

ЭЛЕКТРУМ АВ

Паспорт

Модули со встроенным управлением

Модули контроля тока и напряжения

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35

Астрахань +7 (8512) 99-46-80

Барнаул +7 (3852) 37-96-76

Белгород +7 (4722) 20-58-80

Брянск +7 (4832) 32-17-25

Владивосток +7 (4232) 49-26-85

Волгоград +7 (8442) 45-94-42

Екатеринбург +7 (343) 302-14-75

Ижевск +7 (3412) 20-90-75

Казань +7 (843) 207-19-05

Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70

Киров +7 (8332) 20-58-70

Краснодар +7 (861) 238-86-59

Красноярск +7 (391) 989-82-67

Курск +7 (4712) 23-80-45

Липецк +7 (4742) 20-01-75

Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81

Москва +7 (499) 404-24-72

Мурманск +7 (8152) 65-52-70

Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32

Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48

Омск +7 (381) 299-16-70

Орел +7 (4862) 22-23-86

Оренбург +7 (3532) 48-64-35

Пенза +7 (8412) 23-52-98

Пермь +7 (342) 233-81-65

Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65

Рязань +7 (4912) 77-61-95

Самара +7 (846) 219-28-25

Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09

Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65

Ставрополь +7 (8652) 57-76-63

Сургут +7 (3462) 77-96-35

Тверь +7 (4822) 39-50-56

Томск +7 (3822) 48-95-05

Тула +7 (4872) 44-05-30

Тюмень +7 (3452) 56-94-75

Ульяновск +7 (8422) 42-51-95

Уфа +7 (347) 258-82-65

Хабаровск +7 (421) 292-95-69

Челябинск +7 (351) 277-89-65

Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: electrum.pro-solution.ru | эл. почта: emt@pro-solution.ru

телефон: 8 800 511 88 70

МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ И КОНТРОЛЯ ТОКА 5МККТ1А-5-2-В

1 ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

1.1 Модуль коммутации и контроля тока 5МККТ1А-5-2-В (далее по тексту – модуль) предназначен для работы в аппаратуре наземной техники, в качестве силового элемента для коммутации тока в преобразовательных устройствах различного типа.

1.2 Модуль выполняет следующие функциональные возможности:

- коммутацию постоянного тока;
- контроль тока, протекающего в цепи нагрузки;
- выключение силового транзистора модуля при значении тока нагрузки, превышающем значение установки срабатывания защиты модуля по току;
- выключение силового транзистора модуля при перегреве;
- выдачу статусного сигнала по критерию $I > 0,3 I_{НОМ}$;
- выдачу статусного сигнала при срабатывании защиты модуля по току;
- выдачу статусного сигнала при срабатывании защиты модуля по перегреву;
- внешний сброс блокировки модуля при срабатывании защиты модуля по току.

1.3 Структурная схема, условное графическое изображение (УГО) и габаритный чертёж модуля приведены на рисунке 1, 2, 3 соответственно.

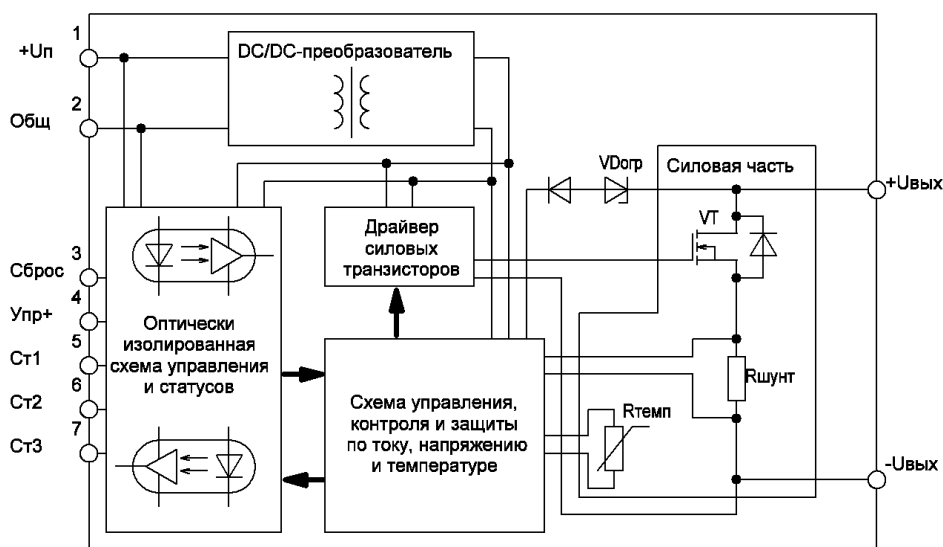
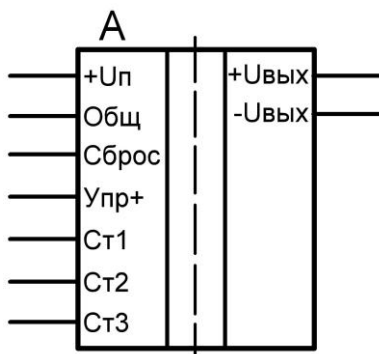


Рисунок 1 – Структурная схема модуля



А – обозначение модуля

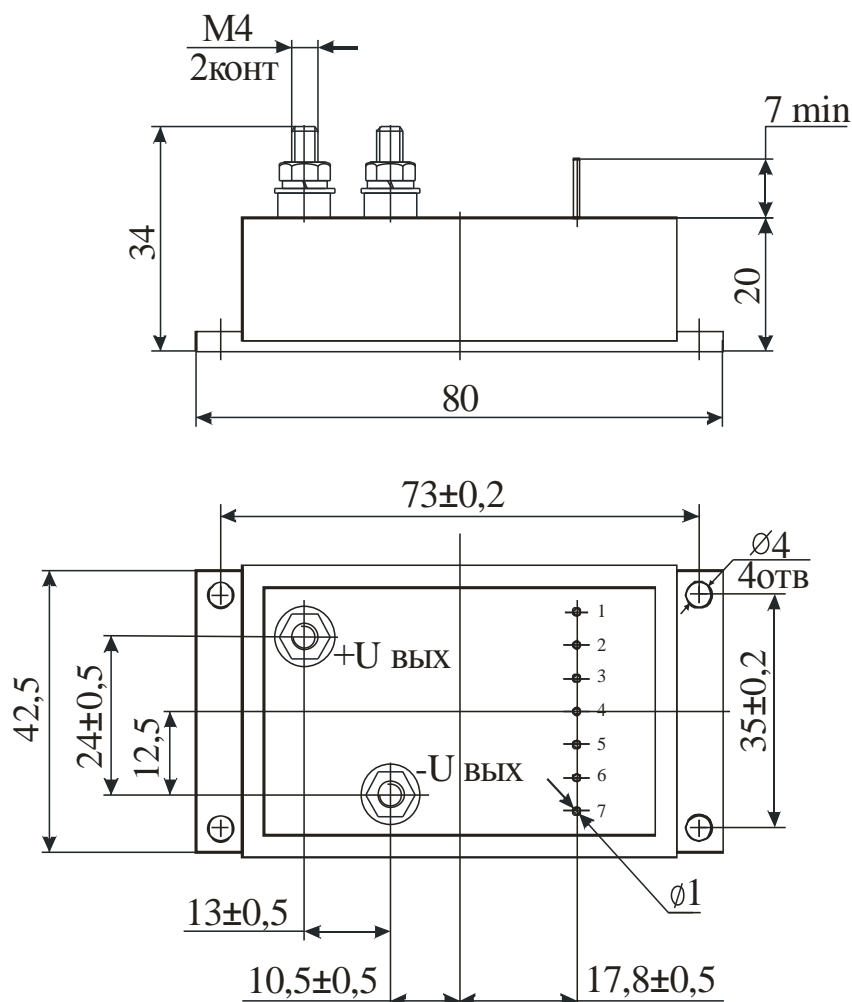
+Uп, Общ, Сброс, Упр+, Ст1, Ст2, Ст3 – входные выводы

+Uвых, -Uвых – выходные выводы

Рисунок 2 – Условное графическое изображение модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

№ вывода	Обозначение вывода	Назначение вывода
1	+U _П	Положительный вывод встроенного DC/DC преобразователя.
2	Общ	Отрицательный вывод встроенного DC/DC преобразователя. Общий вывод для управляющих сигналов, сигнала сброса и статусных сигналов.
3	Сброс	Оптически изолированный вход внешнего сброса при аварии по превышению тока или КЗ.
4	Упр+	Оптически изолированный прямой вход управления.
5	Ст1	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по критерию $I \geq 0,3 I_{НОМ}$.
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.
Силовые выводы	+U _{ВЫХ}	Вывод стока транзистора для подключения нагрузки.
	-U _{ВЫХ}	Вывод истока транзистора для подключения нагрузки.



Масса не более 700 г.

Рисунок 3 – Габаритный чертёж модуля

2 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

2.1 Значения электрических параметров модулей при приемке (поставке), эксплуатации (в течение срока наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости) должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 2.

2.2 Предельно-допустимые и предельные значения электрических параметров и режимов эксплуатации модуля должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.

2.3 Электрическая прочность изоляции $U_{из}$ между выводами и радиатором корпуса не менее 2000 В в течение 1 мин.

2.4 Модули должны быть устойчивыми к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 500 В.

2.5 Модули должны выдерживать без повреждения снижение напряжения питания до 10 В в течении 1 минуты, воздействие импульсов 70 В длительностью до 3 мс.

