

**АО "ЭЛЕКТРУМ АВ"****МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ И КОНТРОЛЯ ТОКА МККТ1****ПАСПОРТ****АЛЕИ.431162.094 ПС**

## Содержание

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ .....	3
2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ .....	4
3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ .....	5
4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ .....	7
5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ .....	11
6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ .....	15
7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	16
8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ .....	18
9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....	20
10 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	20
11 СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ .....	20

Данный документ является паспортом с описанием характеристик данного изделия, для которых предоставляется гарантия. Все изделия в процессе производства проходят полный контроль всех параметров, который выполняется дважды, один раз до герметизации, а затем еще раз после.

Любая такая гарантия предоставляется исключительно в соответствии с условиями соглашения о поставке (договор на поставку или другие документы в соответствии с действующим законодательством). Информация, представленная в этом документе, не предполагает гарантии и ответственности «Электрум АВ» в отношении использования такой информации и пригодности изделий для Вашей аппаратуры. Данные, содержащиеся в этом документе, предназначены исключительно для технически подготовленных сотрудников. Вам и Вашим техническим специалистам придется оценить пригодность этого продукта, предназначенного для применения и полноту данных продукта, в связи с таким применением.

Любые изделия «Электрум АВ» не разрешены для применения в приборах и системах жизнеобеспечения и специальной техники, без письменного согласования с «Электрум АВ».

Если вам необходима информация о продукте, превышающая данные, приведенные в этом документе, или которая относится к конкретному применению нашей продукции, пожалуйста, обращайтесь в офис продаж к менеджеру, который является ответственным за Ваше предприятие.

Инженеры «Электрум АВ» имеют большой опыт в разработке, производстве и применении мощных силовых приборов и интеллектуальных драйверов для силовых приборов и уже реализовали большое количество индивидуальных решений. Если вам нужны силовые модули или драйверы, которые не входят в комплект поставки, а также изделия с отличиями от стандартных приборов в характеристиках или конструкции обращайтесь к нашим менеджерам и специалистам, которые предложат Вам лучшее решение Вашей задачи.

«Электрум АВ» оставляет за собой право вносить изменения без дополнительного уведомления в настоящем документе для повышения надежности, функциональности и улучшения дизайна.

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ**

Модуль контроля коммутируемого тока (далее – модуль или МККТ1) предназначен для коммутации постоянного тока нагрузки, защиты нагрузки и коммутирующего транзистора от перегрузки по току (по критерию  $I^2t$ ), по температуре и от индуктивных выбросов в цепи нагрузки. Модуль имеет в своём составе схему управления и силовую схему с гальванической развязкой от цепей управления и питания.

МККТ1 обеспечивает следующие функции и возможности:

- коммутацию тока нагрузки;
- контроль тока нагрузки по критерию  $I^2t$  с защитой от перегрузки по току;
- выдачу сигналов статуса при превышении тока нагрузки допустимой величины;
- защиту коммутирующего транзистора от перегрева;
- выдачу сигнала статуса при перегреве управляемого транзистора;
- защиты управляемого транзистора от перенапряжения коллектор-эмиттер (сток-исток);
- выдачу сигнала статуса по критерию  $I \geq 0,1I_{ном}$ .

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МККТ1 выпускается с различными типами силовых сборок (радиаторы на различные токи и напряжения). МККТ1 выпускаются на токи 50, 90, 150, 240 А и напряжения силовых элементов 60, 100, 200, 600 или 1200 В (наличие модификации модуля с соответствующим номиналом тока и напряжения выбирается в соответствии с разделом 4). В обозначении модуля указано максимально допустимое среднее значение долговременно протекающего тока. Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток), используемых в модуле силовых транзисторов. При этом максимальное напряжение коммутации для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4).

Модули выпускаются с двумя вариантами управления: модули с прямым и инверсным входами управления и модули с прямым входом управления и входом сброса.

Модули выпускаются на три разных напряжения питания встроенного DC/DC преобразователя – 15, 24, 32 В.

На рисунке 2.1 приведена расшифровка названия модуля.

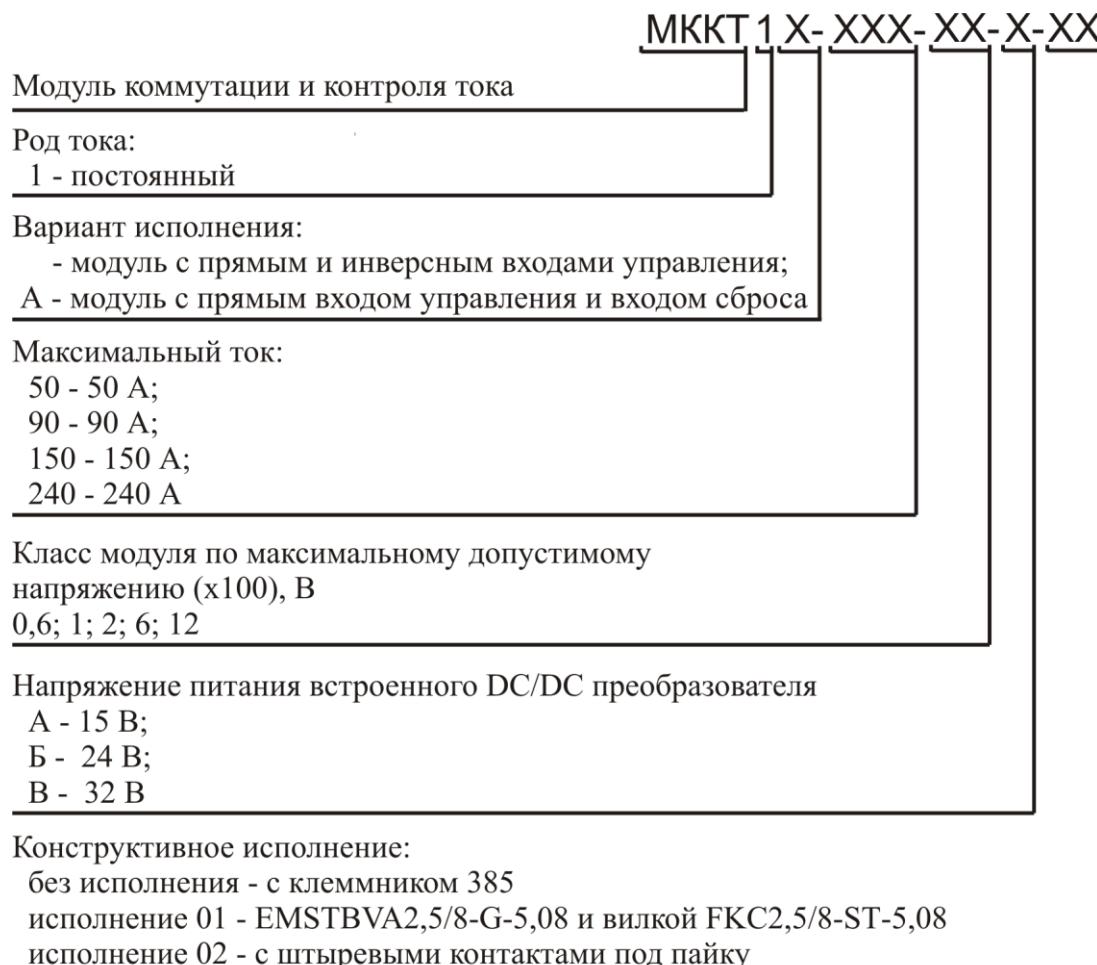


Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Пример – Модуль МККТ1-150-12-A: модуль коммутации и контроля постоянного тока МККТ1 с прямым и инверсным входами управления, с максимальным коммутируемым током 150 А, максимальным напряжением силовых элементов 1200 В, напряжение питания 15 В.

