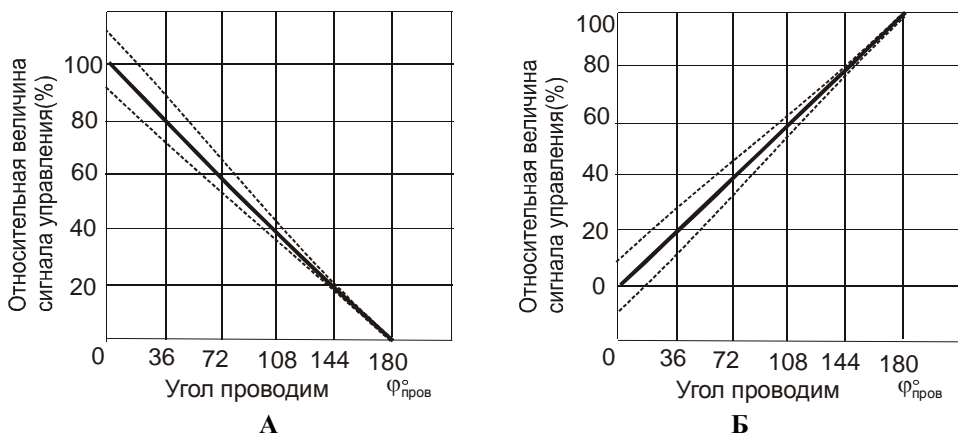
Определитель перехода напряжения сети через ноль (ОПНН) формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через ноль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения (ГПН). В компараторе (К) сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала Уупр, получаемого со схемы преобразователя сигнала управления. Когда напряжение ГПН достигает величины Уупр, вырабатывается импульс включения тиристоров. Изменяя величину управляющего сигнала, тем самым изменяем момент равенства напряжения ГПН и Уупр и, соответственно, фазу включения тиристоров. Этим самым и достигается регулирование угла открытия тиристора и, соответственно, величина ср. кв. значения выходного напряжения на нагрузке

Функциональное назначение выводов отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональное назначение выводов модуля

№ вывода	Обозначение	Назначение
	Вх1, Вх2	Выводы силовых цепей ~ тока
	-	Вывод «-» силовой цепи выпрямленного тока
	+	Вывод «+» силовой цепи выпрямленного тока
1	Упр.общ	Выводы цепи управления
2	+Упр	
5	Общ (-5 В)	
6	+5 В	Выводы цепи питания
7	ДТ1	Входы датчиков тока
9	ДТ2	
11	СТк	Вывод коллектора формирователя сигнала статуса
12	СТэ	Вывод эмиттера формирователя сигнала статуса

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения модуля, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0...5 В; 0...10 В; 0...5 мА; 0...20 мА; 4...20 мА) в сигнал «Уупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 4.



А – 100% сигнала управления соответствует минимальному средне-квадратичному значению напряжения на нагрузке;  
 Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному средне-квадратичному значению напряжения на нагрузке.

Рисунок 4 – Типы характеристик управления

Основные технические данные и характеристики цепей управления отражены в таблице 2. Основные технические данные и характеристики силовой цепи отражены в таблице 3.

Таблица 2 – Основные технические данные и характеристики цепей управления

Наименование и обозначение параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов цепей управления										Примечание	
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5		
Основные электрические параметры													
1 Ток потребления, $I_{пот}$ , не более	мА	100										Упит = 5 В	
2 Значение сигнала управления, соответствующее минимальному ср. кв. значению напряжения на нагрузке	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-		
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2		
3 Значение сигнала управления, соответствующее максимальному ср. кв. значению напряжения на нагрузке	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-		
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2		
4 Сопротивление входной цепи сигнала управления, $R_{вх}$	кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-		
5 Напряжение изоляции по постоянному току (между цепями управления и силовыми цепями)	кВ	2,5										1 мин 50 Гц	
Предельно допустимые значения основных параметров													
1 Напряжение питания, Упит	не менее	В	4,5										
	не более		5,5										
2 Максимальное напряжение между выводами «СТк», «СТэ»	В	50											
3 Минимальный ток нагрузки статусного выхода «СТк», «СТэ»	мА	20											

Таблица 3 – Основные технические данные и характеристики силовых цепей

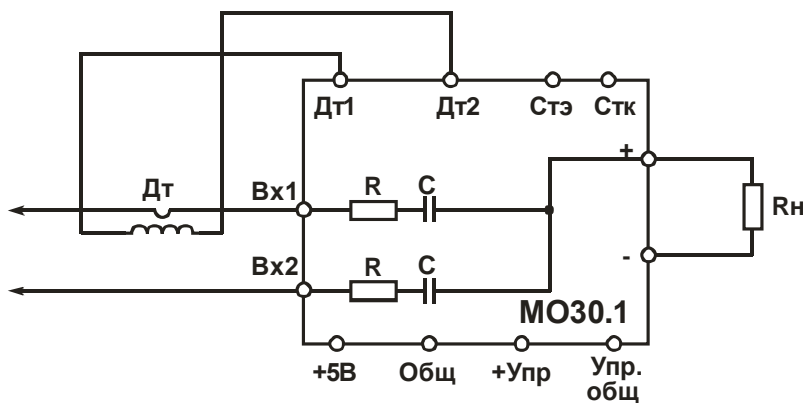
Наименование и обозначение параметра*	Ед. изм.	Значение параметра модуля с коммутируемым током:			Примечание
		63А	100А	160А	
Основные электрические параметры					
1 Импульсное прямое напряжение вентиля (диода /тиристора), $U_{FM} / U_{TM}$ , не более при $I_O$ , А	В	1,65			
		63	100	160	
2 Обратный ток вентиля $I_R$ , не более	мА	2			$U_O = \pm 1200$ В
3 Повторяющееся/ неповторяющееся импульсное обратное напряжение вентиля, $U_{RRM} / U_{DRM}$ , не более	В	± 1200			
4 Электрическая прочность изоляции по постоянному току между радиатором и силовыми выводами $U_{ISOL}$ , не менее	кВ	4000			
5 Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{th(j-c)}$ , не более	°С/Вт	1,3	0,6	0,4	
Предельно-допустимые режимы эксплуатации					
1 Максимальный средний выпрямленный ток, $I_O$	А	63	100	160	
2 Минимальное линейное напряжение (ср. кв.), $U_{лин min}$	В	100			
3 Максимальное линейное напряжение (ср. кв.), $U_{лин max}$	В	430			
4 Ударный прямой ток, $I_{FSM}$ , не более	А	300	600	1200	$T = 125$ °С
5 Температура перехода, $T_{VJ}^{**}$	°С				
- не менее					
- не более	+125				
* для всех видов и характеристик сигналов управления					
** модули рассчитаны на работу в аппаратуре с применением охладителей, поддерживающих температуру перехода в заданных пределах					