Таблица 2 – Значения электрических параметров модулей при приемке (поставке), эксплуатации (в течение срока наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости) при температуре +25 °С

Наименование параметра, единицы измерений, модификация модуля	Буквенное обозначение	Значения параметров			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Параметры питания					
Ток потребления, мА	$I_{пот}$	-	-	150	$U_{п} = 27 В$
Параметры управляющих сигналов					
Ток по управляющим входам «Упр+», «Сброс», мА	$I_{упр}$	-	-	1	
Параметры силовой части модулей					
Напряжение ограничения активной защиты, В	$U_{огр}$	-	-	150	
Ток утечки коммутирующего элемента, мкА	$I_{ут}$	-	-	100	$U = U_{ком.макс}$
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, МОм	$R_{ост}$	-	-	200	
* Тепловое сопротивление переход-среда, °С/Вт	$R_{Т(п-с)}$	-	-	20	
Тепловое сопротивление переход-радиатор, °С/Вт	$R_{Т(п-р)}$	-	-	2	
Параметры функционирования модулей					
Время задержки включения/выключения коммутирующего элемента, мкс	$t_{зд.вкл/выкл}$	-	-	10	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию $I \geq 1,5 I_{ном}$, мс	$t_{зд.1}$	-	-	4	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию $I \geq 3 I_{ном}$, мс	$t_{зд.2}$	-	-	1,5	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию $I \geq 4 I_{ном}$, мкс	$t_{зд.3}$	-	-	10	

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единицы измерений, модификация модуля	Буквенное обозначение	Значения параметров			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Температура включения температурной защиты, °С	$T_{ТЗ.ВКЛ}$	90	-	100	
Температура отключения температурной защиты, °С	$T_{ТЗ.ОТКЛ}$	60	-	70	
* справочный параметр					

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные значения электрических параметров и режимов эксплуатации модулей в диапазоне температур от минус 50 до +85 °С

Наименование параметра, единицы измерений, модификация модуля	Буквенное обозначение	Значения параметров			Режимы измерений
		не менее	тип.	не более	
Параметры питания					
Напряжение питания, В	$U_{П}$	18	27	36	
Параметры силовой части модулей					
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, В	$U_{ПРИБ}$	200	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, В	$U_{КОМ.МАКС}$	-	-	100	
Номинальный коммутируемый ток, А	$I_{НОМ}$	-	-	5	
Максимальный импульсный ток, А	$I_{ИМП.МАКС}$	-	-	10	$t_{ИМП} = 10 \text{ мс}$
Максимальный импульсный ток, А		-	-	20	$t_{ИМП} = 10 \text{ мкс}$
Параметры управляющих сигналов					
Входное напряжение «низкого логического уровня», В	$U^0_{ВХ}$	0	-	0,5	
Входное напряжение «высокого логического уровня», В	$U^1_{ВХ}$	3,5	-	6	
Параметры статусных сигналов					
Максимальное напряжение на выходе статусного сигнала, В	$U_{СТ.МАКС}$	-	-	30	Открытый коллектор
Максимальный ток по выходу статусного сигнала, мА	$I_{СТ.МАКС}$	-	-	10	
Параметры функционирования модулей					
Максимальная частота коммутации модуля, кГц	$f_{МАКС}$	-	-	30	

3 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль 5МККТ1А-5-2-В соответствует техническим условиям АЛЕИ.431162.226 ТУ

Принят по извещению № _____ от _____ дата

Место для
штампа ОТК

Место для штампа
представителя заказчика

Место для штампа «Перепроверка произведена _____»
дата

Место для
штампа ОТК

Место для штампа
представителя заказчика

4 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1 Подсоединение к модулю

Присоединение электрических проводников и кабелей к резьбовым силовым контактам модулей осуществляется с помощью гаек М4, с крутящим моментом $(1,2 \pm 0,15)$ Н·м. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений.

Рекомендуется повторно подтянуть гайки через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. После затягивания гаек рекомендуется закрепить соединение краской. 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 штыревых контактов.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

4.2 Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М3 с крутящим моментом $(1,5 \pm 0,5)$ 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 10 мкм и допуск плоскостности – не более 10 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.

4.3 Требования к эксплуатации

Механические факторы – по ГОСТ РВ 20.39.304-98, группа 1.5.4, с учетом уточнений приведенных ниже:

Синусоидальная вибрация (вибропрочность и виброустойчивость):

диапазон частот.....	(1 – 500) Гц
амплитуда ускорения.....	60 м/с ² (6 g)
Механический удар многократного действия:	
пиковое ударное ускорение.....	150 м/с ² (15 g)
длительность действия.....	(5 – 15) мс

Механический удар одиночного действия:

пиковое ударное ускорение.....	5000 м/с ² (500 g)
длительность действия.....	(0,5 – 2) мс

Акустический шум:

диапазон частот.....	(50 – 10000) Гц
уровень звукового давления (относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па).....	135 дБ

Климатические факторы – по ГОСТ РВ 20.39.304-98, группа 1.5.4, с учетом уточнений приведенных ниже:

Атмосферное пониженное рабочее давление	60000 Па (450 мм.рт.ст.)
Повышенная рабочая температура среды.....	+ 85 °С
Повышенная предельная температура среды.....	+ 100 °С
Пониженная рабочая температура среды.....	минус 50 °С
Пониженная предельная температура среды.....	минус 65 °С
Повышенная относительная влажность при температуре +35 °С (без конденсации влаги).....	98 %

Статическая пыль:

скорость циркуляции в зоне, защищенной от прямого действия при влажности 50 % и концентрации 5 г/м ³	(0,5 – 1) м/с
---	---------------

4.4 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 модуля при поданном силовом питании, если радиатор не заземлён.
- 7 Не дотрагиваться до радиатора, поскольку его температура может быть значительной.
- 8 Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

5 ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МОДУЛЯ

Диаграмма функционирования модуля приведена на рисунке 4. При подаче на вход «Упр+» состояния логической единицы согласно таблице состояний модуля (см. таблицу 4), происходит разрешение коммутации модулем силового напряжения и в цепи нагрузки начинает протекать ток. При превышении значения тока, протекающего в модуле, выше величины $0,3 \cdot I_{ном}$ происходит включение оптически изолированного статусного сигнала Ст1.

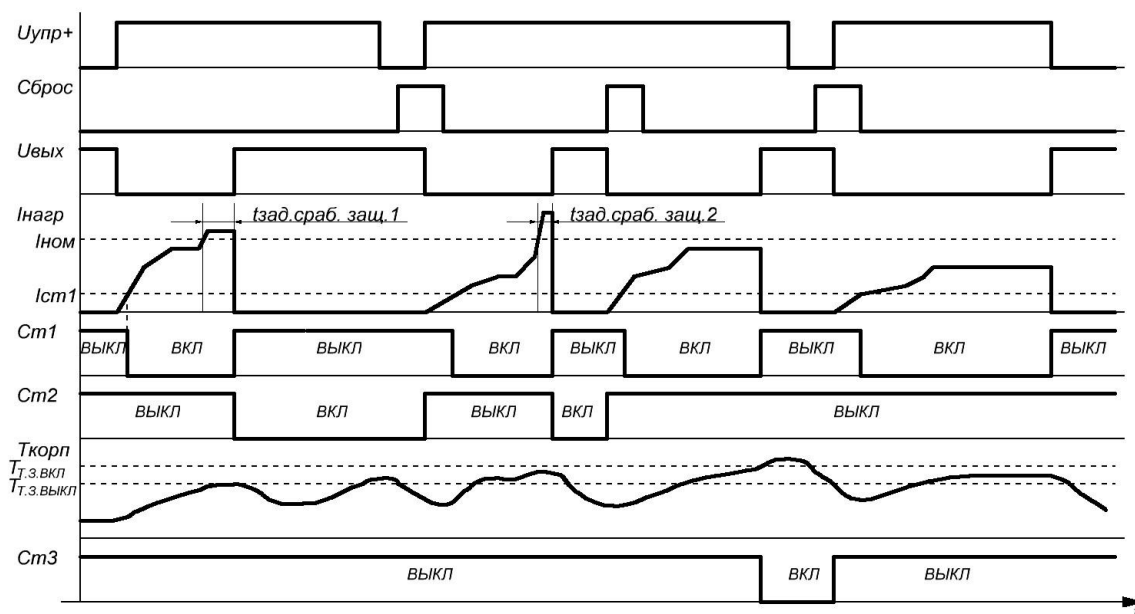


Рисунок 4 — Диаграмма функционирования модуля

При превышении значения тока выше величины $1,1 \cdot I_{ном}$ происходит срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ с задержкой срабатывания защиты *tзад.сраб.защ.*, значение которой зависит от величины перегрузки модуля в соответствии с перегрузочной характеристикой модуля приведенной на рисунке 5. По истечению времени *tзад.сраб.защ.* происходит выключение силовых транзисторов модуля, включается оптически изолированный статусный сигнал Ст2.

Таблица 4 — Таблица состояний модуля

«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 $0,3 \cdot I_{ном}$
«1»	«0»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,3 \cdot I_{ном}$
«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 $0,3 \cdot I_{ном}$
«1»	«1»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,3 \cdot I_{ном}$
«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»	«0»→«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

Снятие режима аварии по перегрузке или КЗ в нагрузке обеспечивается следующими способами:

1 при установленных в состоянии «0» входах «Упр+» и «Сброс» - установить на входе «Сброс» состояние «1», а на входе «Упр+» изменить состояние с «0» на «1»;

2 при установленном в состоянии «1» входе «Упр+» и установленном в состоянии «0» входе «Сброс» - произвести изменение состояния входа «Сброс» с «0» в «1»;

3 при установленном в состоянии «1» входе «Сброс» и установленном в состоянии «0» входе «Упр+» - произвести изменение состояния входа «Упр+» с «0» в «1»;

4 при установленных в состоянии «1» входах «Упр+» и «Сброс» - произвести последовательный перевод входа «Упр+» «1»→«0»→«1».

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 срабатывания защиты модуля по перегреву $T_{ТЗ.вкл}$ равной 90...100°C, произойдет отключение силовых транзисторов модуля и включится оптически изолированный статусный сигнал СтЗ. Разрешение коммутации модулем тока произойдет при снижении температуры радиатора модуля ниже значения температуры снятия блокировки защиты модуля по перегреву $T_{ТЗ.выкл}$ равной 60...70°C. Перезапуск по входу «Сброс», прежде чем температура радиатора модуля снизится ниже значения $T_{вкл}$, не приведет к снятию блокировки модуля по перегреву.

Перегрузочная характеристика модуля приведена на рисунке 5. 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.

На рисунке 6 приведена диаграмма срабатывания защиты, где на одном рисунке совмещено несколько диаграмм срабатывания защиты модуля в зависимости от уровня перегрузки по току.