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

МККТ1 представляет собой сборку схемы управления с силовой частью модуля, включающую в себя силовые коммутирующие транзисторы (MOSFET — для приборов 0,6, 1, 2 классов, IGBT — для приборов 6 и 12 классов по напряжению), токоизмерительный шунт и терморезистор, размещенными на радиаторе модуля через изолирующую подложку.

Структурные схемы модуля МККТ1 представлены на рисунках 3.1 и 3.2.

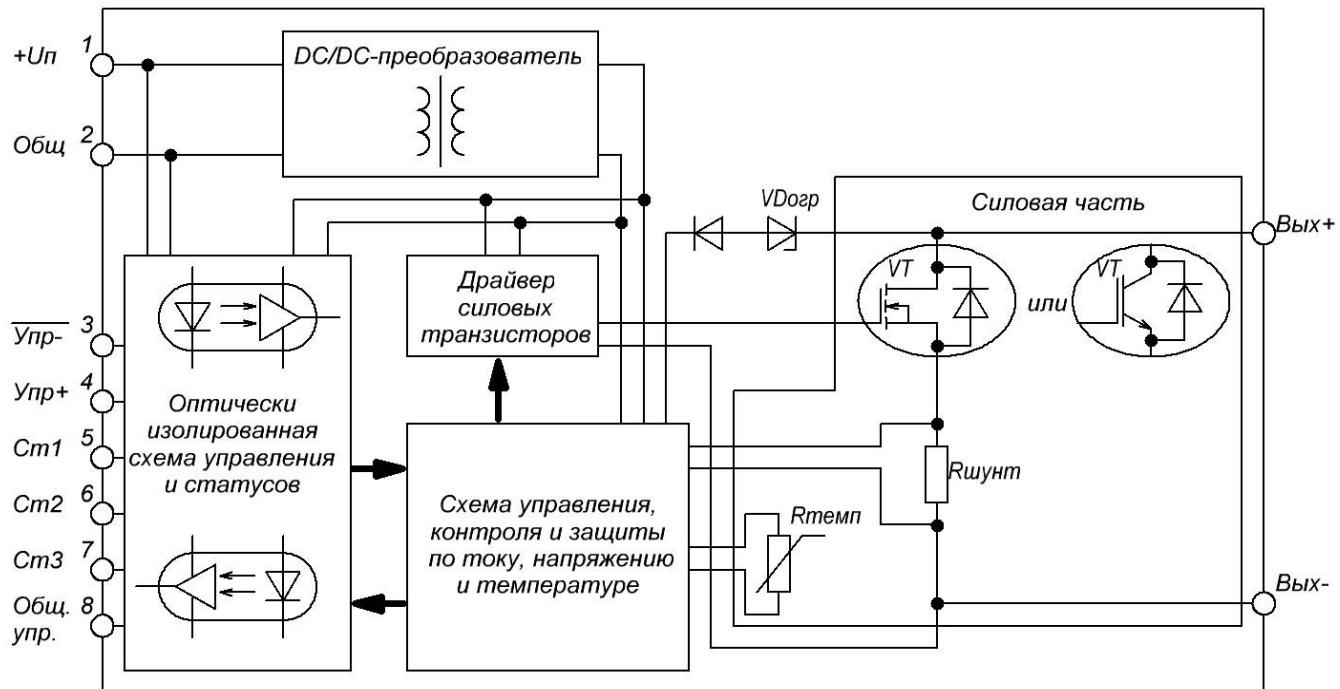


Рисунок 3.1 – Структурная схема MKKT1-XXX-XX-X-XX

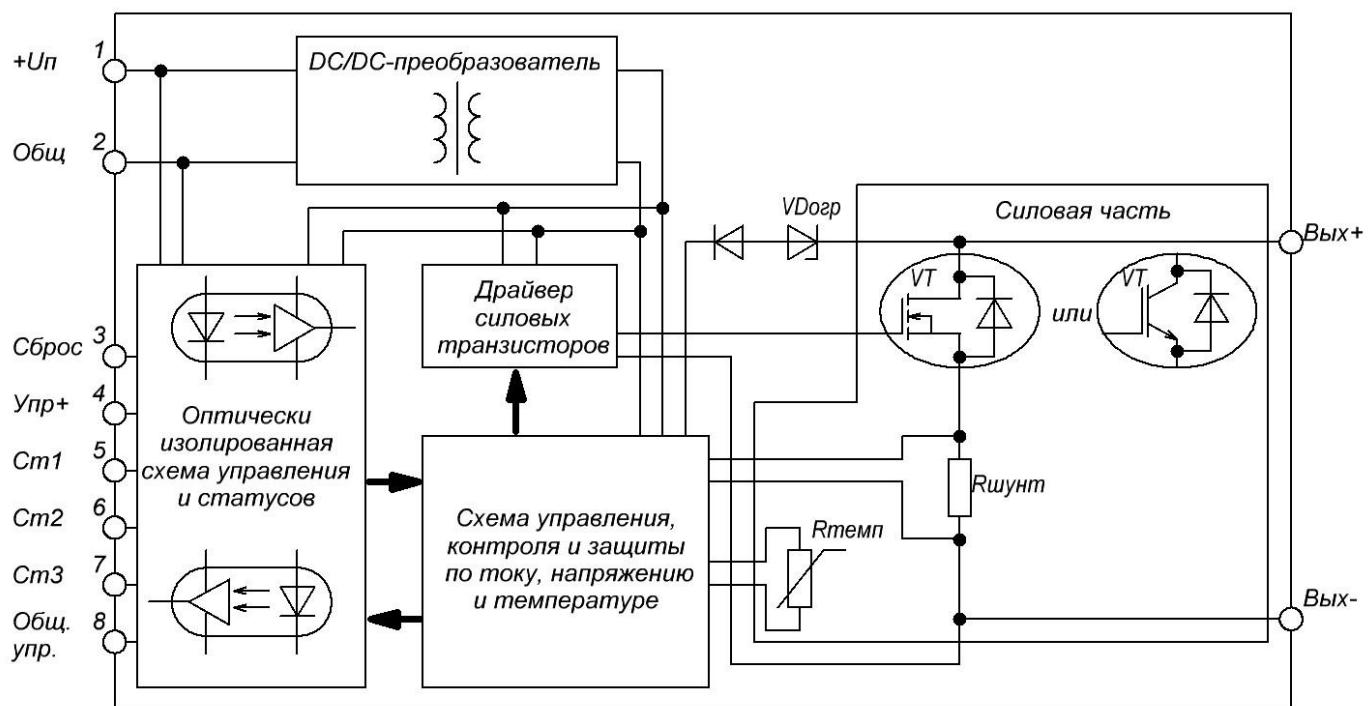


Рисунок 3.2 – Структурная схема MKKT1A-XXX-XX-X-XX

Входные контакты питания встроенного DC/DC преобразователя, контакты подключения управляющих сигналов и сброса, контакты подключения статусных сигналов представляют собой нажимную клемму 385 серии или вилки FKC 2,5/7-ST-5,08, или штыревые контакты под пайку; силовые выходные контакты – резьбовые контакты под винт или болт (см. габаритные чертежи). Назначение выводов модуля представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов модуля