Драгоценных металлов не содержится

Система обозначений:  $\frac{MO30.1 - A - 1 - 63 - 12}{1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5}$

- 1 Наименование модуля однофазного выпрямителя
- 2 Характеристика управления:
  - А – 100% сигнала управления соответствует минимальному ср.кв. значению напряжения на нагрузке;
  - Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному ср.кв. значению напряжения на нагрузке.
- 3 Вид сигнала управления:
  - 1 - 0...5 В;
  - 2 - 0...10 В;
  - 3 - 4...20 мА;
  - 4 - 0...5 мА;
  - 5 - 0...20 мА.
- 4 Максимальный коммутируемый ток, среднеквадратичное значение:
  - 63 А; 100 А; 160 А;
  - Пиковое значение коммутируемого напряжения:
    - 12 - 1200 В.

Схема подключения модуля в цепь нагрузки показана на рисунке 5.



ДТ – датчика тока с коэффициентом трансформирования 1 : 2000 (входит в комплект поставки)

Для улучшения устойчивости к du/dt необходимо использовать модуль RC цепи (рис.5)

$R = 10...27 \text{ Ом} \times 10 \text{ Вт}$   
 $C = 0,33 \text{ мкФ} \times 1000 \text{ В}$

Рисунок 5 – Схема включения модуля

### СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435311.001 ТУ.

Место для штампа ОТК

### КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

- |                             |       |           |
|-----------------------------|-------|-----------|
| 1. Модуль                   | _____ | _____ шт. |
| 2. Датчик токовый 1:2000±2% | _____ | _____ шт. |

### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

- |                                    |  |                                       |                                  |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Архангельск</b> (8182)63-90-72  | <b>Калининград</b> (4012)72-03-81      | <b>Нижегород</b> (831)429-08-12       | <b>Смоленск</b> (4812)29-41-54   |
| <b>Астана</b> +7(7172)727-132      | <b>Калуга</b> (4842)92-23-67           | <b>Новокузнецк</b> (3843)20-46-81     | <b>Сочи</b> (862)225-72-31       |
| <b>Белгород</b> (4722)40-23-64     | <b>Кемерово</b> (3842)65-04-62         | <b>Новосибирск</b> (383)227-86-73     | <b>Ставрополь</b> (8652)20-65-13 |
| <b>Брянск</b> (4832)59-03-52       | <b>Киров</b> (8332)68-02-04            | <b>Орел</b> (4862)44-53-42            | <b>Тверь</b> (4822)63-31-35      |
| <b>Владивосток</b> (423)249-28-31  | <b>Краснодар</b> (861)203-40-90        | <b>Оренбург</b> (3532)37-68-04        | <b>Томск</b> (3822)98-41-53      |
| <b>Волгоград</b> (844)278-03-48    | <b>Красноярск</b> (391)204-63-61       | <b>Пенза</b> (8412)22-31-16           | <b>Тула</b> (4872)74-02-29       |
| <b>Вологда</b> (8172)26-41-59      | <b>Курск</b> (4712)77-13-04            | <b>Пермь</b> (342)205-81-47           | <b>Тюмень</b> (3452)66-21-18     |
| <b>Воронеж</b> (473)204-51-73      | <b>Липецк</b> (4742)52-20-81           | <b>Ростов-на-Дону</b> (863)308-18-15  | <b>Ульяновск</b> (8422)24-23-59  |
| <b>Екатеринбург</b> (343)384-55-89 | <b>Магнитогорск</b> (3519)55-03-13     | <b>Рязань</b> (4912)46-61-64          | <b>Уфа</b> (347)229-48-12        |
| <b>Иваново</b> (4932)77-34-06      | <b>Москва</b> (495)268-04-70           | <b>Самара</b> (846)206-03-16          | <b>Челябинск</b> (351)202-03-61  |
| <b>Ижевск</b> (3412)26-03-58       | <b>Мурманск</b> (8152)59-64-93         | <b>Санкт-Петербург</b> (812)309-46-40 | <b>Череповец</b> (8202)49-02-64  |
| <b>Казань</b> (843)206-01-48       | <b>Набережные Челны</b> (8552)20-53-41 | <b>Саратов</b> (845)249-38-78         | <b>Ярославль</b> (4852)69-52-93  |