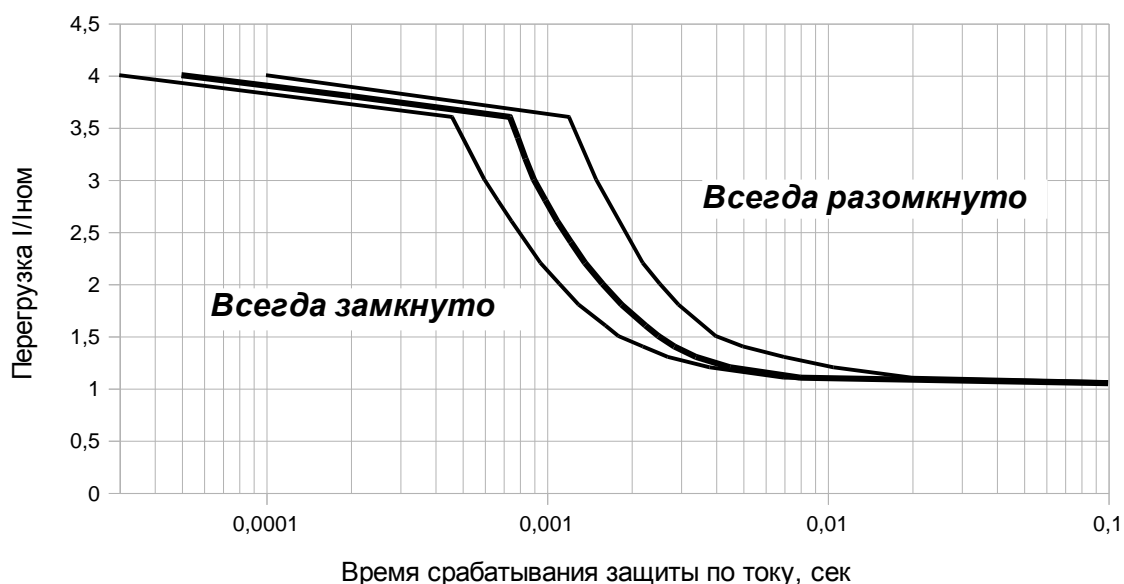


Рисунок 5 — Перегрузочная характеристика модуля

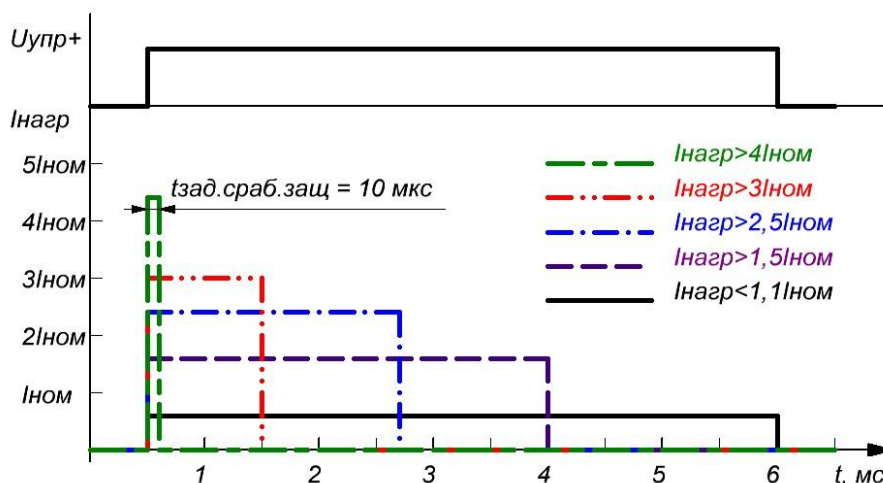


Рисунок 6 — Диаграмма срабатывания токовой защиты.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Транспортирование модулей производится только в упаковке предприятия-изготовителя или в составе аппаратуры всеми видами транспорта, разрешенными для транспортирования аппаратуры, в которой они применяются.

Выполнение требований по транспортабельности гарантируется разработчиком.

Хранение модулей в упаковке предприятия-изготовителя – во всех местах хранения, кроме открытой площадки. Хранение модулей в аппаратуре или в комплекте ЗИП – во всех местах хранения. Климатические факторы, характеризующие места хранения – по ГОСТ В 9.003-80.

7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие поставляемых модулей всем требованиям АЛЕИ.431126.226 ТУ в течение гамма-процентной наработки до отказа (T_γ) не менее 50000 ч. в пределах срока службы ($T_{сл}$) не менее 15 лет в составе аппаратуры при соблюдении потребителем режимов и условий эксплуатации, правил хранения и транспортирования, а также указаний по применению, установленных АЛЕИ.431162.226 ТУ.

Срок гарантии исчисляется с даты изготовления, указанной на модуле.

8 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.

МОДУЛЬ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ КОММУТИРУЕМОГО НАПРЯЖЕНИЯ 5ВУ-50-6А, 5ВУ-50-12А

1 НАЗНАЧЕНИЕ МОДУЛЯ

Модули контроля коммутируемого напряжения 5ВУ-50-6А, 5ВУ-50-12А (далее модуль или 5ВУ) предназначены для использования в составе аппаратуры специального назначения с целью коммутации и контроля напряжения нагрузки. 5ВУ предназначен для использования в схемах, где требуется коммутация ёмкостной нагрузки, плавный заряд фильтрующих конденсаторов, снятие набросов напряжения создаваемых нагрузкой и, в частности, в схемах управления электродвигателями различных типов.

5ВУ представляет собой сборку схемы управления транзисторами и собственно силовых транзисторов, защитных обратных диодов и выпрямительных диодов. Модуль 5ВУ-50-6А предназначен для работы в электрических цепях со средним током до 50 А и напряжением до 360 В, 5ВУ-50-12А предназначен для работы в электрических цепях со средним током до 50 А и напряжением до 620 В.

2 ФУНКЦИИ МОДУЛЯ

5ВУ выполняет следующие функции:

- коммутацию силового напряжения;
- отключение/подключение нагрузки по внешнему сигналу управления;
- контроль коммутируемого напряжения путём включения/выключения тормозного и зарядного транзисторов;
- плавный заряд ёмкости нагрузки импульсами накачки;
- регулировку эквивалентного тока заряда;
- регулировку порогов включения/выключения тормозного транзистора;
- регулировку длительности задержки срабатывания транзисторов;
- защиту собственных транзисторов и нагрузки от КЗ;
- обеспечивает температурную защиту;
- защиту от пониженного напряжения питания;
- выдаёт индикацию режима работы и аварийных ситуаций.

Цепи управления модуля гальванически развязаны от силовых цепей прочностью изоляции не менее 2000 В частотой 50 Гц и развязаны от цепей питания DC/DC преобразователя, прочностью изоляции не менее 100 В частотой 50 Гц.

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

5ВУ состоит из цепей управления; полумоста на IGBT транзисторах со средним током коллектора не менее 60 А и максимально допустимом напряжением коллектор-эмиттер не менее 600 В для 5ВУ-50-6А и не менее 1200 В для 5ВУ-50-12А; выпрямительного трёхфазного моста на диодах со средним током не менее 60 А и максимально допустимом обратном напряжении не менее 600 В для 5ВУ-50-6А и не менее 1200 В для 5ВУ-50-12А.

Структурная схема 5ВУ представлена на рисунке 3.1, габаритные и присоединительные размеры на рисунке 3.2, условно-графическое обозначение на рисунке 3.3, схема включения на рисунке 3.4.