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	+Uп	Положительный вывод встроенного DC/DC преобразователя
2	Общ	Отрицательный вывод встроенного DC/DC преобразователя
3	Упр-	Оптически изолированный инверсный вход управления для модуля MKKT1-XXX-XX-X-XX
	Сброс	Оптически изолированный вход внешнего сброса при аварии по превышению тока или КЗ для модуля MKKT1A-XXX-XX-X-XX
4	Упр+	Оптически изолированный прямой вход управления
5	Ст1	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по критерию $I \geq 0,1 I_{ном}$
6	Ст2	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по превышению тока в нагрузке или короткого замыкания в нагрузке
7	Ст3	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по перегреву силовых транзисторов радиатора
8	Общ. упр.	Общий вывод для управляющих сигналов, сигнала сброса и статусных сигналов
–	Вых+	Силовой вывод коллектора (стока) транзистора для подключения нагрузки
–	Вых-	Силовой вывод эмиттера (истока) транзистора для подключения нагрузки

## 4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модуля при температуре 25°C представлены в таблицах 4.1 – 4.7.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры цепей управления

Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
<b>Параметры питания</b>					
Напряжение питания, U <sub>П</sub>	В	13,5	15	18	MKKT1X-XXX-XX-A-XX
		22	24	27	MKKT1X-XXX-XX-B-XX
		30	32	36	MKKT1X-XXX-XX-B-XX
Ток потребления, I <sub>ПОТ</sub>	мА	-	-	160	MKKT1X-XXX-XX-A-XX
		-	-	120	MKKT1X-XXX-XX-B-XX
		-	-	100	MKKT1X-XXX-XX-B-XX
<b>Параметры управляющих сигналов</b>					
Входное напряжение «низкого логического уровня», U <sub>ВХ</sub> <sup>0</sup>	В	-0,5	-	10	
Входное напряжение «высокого логического уровня», U <sub>ВХ</sub> <sup>1</sup>	В	13,5	-	36	При U <sub>П</sub> = 15 В
Ток по управляющим входам, I <sub>УПР</sub>	мА			1	«Упр+», «Упр-», «Сброс». При U <sub>ВХ</sub> = 15 В
<b>Параметры статусных сигналов</b>					
Максимальное напряжение на выходе статусного сигнала, U <sub>СТ.МАКС</sub>	В	-	-	30	Открытый коллектор
Максимальный ток по выходу статусного сигнала, I <sub>СТ.МАКС</sub>	мА	-	-	10	
<b>Параметры функционирования модуля</b>					
Время задержки включения/выключения коммутирующего элемента, t <sub>ЗД.ВКЛ/ВЫКЛ</sub>	мкс	-	-	5	
Максимальная частота коммутации модуля, f <sub>МАКС</sub>	кГц	-	-	30	
Ток включения статуса Ст1, I <sub>ВКЛ Ст1</sub>	А	-	≥0,1•I <sub>НОМ</sub>	-	
Ток включения статуса Ст2, I <sub>ВКЛ Ст2</sub>	А	-	≥1,1•I <sub>НОМ</sub>	-	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию I ≥ 1,5•I <sub>НОМ</sub> , t <sub>ЗД.1</sub>	мс	-	-	4	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию I ≥ 3•I <sub>НОМ</sub> , t <sub>ЗД.2</sub>	мс	-	-	1,5	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию I ≥ 4•I <sub>НОМ</sub> , t <sub>ЗД.3</sub>	мкс	-	-	10	
Температура включения температурной защиты, T <sub>Т.З.ВКЛ</sub>	°C	90	-	100	
Температура отключения температурной защиты, T <sub>Т.З.ОТКЛ</sub>	°C	60	-	70	
Время задержки включения/выключения статусного сигнала Ст1, t <sub>ЗД.Ст1</sub>	мкс	-	-	5	I = 0,5•I <sub>НОМ</sub>
Время задержки включения/выключения статусного сигнала Ст2, t <sub>ЗД.Ст2</sub>	мкс	-	-	5	I = 3•I <sub>НОМ</sub>
Время задержки включения/выключения статусного сигнала Ст3, t <sub>ЗД.Ст3</sub>	мкс	-	-	5	
Электрическая прочность изоляции между выводами и радиатором корпуса, U <sub>ИЗ</sub>	В	-	-	2000	MKKT1X-XXX-0,6-X-XX, MKKT1X-XXX-1-X-XX, MKKT1X-XXX-2-X-XX 1 мин DC
		-	-	4000	MKKT1X-XXX-6-X-XX, MKKT1X-XXX-12-X-XX 1 мин DC
Критическая скорость изменения напряжения на выходе, (dU/dt) <sub>КР</sub>	кВ/мкс	-	-	10	

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модуля 0,6-го класса (МККТ1Х-XXX-0,6-X-XX)

Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	60	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	24	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	48	-	58	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{Ут}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 24 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	50	MKKT1Х-50-0,6-X-XX
		-	-	90	MKKT1Х-90-0,6-X-XX
		-	-	150	MKKT1Х-150-0,6-X-XX
		-	-	240	MKKT1Х-240-0,6-X-XX
		-	-	150	MKKT1Х-50-0,6-X-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП макс}}$ (при $t_{\text{ИМП}} = 10 \text{ мс}$ )	А	-	-	270	MKKT1Х-90-0,6-X-XX
		-	-	450	MKKT1Х-150-0,6-X-XX
		-	-	720	MKKT1Х-240-0,6-X-XX
		-	-	6	MKKT1Х-50-0,6-X-XX
		-	-	4	MKKT1Х-90-0,6-X-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ОСТ}}$	мОм	-	-	2	MKKT1Х-150-0,6-X-XX
		-	-	1	MKKT1Х-240-0,6-X-XX
		-	-	1,07	MKKT1Х-50-0,6-X-XX
		-	-	0,70	MKKT1Х-90-0,6-X-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{T(\text{n-p})}$	°С/Вт	-	-	0,57	MKKT1Х-150-0,6-X-XX
		-	-	0,47	MKKT1Х-240-0,6-X-XX

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модуля 1-го класса (МККТ1Х-XXX-1-X-XX)

Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	100	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	48	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	78	-	96	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{Ут}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 48 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	50	MKKT1Х-50-1-X-XX
		-	-	90	MKKT1Х-90-1-X-XX
		-	-	150	MKKT1Х-150-1-X-XX
		-	-	240	MKKT1Х-240-1-X-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП макс}}$ (при $t_{\text{ИМП}} = 10 \text{ мс}$ )	А	-	-	150	MKKT1Х-50-1-X-XX
		-	-	270	MKKT1Х-90-1-X-XX
		-	-	450	MKKT1Х-150-1-X-XX
		-	-	720	MKKT1Х-240-1-X-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ОСТ}}$	мОм	-	-	12	MKKT1Х-50-1-X-XX
		-	-	8	MKKT1Х-90-1-X-XX
		-	-	3	MKKT1Х-150-1-X-XX
		-	-	3	MKKT1Х-240-1-X-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{T(\text{n-p})}$	°С/Вт	-	-	0,8	MKKT1Х-50-1-X-XX
		-	-	0,77	MKKT1Х-90-1-X-XX
		-	-	0,58	MKKT1Х-150-1-X-XX
		-	-	0,44	MKKT1Х-240-1-X-XX