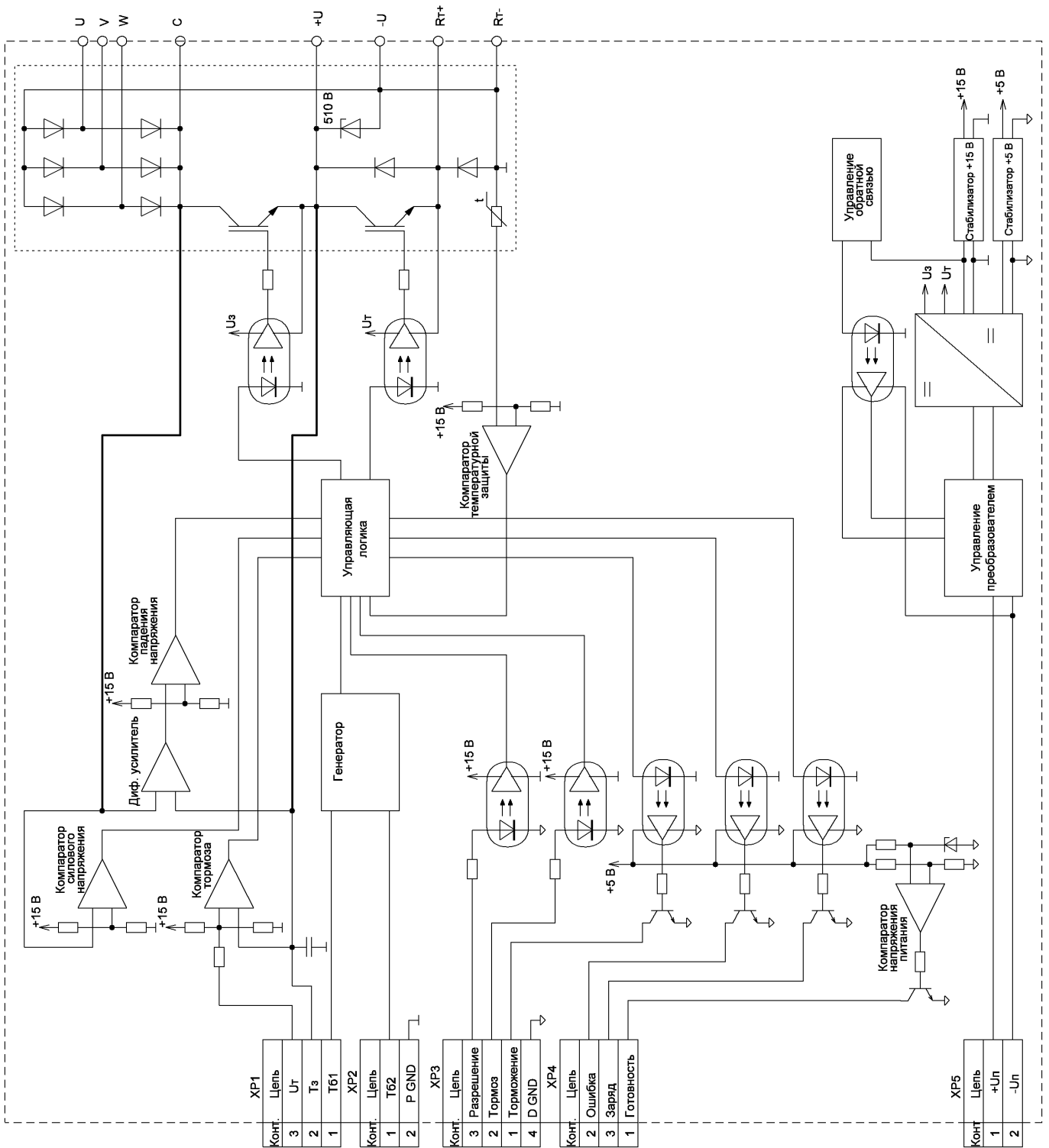


Рисунок 3.1 - Структурная схема 5ВУ

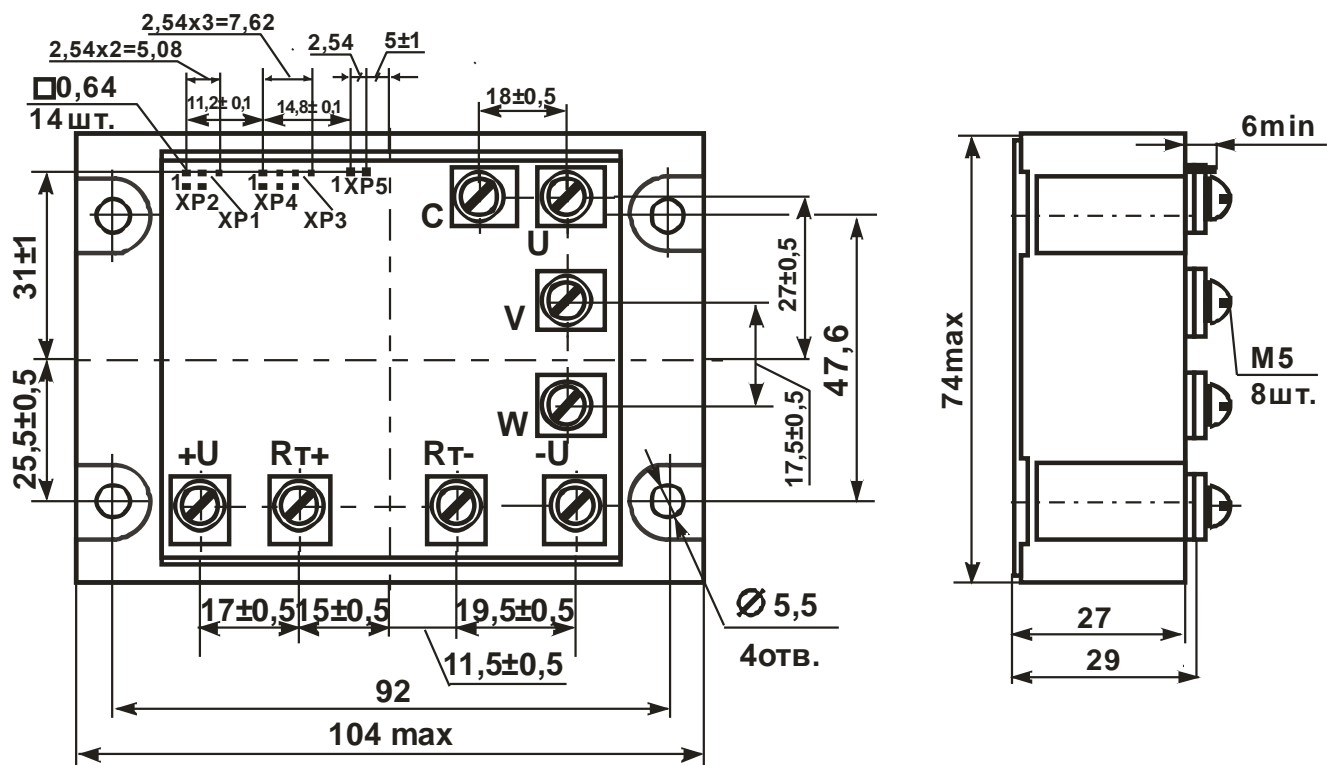
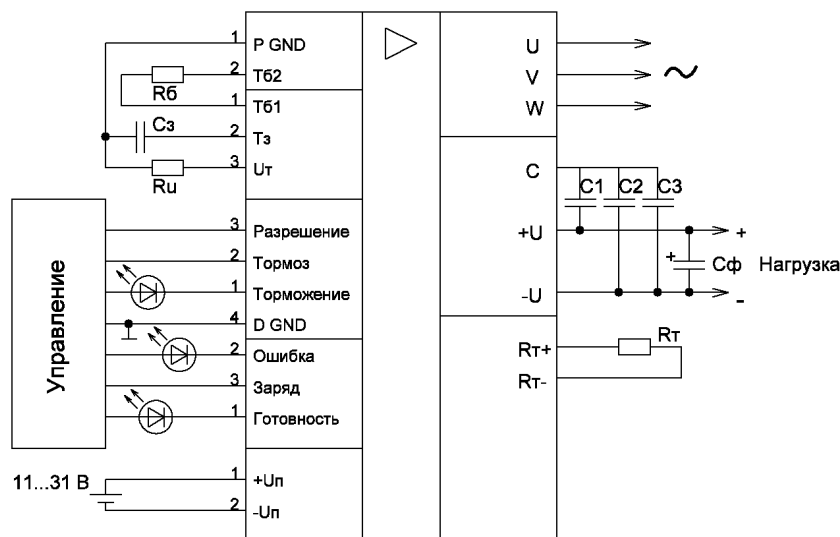


Рисунок 3.2 – Габаритные и присоединительные размеры 5ВУ



Рисунок 3.3 – Условно-графическое обозначение 5ВУ



где R_b – резистор настройки длительности блокировки схемы управления при накачки ёмкости;
 R_u – резистор настройки напряжения срабатывания тормозного транзистора;
 R_t – тормозной резистор;
 C_3 – конденсатор настройки задержки срабатывания зарядного и тормозного транзисторов;
 C_f – фильтрующий конденсатор;
 C_1, C_2, C_3 – фильтрующие конденсаторы.

Рисунок 3.4 – Схема включения 5ВУ

Разъёмы XP1-XP5 представляют собой контакты под пайку. Разъёмы предназначены для управления и настройки управления модуля. Силовые контакты - резьбовые контакты под винт M5. Назначение выводов разъёмов XP1-XP5 и назначение силовых выводов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов 5ВУ

Вывод	Обозначение	Назначение
XP1:1	$T_{б1}$	Выводы настройки длительности блокировки в режиме накачки ёмкости фильтра
XP1:2	T_3	Вывод настройки длительности задержки срабатывания транзисторов
XP1:3	U_t	Вывод настройки напряжения срабатывания тормозного транзистора
XP2:1	$T_{б2}$	Выводы настройки длительности блокировки в режиме накачки ёмкости фильтра
XP2:2	P GND	Общий вывод силовых цепей
XP3:1	Торможение	Вывод индикации работы тормозного транзистора (открытый коллектор)
XP3:2	Тормоз	Вывод подключения сигнала управления тормозным транзистором
XP3:3	Разрешение	Вывод подключения сигнала управления зарядным транзистором
XP3:4	D GND	Общий вывод цепей управления
XP4:1	Готовность	Вывод индикации защиты от недонапряжения (открытый коллектор)
XP4:2	Ошибка	Выход индикации срабатывания температурной защиты и защиты по недонапряжению (открытый коллектор)
XP4:3	Заряд	Выход индикации работы зарядного транзистора в режиме накачки ёмкости фильтра (открытый коллектор)
XP5:1	+Uп	Вывод подключения «+» питания DC/DC-преобразователя
XP5:2	-Uп	Вывод подключения «-» питания DC/DC-преобразователя
Силовые выводы	+U, -U	Выводы подключения нагрузки
	U, V, W	Выводы подключения входного силового напряжения
	Rт-, Rт+	Выводы подключения тормозного резистора
	C	Вывод для подключения фильтрующих конденсаторов.

4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Значение электрических параметров 5ВУ при приёмке (поставке), эксплуатации (в течение наработки) и хранения (в течение срока сохраняемости) представлены в таблицах 4.1 – 4.4.

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

Наименование	Ед. изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Параметры питания					
Напряжение питания	В	11		31	
Напряжение срабатывания защиты от недонапряжения	В	7		10	
Ток потребления	мА		200	230	U _п =11 В
			200	230	U _п =30 В
Входные параметры					
Ток потребления по входу «Разрешение» и «Тормоз»	мА		0,5	5	U _{упр} =5 В
Входное напряжение низкого уровня по входу «Разрешение» и «Тормоз»	В	0		0,5	
Входное напряжение высокого уровня по входу «Разрешение» и «Тормоз»	В	3,0		5,6	
Задержка включения/выключения по входу «Разрешение» и «Тормоз»	мкс			3	
Минимальная длительность управляющего импульса разрешения и тормоза	мкс	5			
Частота коммутации зарядного и тормозного транзисторов	кГц			2	
Максимальное контролируемое напряжение	В			1000	
Напряжение срабатывания тормозного транзистора	5ВУ-50-6А	В	380	420	Настраивается потребителем
	5ВУ-50-12А	В	650	700	
Гистерезис срабатывания тормозного транзистора	%	5			
Напряжение силового питания (U _п) разрешающее заряд ёмкости	В	60			
Разница напряжений вход-выход приводящая к отпиранию зарядного транзистора			0,05xU _п	0,3xU _п	
Гистерезис срабатывания зарядного транзистора	%	2			
Температура включения температурной защиты	°С	100		110	
Температура отключения температурной защиты	°С	60		70	
Параметры выходов «Заряд», «Ошибка», «Готовность», «Торможение»					
Максимальное напряжение	В	20			
Максимальный ток	мА	20			
Остаточное напряжение	В			1	При I=20 мА
Задержка срабатывания	мкс			2	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции DC/DC-преобразователя от цепей управления	В	100			АС, 50 Гц
Напряжение изоляции DC/DC-преобразователя и цепей управления от силовых цепей	В	2000			
Напряжение изоляции электрической схемы на радиатор	В	2000			

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые параметры выпрямительного моста

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	Не более	
Максимальное обратное напряжение диодов	5ВУ-50-6А	В	600		
	5ВУ-50-12А	В	1200		
Максимальное падение напряжения на диоде	В		1,65	2,8	
Максимальный действующий ток диода	А	60			
Максимальный импульсный ток диодов	А	200			
Ток утечки диодов на 600 В	мА			1	

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых транзисторов

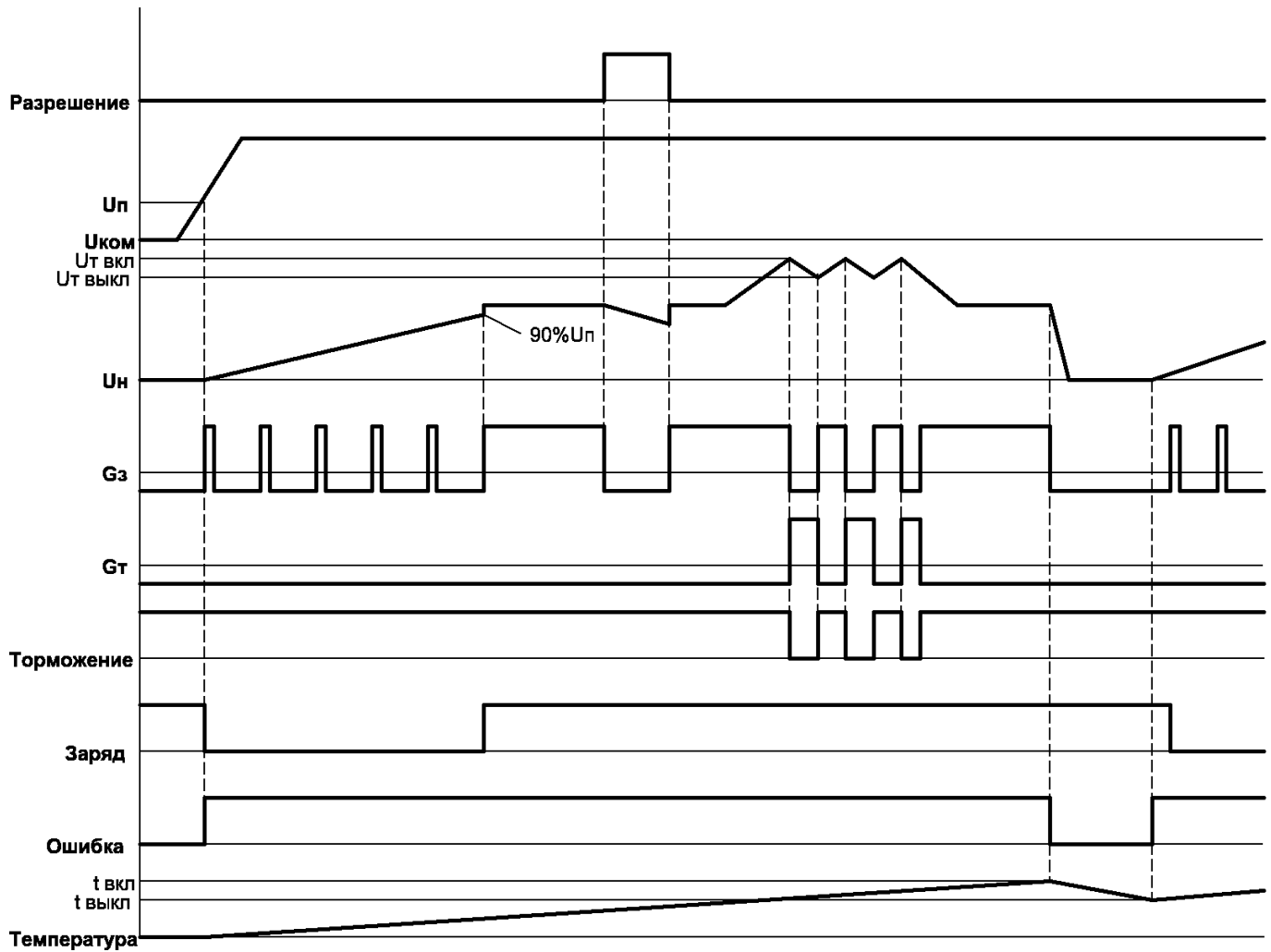
Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное пиковое напряжение коллектор-эмиттер	5ВУ-50-6А	В	600		
	5ВУ-50-12А	В	1200		
Максимальный средний ток силовых транзисторов	А	60			
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов	А	150			
Напряжение насыщения	В			2,8	
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые параметры силовых цепей