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модуля 2-го класса (МККТ1Х-XXX-2-Х-ХХ)

Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	200	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	100	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	150	-	185	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{Ут}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{вых}} = 100 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	50	MKKT1Х-50-2-Х-XX
		-	-	90	MKKT1Х-90-2-Х-XX
		-	-	150	MKKT1Х-150-2-Х-XX
		-	-	240	MKKT1Х-240-2-Х-XX
		-	-	150	MKKT1Х-50-2-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП макс}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10 \text{ мс}$	А	-	-	270	MKKT1Х-90-2-Х-XX
		-	-	450	MKKT1Х-150-2-Х-XX
		-	-	720	MKKT1Х-240-2-Х-XX
		-	-	15	MKKT1Х-50-2-Х-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ост}}$	мОм	-	-	8	MKKT1Х-90-2-Х-XX
		-	-	4	MKKT1Х-150-2-Х-XX
		-	-	4	MKKT1Х-240-2-Х-XX
		-	-	0,36	MKKT1Х-50-2-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{T(\text{n-p})}$	°C/Bт	-	-	0,48	MKKT1Х-90-2-Х-XX
		-	-	0,48	MKKT1Х-150-2-Х-XX
		-	-	0,16	MKKT1Х-240-2-Х-XX

Таблица 4.6 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модуля 6-го класса (МККТ1Х-XXX-6-Х-ХХ)

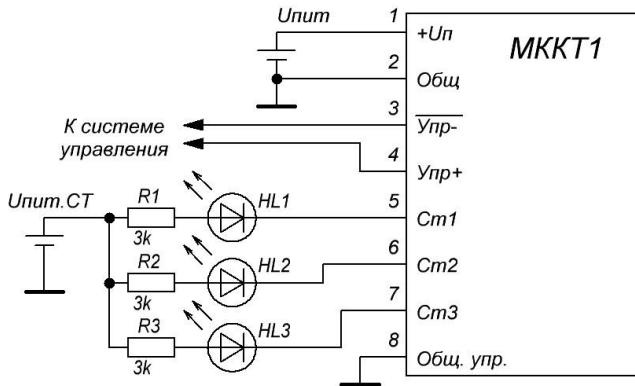
Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	600	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-		280	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	384	-	474	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{Ут}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{вых}} = 280 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	50	MKKT1Х-50-6-Х-XX
		-	-	90	MKKT1Х-90-6-Х-XX
		-	-	150	MKKT1Х-150-6-Х-XX
		-	-	240	MKKT1Х-240-6-Х-XX
		-	-	150	MKKT1Х-50-6-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП макс}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10 \text{ мс}$	А	-	-	270	MKKT1Х-90-6-Х-XX
		-	-	450	MKKT1Х-150-6-Х-XX
		-	-	720	MKKT1Х-240-6-Х-XX
		-	-	15	MKKT1Х-50-6-Х-XX
Выходное остаточное напряжение, $U_{\text{ост}}$	В	-	2,5	3	
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{T(\text{n-p})}$	°C/Bт	-	-	0,55	MKKT1Х-50-6-Х-XX
		-	-	0,27	MKKT1Х-90-6-Х-XX
		-	-	0,19	MKKT1Х-150-6-Х-XX
		-	-	0,12	MKKT1Х-240-6-Х-XX

Таблица 4.7 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модуля 12-го класса (МККТ1Х-XX-12-Х-ХХ)

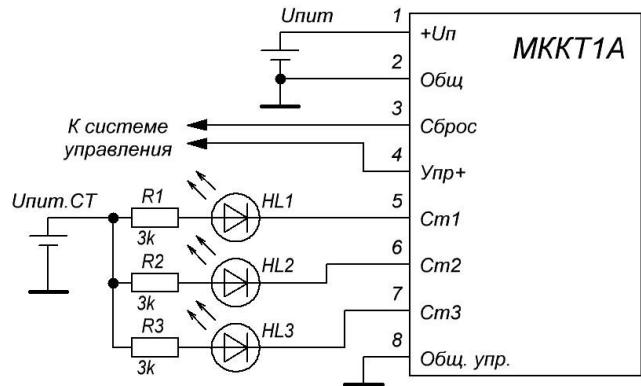
Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	1200	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	540	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	764	-	840	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{Ут}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{вых}}=540$ В
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	50	MKKT1Х-50-12-Х-ХХ
		-	-	90	MKKT1Х-90-12-Х-ХХ
		-	-	150	MKKT1Х-150-12-Х-ХХ
		-	-	240	MKKT1Х-240-12-Х-ХХ
		-	-	150	MKKT1Х-50-12-Х-ХХ
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП макс}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10$ мс	А	-	-	270	MKKT1Х-90-12-Х-ХХ
		-	-	450	MKKT1Х-150-12-Х-ХХ
		-	-	720	MKKT1Х-240-12-Х-ХХ
		-	-	2,5	3
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{T(\text{n-p})}$	°C/Вт	-	-	0,55	MKKT1Х-50-12-Х-ХХ
		-	-	0,27	MKKT1Х-90-12-Х-ХХ
		-	-	0,19	MKKT1Х-150-12-Х-ХХ
		-	-	0,12	MKKT1Х-240-12-Х-ХХ

## 5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

Рекомендуются следующие схемы включения модуля (см. рисунок 5.1).



а) модули MKKT1-XXX-XX-X-XX



б) модули MKKT1A-XXX-XX-X-XX

Рисунок 5.1 — Схема подключения цепей управления

При подключении модуля, если не критично наличие помех по «управляющей» земле и земле источника питания модуля, разрешено объединение выводов «Общ.» и «Общ.упр.».

Статусные сигналы модуля можно использовать как для формирования сигнализации при помощи светодиодов, так и для формирования статусных сигналов для их последующей обработки схемой управления модулем для реализации алгоритма управления.

## Функционирование модулей типа МККТ1-XXX-XX-X-XX

Диаграмма функционирования модуля МККТ1-XXX-XX-X-XX приведена на рисунке 5.2. При подаче на вход «Упр+» состояния логической единицы, на вход «Упр-» состояния логического нуля, согласно таблице состояний модуля (см. таблицу 5.1), происходит разрешение коммутации модулем силового напряжения и в цепи нагрузки начинает протекать ток. При превышении значения тока, протекающего в модуле, выше величины  $0,1 \cdot I_{ном}$  происходит включение оптически изолированного статусного сигнала Ст1.

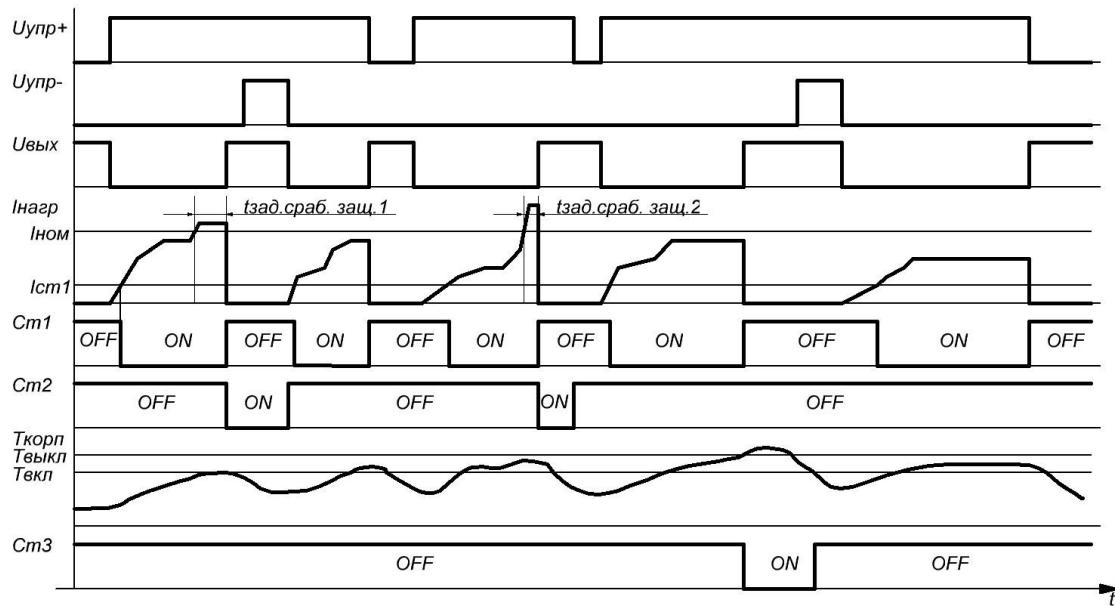


Рисунок 5.2 — Диаграмма функционирования МККТ1

При превышении значения тока выше величины  $1,1 \cdot I_{ном}$  происходит срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ с задержкой срабатывания защиты  $t_{зад.сраб.защ.}$ , значение которой зависит от величины перегрузки модуля, приведенной на рисунке 5.4. По истечению времени  $t_{зад.сраб.защ.}$  происходит выключение силовых транзисторов модуля, включается оптически изолированный статусный сигнал Ст2.

Таблица 5.1 — Таблица состояний МККТ1-XXX-XX-X-XX

«Упр+»	«Упр-»	«Ст1»	«Ст2»	«Ст3»	Состояние модуля
«0»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«0»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«1»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«1»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке менее $0,1 \cdot I_{ном}$
«1»	«0»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,1 \cdot I_{ном}$
«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»	«0» $\rightarrow$ «1» $\rightarrow$ «0»	«1»	«0»	«1»	«Внутренний сброс», перезапуск после аварии по току
«1» $\rightarrow$ «0» $\rightarrow$ «1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Внутренний сброс», перезапуск после аварии по току
«1»	«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»	«0» $\rightarrow$ «1» $\rightarrow$ «0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1» $\rightarrow$ «0» $\rightarrow$ «1»	«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента

Для снятия режима аварии по КЗ или перегрузке и перезапуска модуля необходимо пересбросить сигнал «Упр+» или «Упр-», если причина превышения тока или короткое замыкание в нагрузке не были устранены, то произойдет повторное срабатывание защиты по току и так до тех пор, пока причины срабатывания защиты модуля по току не будут устранены.

При повышении температуры радиатора модуля выше температуры включения температурной защиты  $T_{т.з.вкл}$  (см. таблицу 4.1) произойдет отключение силовых транзисторов модуля, и включится оптически изолированный статусный сигнал Ст3. Разрешение коммутации модулем тока произойдет при снижении температуры радиатора модуля ниже значения температуры отключения температурной защиты  $T_{т.з.откл}$  (см. таблицу 4.1). Пересброс сигналов управления «Упр+» или «Упр-», прежде чем температура радиатора модуля снизиться ниже значения  $T_{вкл}$ , не приведет к снятию блокировки модуля по перегреву.

## Функционирование модулей типа МККТ1А-XXX-XX-X-XX

Диаграмма функционирования модуля типа МККТ1А-XXX-XX-X-XX приведена на рисунке 5.3.

При подаче на вход «Упр+» состояния логической единицы согласно таблице состояний модуля (см. таблицу 5.2), происходит разрешение коммутации модулем силового напряжения и в цепи нагрузки начинает протекать ток. При превышении значения тока, протекающего в модуле, выше величины  $0,1 \cdot I_{ном}$  происходит включение оптически изолированного статусного сигнала Ст1.

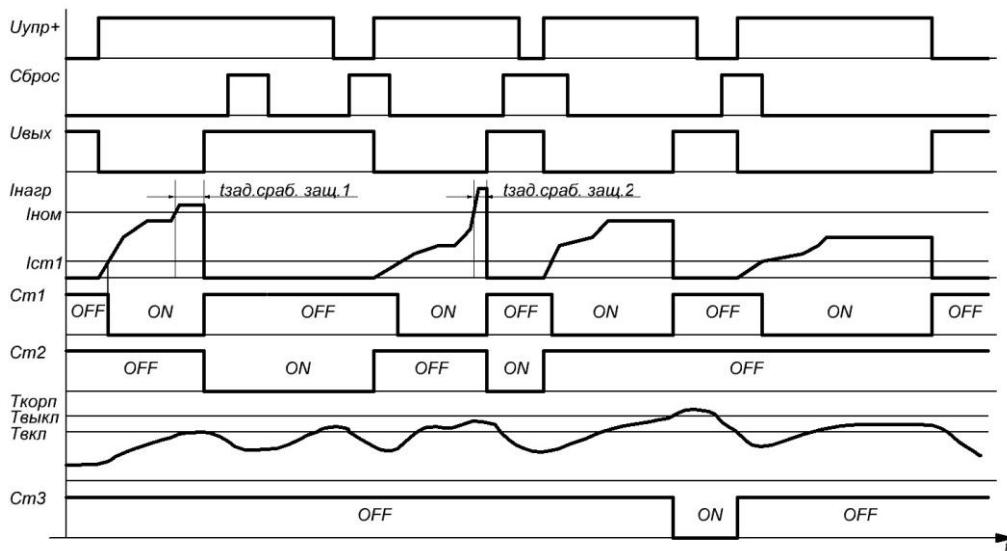


Рисунок 5.3 — Диаграмма функционирования МККТ1А

При превышении значения тока выше величины  $1,1 \cdot I_{ном}$  происходит срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ с задержкой срабатывания защиты  $t_{зад.сраб.заш.}$ , значение которой зависит от величины перегрузки модуля в соответствии с перегрузочной характеристикой модуля приведенной для соответствующей модификации модуля на рисунках 5.4, 5.5. По истечению времени  $t_{зад.сраб.заш.}$  происходит выключение силовых транзисторов модуля, включается оптически изолированный статусный сигнал Ст2.

Таблица 5.2 – Таблица состояний МККТ1А-XXX-XX-X-XX

«Упр+»	«Сброс»	«Ст1»	«Ст2»	«Ст3»	Состояние модуля
«0»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«0»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«1»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке менее $0,1 I_{ном}$
«1»	«0»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,1 I_{ном}$
«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»→«0»→«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»	«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке менее $0,1 I_{ном}$
«1»	«1»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,1 I_{ном}$
«1»	«1»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»→«0»→«1»	«1»	«1»	«0»	«1»	«Внешний сброс», перезапуск после аварии по току
«1»	«1»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»→«0»→«1»	«1»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента

Для снятия режима аварии по перегрузке или КЗ в нагрузке необходимо на входе «Сброс» установить состояние логической единицы, а по входу «Упр+» произвести перезапуск модуля. Если причина превышения тока или короткое замыкание в нагрузке не были устранены, то произойдет повторное срабатывание защиты по току и так до тех пор, пока причины срабатывания защиты модуля по току не будут устранены.