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	Не более	
Максимальное длительное среднее напряжение силовых цепей	5ВУ-50-6А	В		360	
	5ВУ-50-12А	В		620	
Максимальный длительный средний ток силовых цепей	В			50	
Ёмкость нагрузки	мкФ			3500	
Постоянный ток нагрузки в процессе заряда	мА	20			Настраивается потребителем
Пробивное напряжение ограничителя напряжения	5ВУ-50-6А	В	480	540	
	5ВУ-50-12А	В	760	840	
Максимальная импульсная мощность рассеяния ограничителя напряжения	кВт	3			
Фильтрующие конденсаторы С1,С2,С3	мкФ/В		0,22/630		Устанавливать обязательно

5 РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

Алгоритм работы схемы управления 5ВУ представлен на рисунке 5.1



где U_p – пороговое напряжения отключения защиты от недонапряжения;
 $U_{ком}$ – коммутируемое силовое напряжение питания;
 U_t – напряжение включения (выключения) тормозного транзистора;
 U_n – напряжение на нагрузке;
 G_z – сигнал на затворе зарядного транзистора;
 G_t – сигнал на затворе тормозного транзистора.

Рисунок 5.1 – Алгоритм работы 5ВУ

Модуль работает следующим образом:

После подачи напряжения питания схемы управления модуль анализирует выходное напряжение DC/DC-преобразователя и в случае соответствия напряжения норме выдаёт сигнал «Готовность».

При отсутствии силового напряжения питания зарядный транзистор закрыт и статусный выход «Ошибка» находится в активном состоянии; напряжение в нагрузке отсутствует. При подаче силового напряжения питания схема управления разрешит работу модуля по достижению напряжением питания порога выключения защиты от недонапряжения (при этом выход «Ошибка» перейдёт в неактивное состояние); при снижении питания ниже этого порога схема управления вновь закроет зарядный транзистор, таким образом осуществляется защита от пониженного напряжения питания. После того, как схема защиты от недонапряжения разрешит работу модуля, запустится генератор, который будет кратковременно открывать зарядный транзистор через относительно большие промежутки времени (время блокировки настраивается внешним резистором «Rб»), тем самым осуществляя накачку ёмкости фильтра. При этом выход «Заряд» перейдёт в активное состояние. После того, как разница напряжения

на коллекторе зарядного транзистора и его эмиттере станет меньше установленного порога (разница (15...30)% между входным напряжением и напряжением на нагрузке) зарядный транзистор полностью откроется, тем самым подключив цепи питания к нагрузке; транзистор на выходе «Заряд» закроется.

При возникновении КЗ в нагрузке разница напряжений коллектор-эмиттер зарядного транзистора снова превысит установленный порог и зарядный транзистор закроется, включится генератор, обеспечивая возможность перезапуска в режиме аварии; тем самым обеспечивается защита от КЗ в нагрузке.

При превышении напряжением нагрузки установленного порога (настраивается внешним резистором R_t) в течении установленного времени (настраивается внешним конденсатором «Сз») зарядный транзистор закроется и откроется тормозной транзистор, подключив разрядный резистор к цепи нагрузки. При снижении напряжения питания ниже допустимого предела для срабатывания защиты от перенапряжения тормозной транзистор закроется и откроется зарядный. При открывании тормозного транзистора выход «Торможение» переходит в активное состояние.

При перегреве модуля зарядный транзистор закроется (тормозной транзистор будет функционировать) и на статусном выходе «Ошибка» появится активный уровень, который будет удерживаться вплоть до отключения температурной защиты.

В том случае, если используется внешний сигнал разрешения (вывод «Разрешение»), внешний сигнал запрета имеет приоритет к внутренним сигналам; внутренний сигнал запрета имеет приоритет к внешним сигналам. Аналогично работает цепь управления тормозным транзистором (вывод «Тормоз»).

Управление 5ВУ осуществляется с помощью следующих выводов.

«**P GND**». Общий вывод силовых цепей. Вывод гальванически связан с силовыми цепями.

«**D GND**». Общий вывод цепей управления.

«**Разрешение**». Вывод подключения внешнего сигнала разрешения. При этом разрешению соответствует «лог.0», запрету (зарядный транзистор закрыт) соответствует «лог.1». При незадействованном выводе «Разрешение» или сигнале соот. «лог.0» зарядный транзистор будет работать в соответствии с внутренними сигналами управления, зависящими от напряжения питания и напряжения на нагрузке.

«**Тормоз**». Вывод подключения внешнего сигнала торможения. При этом отпиранию тормозного транзистора соответствует «лог.1», запираению соответствует «лог.0». При незадействованном выводе «Тормоз» или сигнале соот. «лог.0» тормозной транзистор будет работать в соответствии с внутренними сигналами управления, зависящими от напряжения питания и напряжения на нагрузке. В случае отпирания тормозного транзистора автоматически запирается зарядный транзистор.

«**Заряд**». Вывод индикации работы зарядного транзистора в режиме накачки ёмкости фильтра. Открытому состоянию зарядного транзистора соответствует открытый транзистор на выводе «Заряд» в период накачки, т.е. в момент, когда работает генератор импульсов накачки.

«**Ошибка**». Вывод индикации срабатывания температурной защиты и защиты по недонапряжению в силовой цепи. Если температура модуля соответствует норме, транзистор на выводе «Ошибка» будет закрыт; если срабатывает температурная защита, то транзистор «Ошибка» будет открыт вплоть до отключения температурной защиты. При снятии напряжения питания модуля температурная защита не отключится; схема защиты по температуре разрешит работу модуля только при снижении температуры радиатора ниже установленного порога. Так же транзистор «Ошибка» будет открыт при несоответствии напряжения питания минимально допустимому значению.

«**Торможение**». Вывод индикации работы тормозного транзистора. Транзистор вывода «Торможение» открывается всегда, когда открывается тормозной транзистор.

«**Готовность**». Вывод индикации соответствия выходного напряжения DC/DC-преобразователя норме. Если напряжение не соответствует норме (в т.ч. если не подано напряжение питания цепей управления) транзистор выхода «Готовность» закрыт; если соответствует норме, то выход переходит в активное состояние.

«**Тз**». Вывод подключения конденсатора настройки длительности задержки срабатывания схемы управления (конденсатор «Сз» на рисунке 3.4). Увеличивать задержку срабатывания транзисторов следует только в тех случаях, когда скорость нарастания напряжения на конденсаторе нагрузки в режиме торможения двигателя незначительна или в случае, если требуется запуск двигателя на значительной нагрузке и с изначальным временем задержки схема защиты от короткого замыкания (КЗ)

не позволяет двигателю запуститься. Зависимость задержки срабатывания от номинала ёмкости «Сз» представлена на рисунке 5.2.

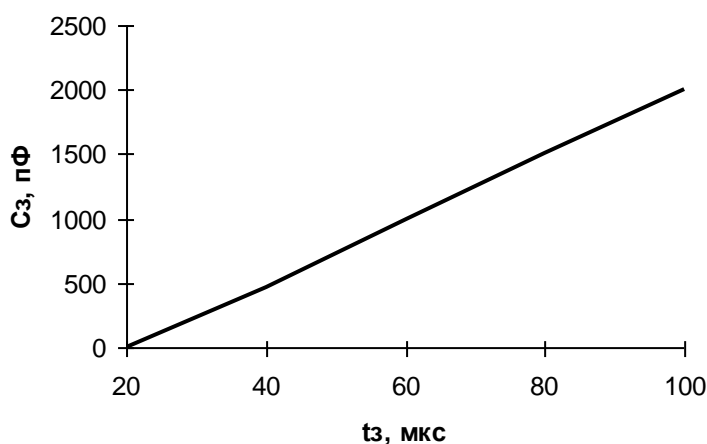


Рисунок 5.2 - График зависимости задержки срабатывания схемы управления от номинала ёмкости Сз

«Ut». Вывод подключения резистора («Ru» на рисунке 3.4) настройки порога срабатывания тормозного транзистора. Если требуется максимальное напряжения срабатывания, то данный вывод следует оставить незадействованным. Зависимость напряжения срабатывания тормозного транзистора от номинала подстроечного резистора представлена на рисунках 5.3 и 5.4.