При повышении температуры радиатора модуля выше температуры включения температурной защиты  $T_{т.з.вкл}$  (см. таблицу 4.1) произойдет отключение силовых транзисторов модуля, и включится оптически изолированный статусный сигнал Ст3. Разрешение коммутации модулем тока произойдет при снижении температуры радиатора модуля ниже значения температуры отключения температурной защиты  $T_{т.з.откл}$  (см. таблицу 4.1). Установление на входе «Сброс» состояния логической единицы с последующим перезапуском модуля по входу «Упр+», прежде чем температура радиатора модуля снизиться ниже значения  $T_{вкл}$ , не приведет к снятию блокировки модуля по перегреву.

Перегрузочная характеристика модуля приведена на рисунке 5.4. Функционирование защиты модуля происходит строго в соответствии с перегрузочной характеристикой: при нахождении состояния модуля в области «Всегда замкнуто» срабатывания защиты модуля не произойдет, при нахождении состояния модуля в области «Всегда разомкнуто» будет происходить срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ.

Для пояснения функционирования защиты модуля по току приведена диаграмма срабатывания защиты на рисунке 5.5. На рисунке совмещено несколько диаграмм срабатывания защиты модуля в зависимости от уровня перегрузки по току.

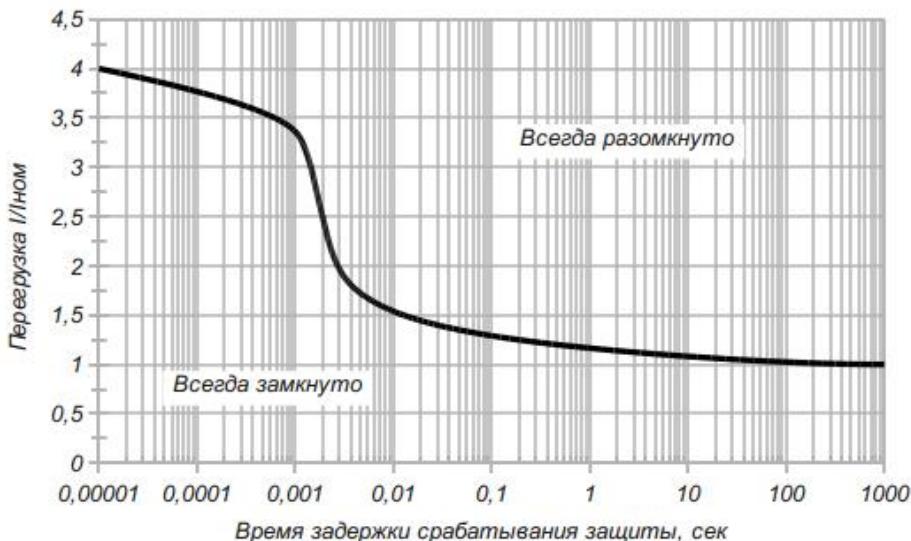


Рисунок 5.4 — Перегрузочная характеристика МККТ1Х-XXX-XX-X-XX

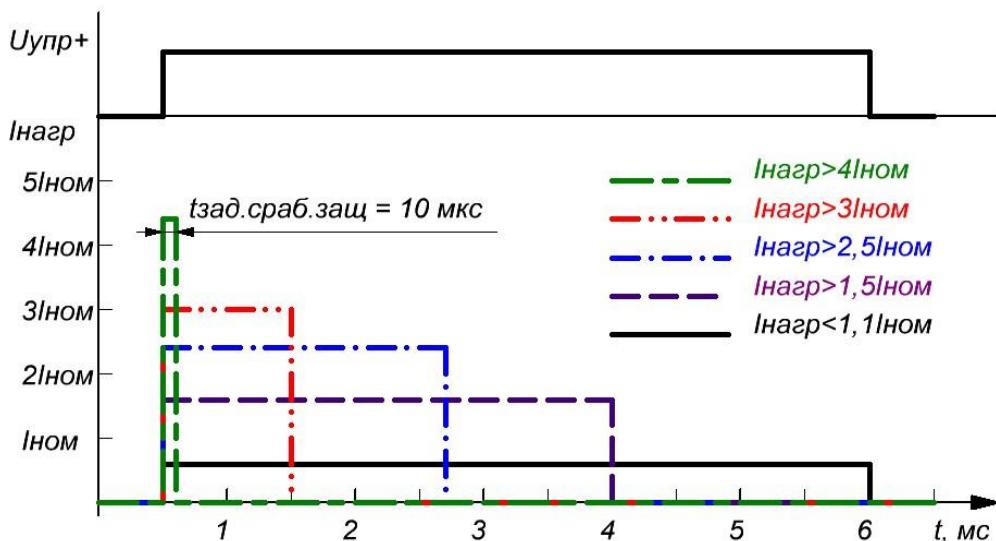


Рисунок 5.5 — Диаграмма срабатывания токовой защиты

Если при перегрузке (токе нагрузки более  $1,1I_{ном}$ ) длительность импульса управления менее длительности срабатывания защиты, защита не сработает. Поэтому при большой частоте или малой длительности импульсов управления перегрузочная характеристика не выполняется, и возможно срабатывание защиты только при токе нагрузки более  $4I_{ном}$ .

## 6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

Рекомендуются следующие схемы подключения силовых цепей модуля (рисунок 6.1).

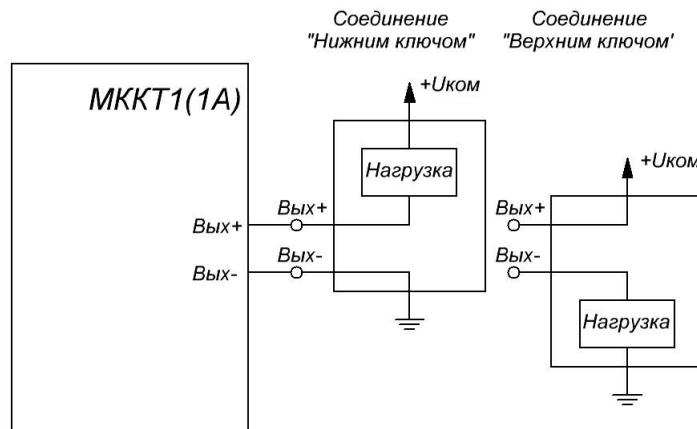


Рисунок 6.1 — Подключение силовых цепей модуля

Силовая часть MKKT1 спроектирована таким образом, чтобы выдерживать все перегрузки в допустимом диапазоне перегрузочной характеристики, приведенной на рисунке 5.5, без выхода из строя силовых транзисторов, предотвращая таким образом перегрев и выход из строя самого модуля и соединительных проводов, а также не допуская протекания в нагрузке долговременного тока, способного повредить нагрузку или ее составные части.

В MKKT1 предусмотрено наличие активной защиты ограничения напряжения, которая реализована при помощи механизма шунтирования нагрузки при помощи силового ключа модуля. Диаграмма функционирования активной защиты ограничения напряжения приведена на рисунке 6.2. Перенапряжение на ключе возникает при его выключении, так как нагрузка, на которую работает модуль, имеет индуктивную составляющую. При достижении напряжения на стоке (коллекторе) силового ключа относительно истока (эмиттера) значения  $U_{огр}$ , происходит открывание силового транзистора модуля, предотвращающее повышение напряжения на стоке силового транзистора до значения  $U_{проб}$ , превышение которого может привести к пробою силовой части модуля.

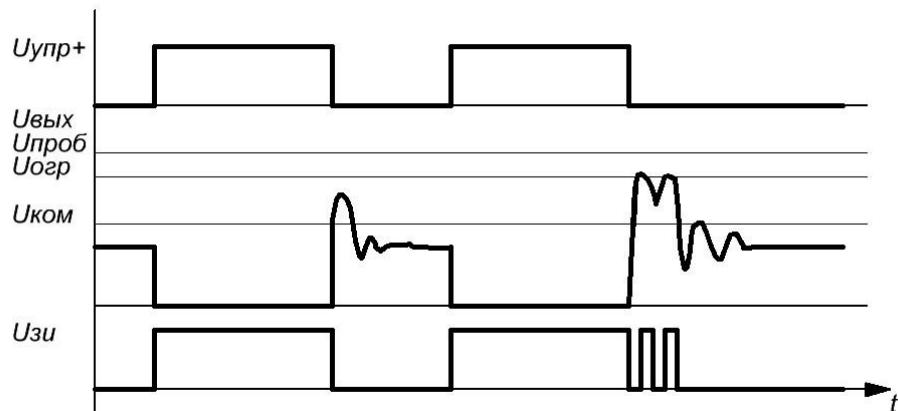


Рисунок 6.2 — Функционирование активной защиты ограничения напряжения

## 7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью резьбовых контактов. Типоразмер крепежных элементов приведен в таблице 7.1. Винты (болты) следует затягивать с крутящим моментом  $(5 \pm 0,5)$  Н·м, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб, входящих в комплект поставки модуля.

Таблица 7.1 – Типоразмер крепежных изделий

Обозначение модуля	Коммутируемый ток, среднее значение	Крепежные изделия
MKKT1X-50-XX-X-XX	50 А	Винт М6
MKKT1X-90-XX-X-XX	90 А	
MKKT1X-150-XX-X-XX	150 А	
MKKT1X-240-XX-X-XX	240 А	Болт М8

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.

Монтаж входных управляющих контактов, контактов статусов ошибки и подключения питания встроенного DC/DC преобразователя осуществляется при помощи нажимных клеммников 385 серии или через вилку FKC 2,5/8-ST-5,08, или штыревых выводов под пайку (пайка выводов должна производиться при температуре не выше (плюс  $260 \pm 5$ ) °C; продолжительность пайки не более 3 с.; расстояние от места пайки до корпуса должно быть не менее  $(2 \pm 0,1)$  мм; пайку проводников рекомендуется защитить лаком УР 231 по ТУ 6-21-14-90).

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом антistатических браслетов и заземленных 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 M5 с крутящим моментом  $(3,5 \pm 0,5)$  Н·м 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 7.2 соответствия MKKT1, потерь мощности на нём и необходимого типа охладителя без дополнительного обдува.

Таблица 7.2 – Необходимые габариты охладителя для МККТ1 различных типов (Токр = 25°C)

Наименование модуля	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Тип охладителя	
		Охл153	Охл271
МККТ1Х-50-0,6-Х-XX	30,825	Охл153-110	Охл271-50
МККТ1Х-90-0,6-Х-XX	51,27	Охл153-110	Охл271-110
МККТ1Х-150-0,6-Х-XX	37,58	Охл153-110	Охл271-50
МККТ1Х-240-0,6-Х-XX	144	Охл153-110	Охл271-150
МККТ1Х-50-1-Х-XX	45,825	Охл153-110	Охл271-50
МККТ1Х-90-1-Х-XX	59,37	Охл153-110	Охл271-110
МККТ1Х-150-1-Х-XX	318,83	Охл153-250	Охл271-300
МККТ1Х-240-1-Х-XX	264,96	Охл153-250	Охл271-300
МККТ1Х-50-2-Х-XX	58,325	Охл153-110	Охл271-110
МККТ1Х-90-2-Х-XX	148,47	Охл153-150	Охл271-250
МККТ1Х-150-2-Х-XX	251,33	Охл153-250	Охл271-250
МККТ1Х-240-2-Х-XX	339,84	Охл153-250	Охл271-500
МККТ1Х-50-6-Х-XX	150	Охл153-150	Охл271-250
МККТ1Х-90-6-Х-XX	270	Охл153-250	Охл271-300
МККТ1Х-150-6-Х-XX	450	Охл153-400	Охл271-500
МККТ1Х-240-6-Х-XX	720	Охл153-500	–
МККТ1Х-50-12-Х-XX	175	Охл153-150	Охл271-250
МККТ1Х-90-12-Х-XX	315	Охл153-250	Охл271-300
МККТ1Х-150-12-Х-XX	525	Охл153-400	Охл271-500
МККТ1Х-240-12-Х-XX	840	Охл153-800	–

Допускаются меньшие габариты охладителя в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо если предусмотрено принудительное охлаждение.

### Требования к эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на него механических нагрузок согласно таблице 7.3.

Таблица 7.3 – 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 него климатических нагрузок согласно таблице 7.4.

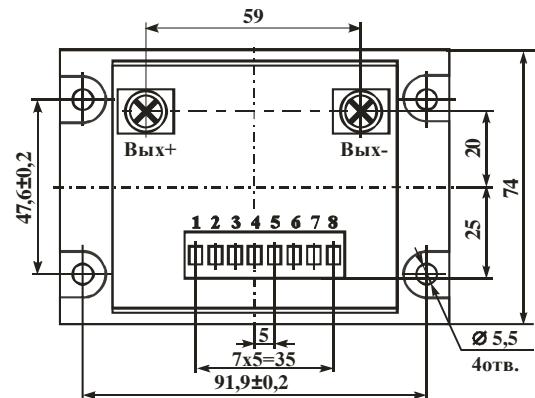
Таблица 7.4 – Воздействие климатических нагрузок

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

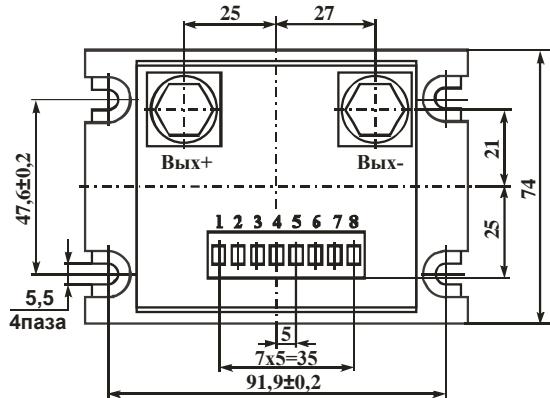
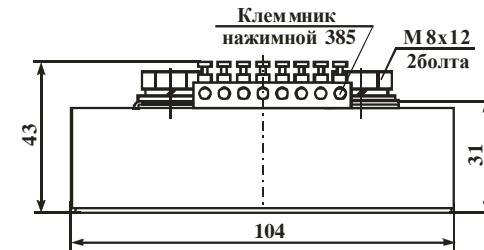
## Требования безопасности

1. Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания.
3. Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, пока на силовые цепи модуля подано питание.
4. Подключать щуп осциллографа только после снятия силового напряжения.
5. Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
6. Не дотрагиваться до незаземленного радиатора, если на модуль подано силовое питание.
7. Не дотрагиваться до радиатора, поскольку его температура может быть значительной.
8. Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