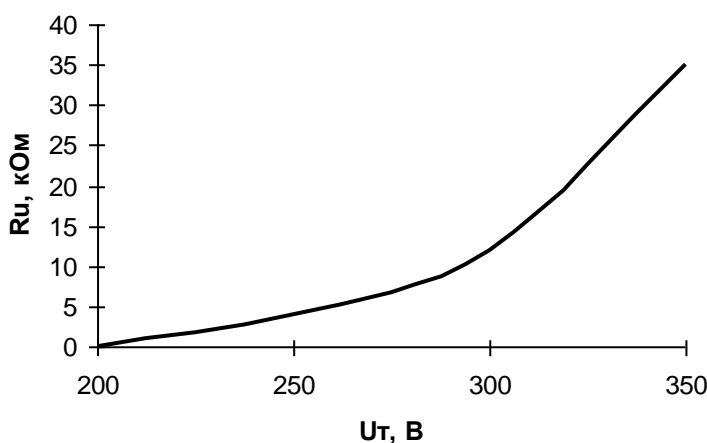


Рисунок 5.3 - График зависимости напряжения срабатывания тормозного транзистора от номинала резистора Ru 5ВУ-50-6А

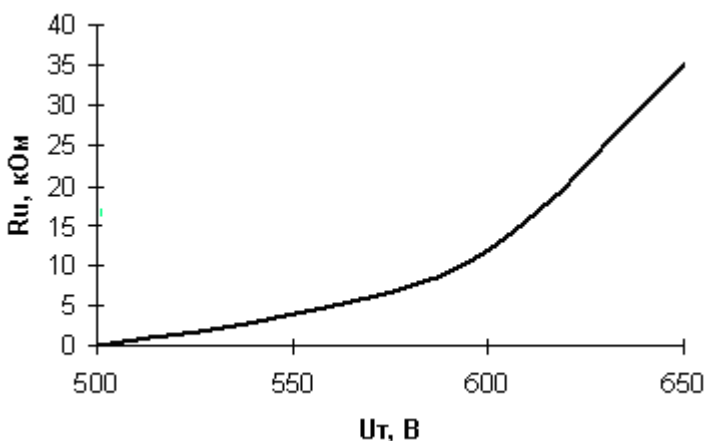


Рисунок 5.4 - График зависимости напряжения срабатывания тормозного транзистора от номинала резистора Ru 5ВУ-50-12А

«Т61», «Т62». Выводы подключения резистора («Rб» на рисунке 3.4) настройки длительности блокировки в режиме накачки ёмкости фильтра. В зависимости от номинала резистора «Rб» меняется период следования импульсов отпираания зарядного транзистора в режиме накачки ёмкости фильтра, таким образом увеличивается эквивалентный ток заряда. Если резистор не подключен, то эквивалентный ток заряда составляет 40 мА (тип.); зависимость эквивалентного тока от номинала резистора «Rб» представлена на рисунке 5.4. Не рекомендуется увеличение тока заряда свыше максимального указанного на рисунке 5.4 без использования специальных внешних схем защиты, т.к. в этом случае модуль может выйти из строя

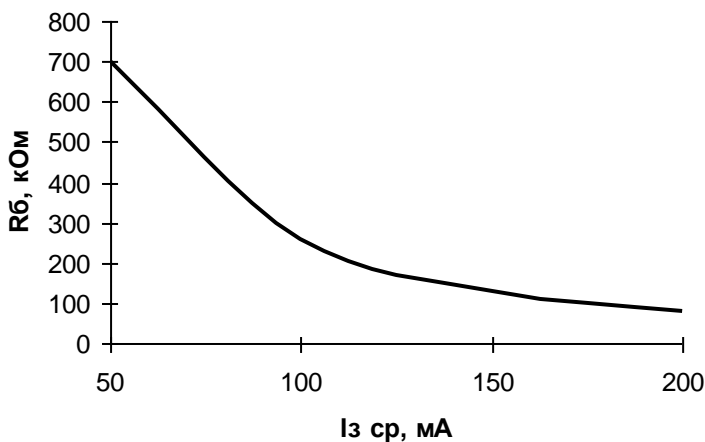


Рисунок 5.4 - График зависимости эквивалентного тока заряда от номинала резистора Rб

«+Uп». Вход подключения «+» питания DC/DC-преобразователя. Для корректной работы модуля напряжение по данному входу должно составлять (11...31) В. Допускается питание модуля от силовой цепи номинальным напряжением (12...27) В при отсутствии длительных набросов напряжения свыше 31 В и пиковых перенапряжений амплитудой свыше 36 В.

«-Uп». Вход подключения «-» питания DC/DC-преобразователя. Вывод гальванически развязан от силовых цепей.

6 СИЛОВЫЕ ВЫВОДЫ

«U», «V», «W». Выводы подключения силового переменного или постоянного напряжения.

«+U», «-U». Выводы подключения нагрузки модуля. К этим же выводам подключается ёмкость фильтра C_f (см. рисунок 3.4), необходимая для сглаживания полуволн с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя или иного типа нагрузки. Ёмкость C_f рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности нагрузки, на который работает модуль. Ёмкость конденсатора должна составлять не менее 200 мкФ на 1 кВт мощности двигателя, оптимальная – 400 мкФ на 1 кВт мощности. Если предполагается, что нагрузка на двигатель будет часто меняться или двигатель будет работать в нестабильных условиях, то не рекомендуется ставить конденсатор ёмкостью менее 400 мкФ на 1 кВт. Допустимое напряжение конденсатора должно быть не менее 450 В; ёмкость - не более 3500 мкФ.

«С». Вывод подключения дополнительных фильтрующих конденсаторов. Их значения должны быть 0,22 мкФ на напряжение 630 В. **Конденсаторы устанавливать обязательно.**

«Rт». Выводы подключения тормозного резистора (см. рисунок 3.4), 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 ограничивать тормозной ток в диапазоне от не менее рабочего тока двигателя, до не более максимального среднего тока модуля.

Мощность резистора также выбирается исходя из условий работы и останова двигателя, при этом при расчёте мощности тормозного резистора следует придерживаться следующего алгоритма:

Необходимо вычислить коэффициент нагрузки (см. рисунок 6.1).

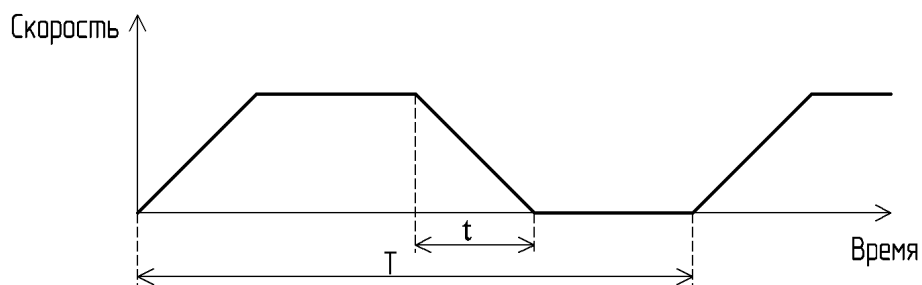


Рисунок 6.1 – Диаграмма работы двигателя.

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).

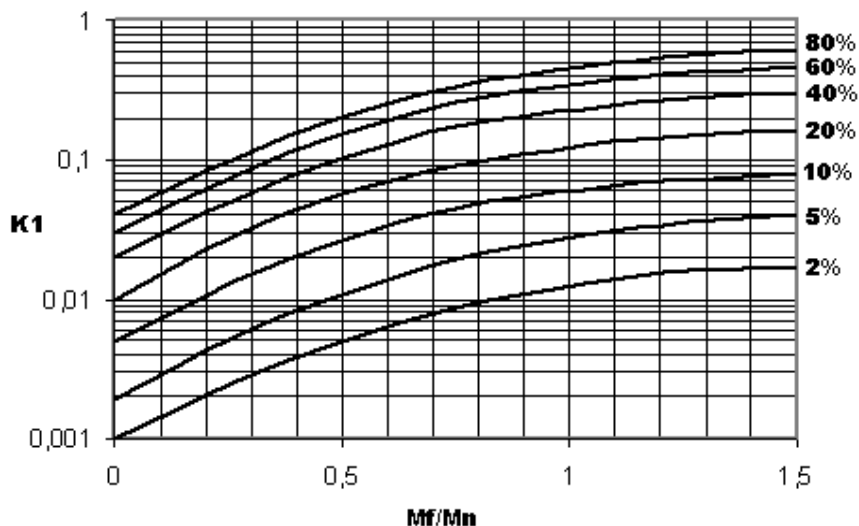


Рисунок 6.2 – Определение поправочного коэффициента K_1

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 $K_1 = 0,005$.

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

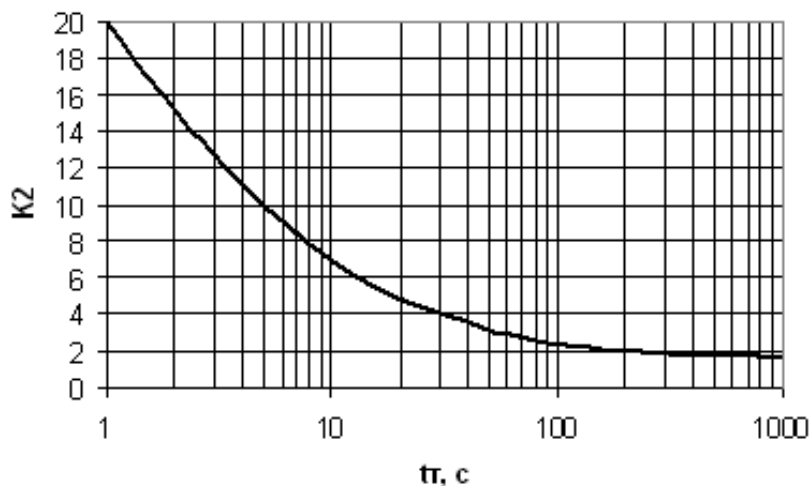


Рисунок 6.3 – Определение поправочного коэффициента K_2

Ранее было предположено, что время торможения будет равно 10 с, тогда $K2=7$.

Далее определяется номинальная мощность тормозного резистора:
 $Pp = Pд \times Nд \times K1 \times (1 + 1 / (K2 \times f_m))$, Вт.

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

7 УКАЗАНИЯ 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. Затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей должно быть не менее 10 мм^2 .

Управляющие выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой. Допустимое число перепаяк выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°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 с крутящим моментом $(2,0 \pm 0,2)$ 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 повернуть, 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.

Требования эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях указанных в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Условия эксплуатации модулей 5ВУ.

Внешний воздействующий фактор	Характеристика воздействующего фактора	Значение воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация	Диапазон частот, Гц	от 10 до 2000
	Амплитуда ускорения, м/с ² (g)	200 (20)
Акустический шум	Диапазон частот, Гц	от 50 до 10000
	Уровень звукового давления, дБ	160
Механический удар одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	2000 (200)
	Длительность действия, мс	от 0,1 до 2,0
Механический удар многократного действия	Значение линейного ускорения, м/с ² (g)	400 (40)
	Длительность действия, мс	от 2 до 15
Линейное ускорение	Значение линейного ускорения, м/с ² (g)	500 (50)
Атмосферное пониженное давление	Рабочее значение, Па (мм.рт.ст)	665 (5)
Повышенная температура среды	Рабочая, °С	плюс 85
	Предельная, °С	плюс 100
Пониженная температура среды	Рабочая, °С	минус 55
	Предельная, °С	минус 60
Изменение температуры среды	Диапазон изменения температуры среды, °С	От минус 60 до плюс 85
Повышенная влажность воздуха	Повышенная влажность при температуре 35 °С (без конденсации влаги), %	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 когда 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.

8 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Средняя наработка до отказа не менее 100000 ч.

Полный ресурс работы в течении всего срока службы не менее 25000 ч.

Полный срок службы не менее 25 лет.

Срок сохраняемости в составе изделия не менее 15 лет, из них 2 года в упаковке завода изготовителя.

Срок сохраняемости комплектов ЗИП не менее 10 лет.

9 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.

10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модули _____ зав. № _____
соответствуют комплекту КД и ТУ

Место для штампа ОТК

МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ И КОНТРОЛЯ ТОКА 5МККТ1А-240-2-В

1 ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

1.1 Модуль коммутации и контроля тока 5МККТ1А-240-2-В (далее по тексту – модуль) предназначен для работы в аппаратуре наземной техники, в качестве силового элемента для коммутации тока в преобразовательных устройствах различного типа.

1.2 Модуль выполняет следующие функциональные возможности:

- коммутацию постоянного тока;
- контроль тока, протекающего в цепи нагрузки;
- выключение силового транзистора модуля при значении тока нагрузки, превышающем значение установки срабатывания защиты модуля по току;
- выключение силового транзистора модуля при перегреве;
- выдачу статусного сигнала по критерию $I > 0,1 I_{НОМ}$;
- выдачу статусного сигнала при срабатывании защиты модуля по току;
- выдачу статусного сигнала при срабатывании защиты модуля по перегреву;
- внешний сброс блокировки модуля при срабатывании защиты модуля по току.

1.3 Структурная схема, условное графическое изображение (УГО) и габаритный чертёж модуля приведены на рисунке 1, 2, 3 соответственно.

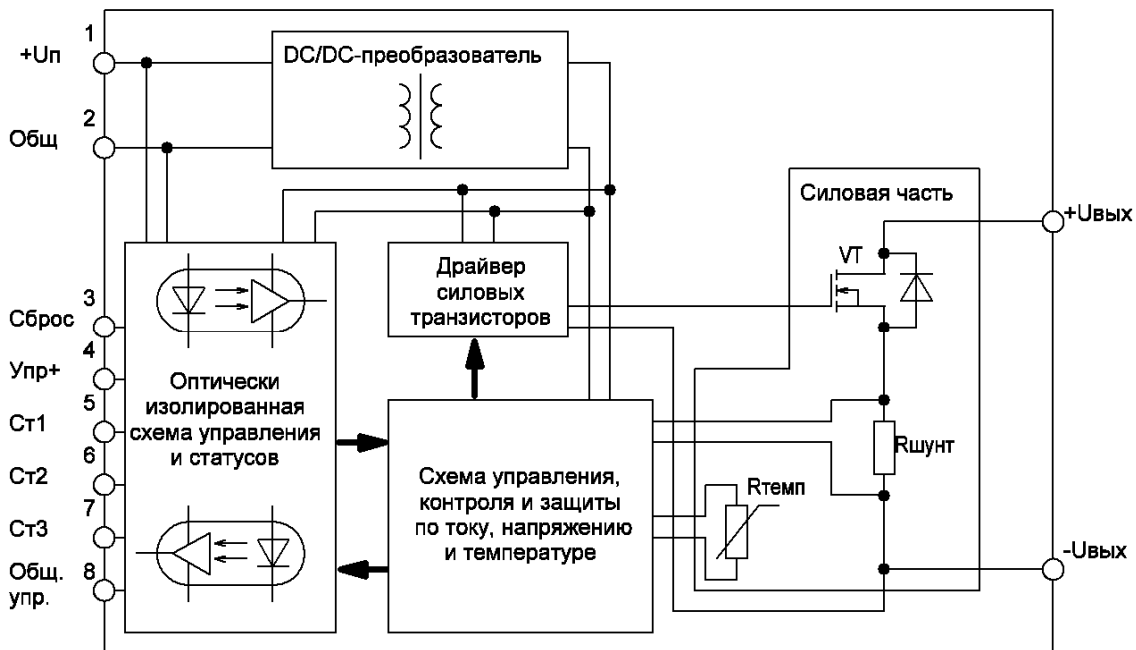
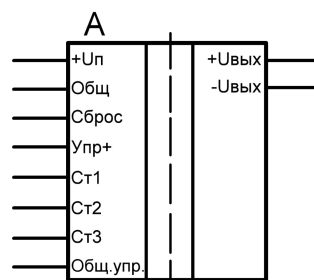


Рисунок 1 – Структурная схема модуля



А – обозначение модуля

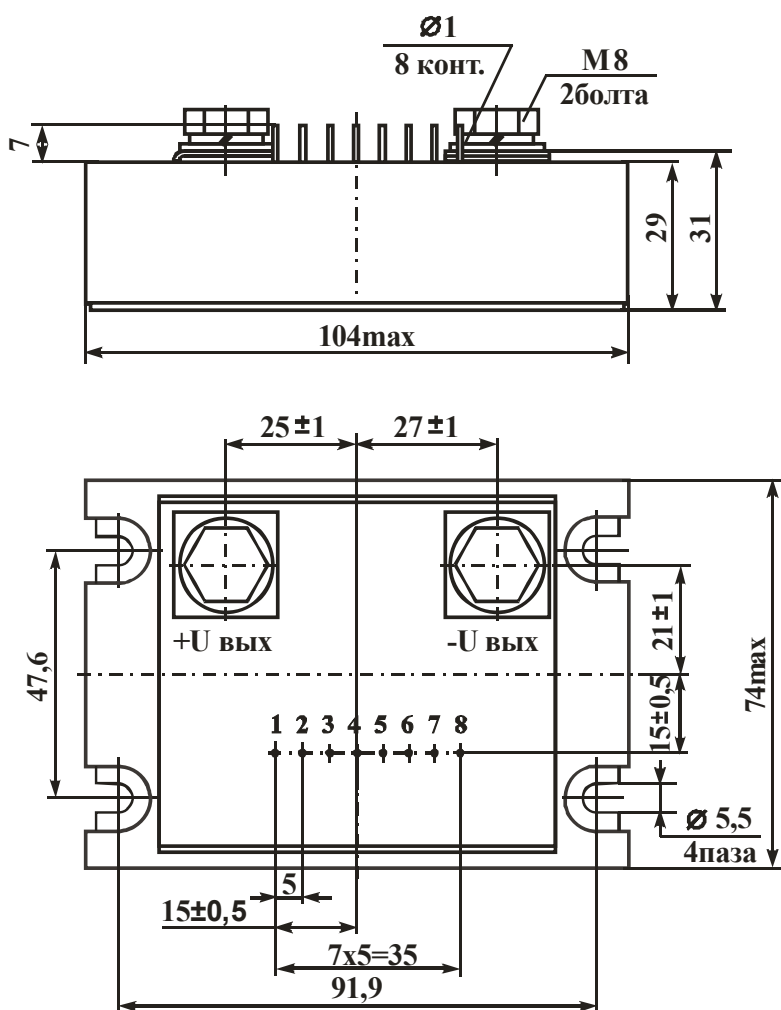
+Up, Общ, Сброс, Упр+, Ст1, Ст2, Ст3, Общ. упр. – входные выводы

+Uвых, -Uвых – выходные выводы

Рисунок 2 – Условное графическое изображение модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

№ вывода	Обозначение вывода	Назначение вывода
1	+U _П	Положительный вывод встроенного DC/DC преобразователя.
2	Общ	Отрицательный вывод встроенного DC/DC преобразователя.
3	Сброс	Оптически изолированный вход внешнего сброса при аварии по превышению тока или КЗ.
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.
Силовые выводы	+U _{ВЫХ}	Вывод стока транзистора для подключения нагрузки.
	-U _{ВЫХ}	Вывод истока транзистора для подключения нагрузки.



Масса не более 700 г.

Рисунок 3 – Габаритный чертёж модуля

2 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

2.1 Значения электрических параметров модулей при приемке (поставке), эксплуатации (в течение срока наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости) должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 2.

2.2 Предельно-допустимые и предельные значения электрических параметров и режимов эксплуатации модуля должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.

2.3 Электрическая прочность изоляции $U_{из}$ между выводами и радиатором корпуса не менее 2000 В в течение 1 мин.

2.4 Модули должны быть устойчивыми к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 500 В.

2.5 Модули должны выдерживать без повреждения снижение напряжения питания до 10 В в течении 1 минуты, воздействие импульсов 70 В длительностью до 3 мс.

Таблица 2 – Значения электрических параметров модулей при приемке (поставке), эксплуатации (в течение срока наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости) при температуре +25 °С

Наименование параметра, единицы измерений, модификация модуля	Буквенное обозначение	Значения параметров			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Параметры питания					
Ток потребления, мА	$I_{пот}$	-	-	150	$U_{п} = 27 В$
Параметры управляющих сигналов					
Ток по управляющим входам «Упр+», «Сброс», мА	$I_{упр}$	-	-	1	
Параметры силовой части модулей					
Ток утечки коммутирующего элемента, мкА	$I_{ут}$	-	-	100	$U = U_{ком.макс}$
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, МОм	$R_{ост}$	-	-	20	
* Тепловое сопротивление переход-среда, °С/Вт	$R_{Т(п-с)}$	-	-	10	
Тепловое сопротивление переход-радиатор, °С/Вт	$R_{Т(п-р)}$	-	-	0,2	
Параметры функционирования модулей					
Время задержки включения/выключения коммутирующего элемента, мкс	$t_{зд.вкл/выкл}$	-	-	10	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию $I \geq 1,5 I_{ном}$, мс	$t_{зд.1}$	-	-	4	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию $I \geq 3 I_{ном}$, мс	$t_{зд.2}$	-	-	1,5	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию $I \geq 4 I_{ном}$, мкс	$t_{зд.3}$	-	-	10	

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единицы измерений, модификация модуля	Буквенное обозначение	Значения параметров			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Температура включения температурной защиты, °С	$T_{Т.З.ВКЛ}$	90	-	100	
Температура отключения температурной защиты, °С	$T_{Т.З.ОТКЛ}$	60	-	70	
* справочный параметр					

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные значения электрических параметров и режимов эксплуатации модулей в диапазоне температур от минус 50 до +85 °С

Наименование параметра, единицы измерений, модификация модуля	Буквенное обозначение	Значения параметров			Режимы измерений
		не менее	тип.	не более	
Параметры питания					
Напряжение питания, В	$U_{П}$	18	27	36	
Параметры силовой части модулей					
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, В	$U_{ПРОБ}$	200	-	-	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, В	$U_{КОМ.МАКС}$	-	-	100	
Номинальный коммутируемый ток, А	$I_{НОМ}$	-	-	240	
Максимальный импульсный ток, А	$I_{ИМП.МАКС}$	-	-	480	$t_{ИМП} = 10 \text{ мс}$
Максимальный импульсный ток, А		-	-	960	$t_{ИМП} = 10 \text{ мкс}$
Параметры управляющих сигналов					
Входное напряжение «низкого логического уровня», В	$U^0_{ВХ}$	0	-	0,5	
Входное напряжение «высокого логического уровня», В	$U^1_{ВХ}$	3,5	-	6	
Параметры статусных сигналов					
Максимальное напряжение на выходе статусного сигнала, В	$U_{СТ.МАКС}$	-	-	30	Открытый коллектор
Максимальный ток по выходу статусного сигнала, мА	$I_{СТ.МАКС}$	-	-	10	
Параметры функционирования модулей					
Максимальная частота коммутации модуля, кГц	$f_{МАКС}$	-	-	30	

3 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль 5МККТ1А-240-2-В соответствует техническим условиям

АЛЕИ.431162.226 ТУ

Принят по извещению № _____ от _____
дата

Место для
штампа ОТК

Место для штампа
представителя заказчика

Место для штампа «Перепроверка произведена _____»
дата

Место для
штампа ОТК

Место для штампа
представителя заказчика

4 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1 Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью болтов М8, с крутящим моментом $(3,2 \pm 0,15)$ 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. Рекомендуется повторно подтянуть болты через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. После затягивания болтов рекомендуется закрепить соединение краской. 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 штыревых выводов под пайку.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

4.2 Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5, с крутящим моментом $(3 \pm 0,5)$ 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 10 мкм и допуск плоскостности – не более 10 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 повернуть, 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.