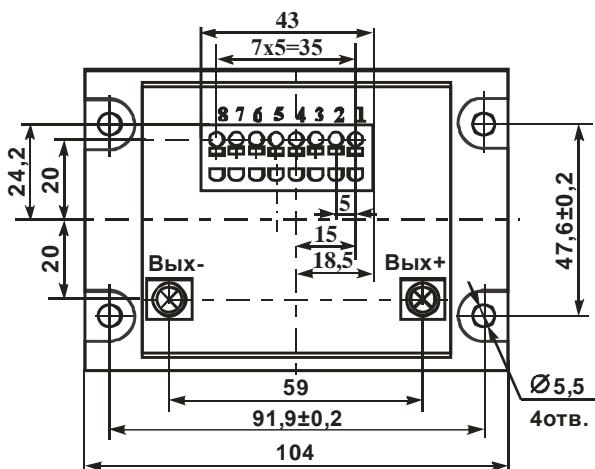
## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ



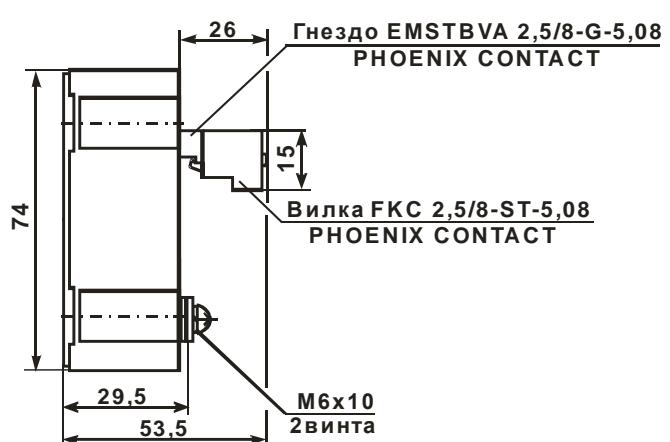
а) – без исполнения для токов  
50 А, 90 А, 150 А

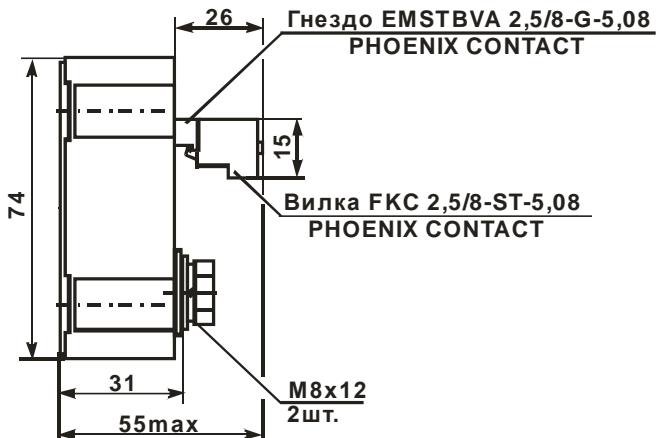
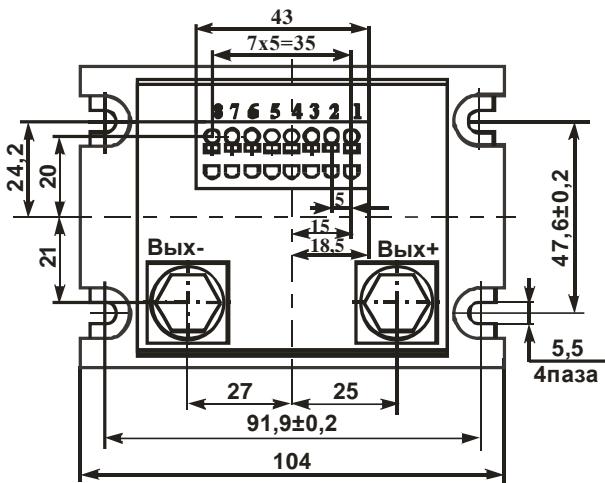


б) – без исполнения для тока  
240 А

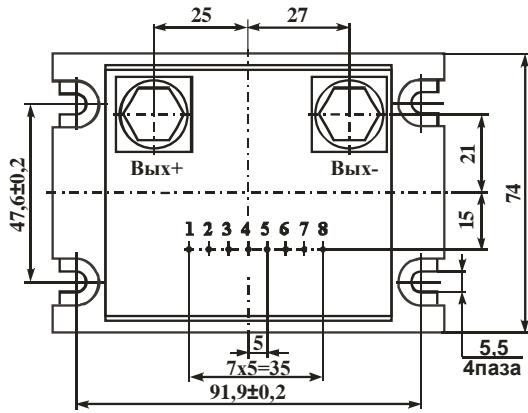
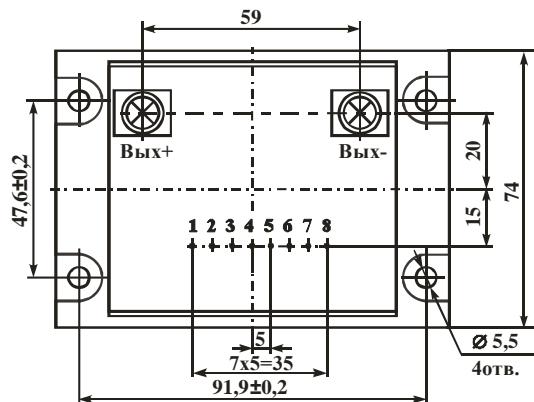
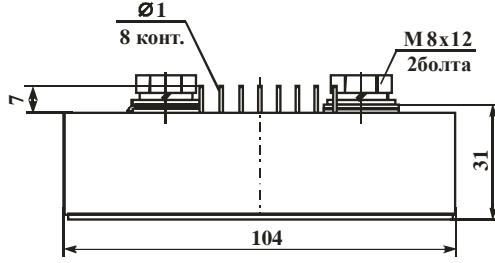
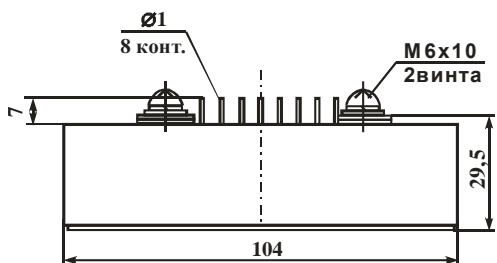


в) – исполнение 01 для токов  
50 А, 90 А, 150 А





г) – исполнение 01 для тока  
240 А



д) – исполнение 02 для токов  
50 А, 90 А, 150 А

е) – исполнение 02 для тока  
240 А

Неуказанные предельные отклонения размеров  $\pm 1$  мм  
Рисунок 8.1 – Габаритные и присоединительные размеры

Драгоценных металлов не содержится.

## **9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Модуль(и) \_\_\_\_\_

соответствует(ют) АЛЕИ.431162.091 ТУ

Заводской(ие) номер(а) \_\_\_\_\_

Дата изготовления\_\_\_\_\_

Место для штампа ОТК

## **10 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие модуля требованиям АЛЕИ.431162.091 ТУ при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок – 2,5 года с даты изготовления.

Гарантийный срок хранения – 2 года с даты изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации – 2 года с даты ввода модулей в эксплуатацию в пределах гарантийного срока.

## **11 СВЕДЕНИЯ ОБ 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.