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

4.3 Требования к эксплуатации

Механические факторы – по ГОСТ РВ 20.39.304-98, группа 1.5.4, с учетом уточнений приведенных ниже:

Синусоидальная вибрация (вибропрочность и виброустойчивость):

диапазон частот.....	(1 – 500) Гц
амплитуда ускорения.....	60 м/с ² (6 g)
Механический удар многократного действия:	
пиковое ударное ускорение.....	150 м/с ² (15 g)
длительность действия.....	(5 – 15) мс

Механический удар одиночного действия:

пиковое ударное ускорение.....	5000 м/с ² (500 g)
длительность действия.....	(0,5 – 2) мс
Акустический шум:	
диапазон частот.....	(50 – 10000) Гц
уровень звукового давления (относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па).....	135 дБ

Климатические факторы – по ГОСТ РВ 20.39.304-98, группа 1.5.4, с учетом уточнений приведенных ниже:

Атмосферное пониженное рабочее давление	60000 Па (450 мм.рт.ст.)
Повышенная рабочая температура среды.....	+ 85 °С
Повышенная предельная температура среды.....	+ 100 °С
Пониженная рабочая температура среды.....	минус 50 °С
Пониженная предельная температура среды.....	минус 65 °С
Повышенная относительная влажность при температуре +35 °С (без конденсации влаги).....	98 %

Статическая пыль:

скорость циркуляции в зоне, защищенной от прямого действия при влажности 50 % и концентрации 5 г/м ³	(0,5 – 1) м/с
---	---------------

4.4 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 модуля при поданном силовом питании, если радиатор не заземлён.
- 7 Не дотрагиваться до радиатора, поскольку его температура может быть значительной.
- 8 Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

5 ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МОДУЛЯ

Диаграмма функционирования модуля приведена на рисунке 4. При подаче на вход «Упр+» состояния логической единицы согласно таблице состояний модуля (см. таблицу 4), 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.

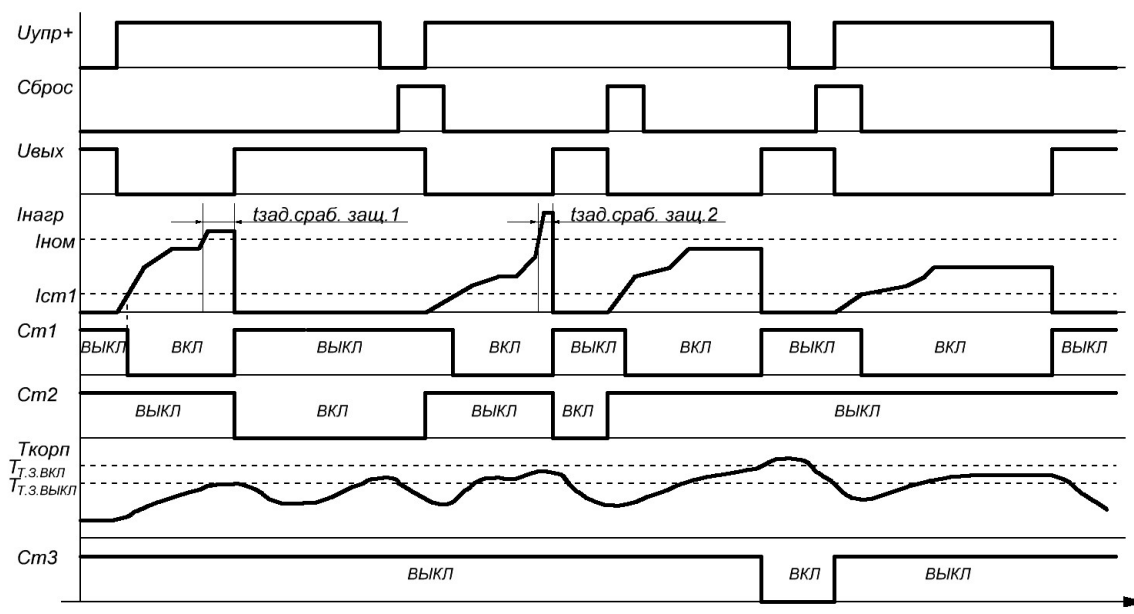


Рисунок 4 — Диаграмма функционирования модуля

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 в соответствии с перегрузочной характеристикой модуля приведенной на рисунке 5. По истечению времени $t_{зад.сраб.защ.}$ происходит выключение силовых транзисторов модуля, включается оптически изолированный статусный сигнал Ст2.

Таблица 4 — Таблица состояний модуля

«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 $0,1 \cdot I_{ном}$
«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»→«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 $0,1 \cdot I_{ном}$
«1»	«1»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,1 \cdot I_{ном}$
«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»	«0»→«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

Снятие режима аварии по перегрузке или КЗ в нагрузке обеспечивается следующими способами:

1 при установленных в состоянии «0» входах «Упр+» и «Сброс» - установить на входе «Сброс» состояние «1», а на входе «Упр+» изменить состояние с «0» на «1»;

2 при установленном в состоянии «1» входе «Упр+» и установленном в состоянии «0» входе «Сброс» - произвести изменение состояния входа «Сброс» с «0» в «1»;

3 при установленном в состоянии «1» входе «Сброс» и установленном в состоянии «0» входе «Упр+» - произвести изменение состояния входа «Упр+» с «0» в «1»;

4 при установленных в состоянии «1» входах «Упр+» и «Сброс» - произвести последовательный перевод входа «Упр+» «1»→«0»→«1».

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 срабатывания защиты модуля по перегреву $T_{ТЗ.вкл}$ равной 90...100°C, произойдет отключение силовых транзисторов модуля и включится оптически изолированный статусный сигнал СтЗ. Разрешение коммутации модулем тока произойдет при снижении температуры радиатора модуля ниже значения температуры снятия блокировки защиты модуля по перегреву $T_{ТЗ.выкл}$ равной 60...70°C. Перезапуск по входу «Сброс», прежде чем температура радиатора модуля снизится ниже значения $T_{вкл}$, не приведет к снятию блокировки модуля по перегреву.

Перегрузочная характеристика модуля приведена на рисунке 5. 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.

На рисунке 6 приведена диаграмма срабатывания защиты, где на одном рисунке совмещено несколько диаграмм срабатывания защиты модуля в зависимости от уровня перегрузки по току.

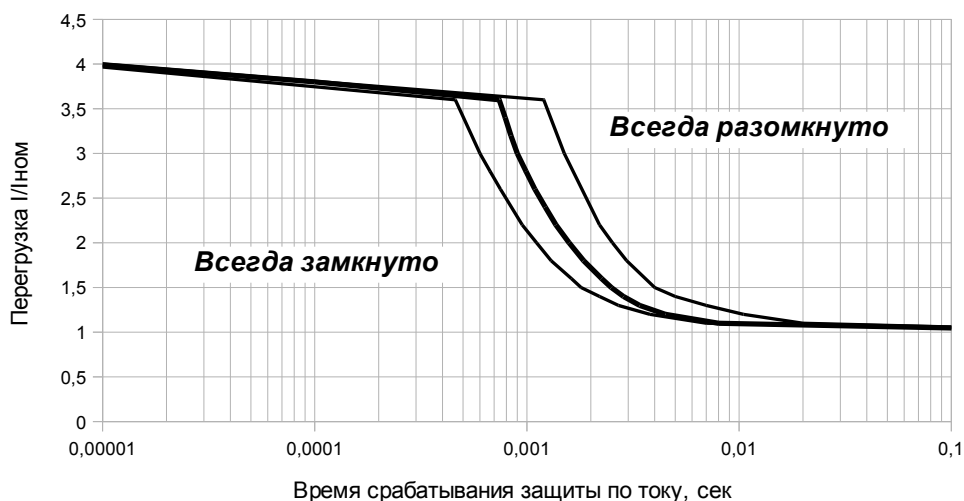


Рисунок 5 — Перегрузочная характеристика модуля

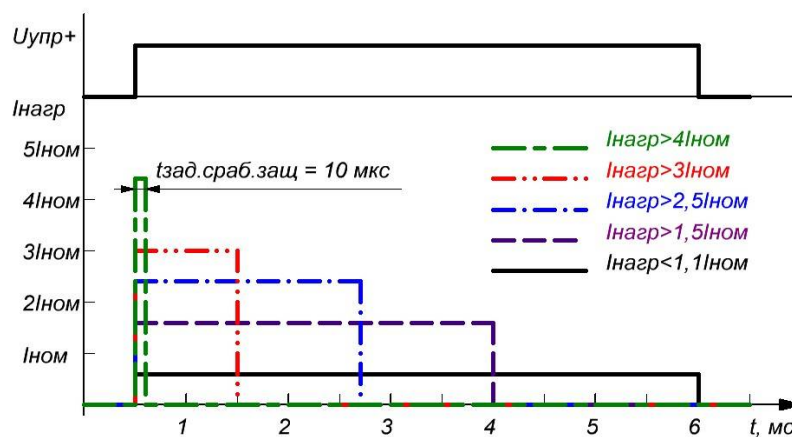


Рисунок 6 — Диаграмма срабатывания токовой защиты.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Транспортирование модулей производится только в упаковке предприятия-изготовителя или в составе аппаратуры всеми видами транспорта, разрешенными для транспортирования аппаратуры, в которой они применяются.

Выполнение требований по транспортабельности гарантируется разработчиком.

Хранение модулей в упаковке предприятия-изготовителя – во всех местах хранения, кроме открытой площадки. Хранение модулей в аппаратуре или в комплекте ЗИП – во всех местах хранения. Климатические факторы, характеризующие места хранения – по ГОСТ В 9.003-80.

7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие поставляемых модулей всем требованиям АЛЕИ.431126.226 ТУ в течение гамма-процентной наработки до отказа (T_γ) не менее 50000 ч. в пределах срока службы ($T_{сл}$) не менее 15 лет в составе аппаратуры при соблюдении потребителем режимов и условий эксплуатации, правил хранения и транспортирования, а также указаний по применению, установленных АЛЕИ.431162.226 ТУ.

Срок гарантии исчисляется с даты изготовления, указанной на модуле.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35
 Астрахань +7 (8512) 99-46-80
 Барнаул +7 (3852) 37-96-76
 Белгород +7 (4722) 20-58-80
 Брянск +7 (4832) 32-17-25
 Владивосток +7 (4232) 49-26-85
 Волгоград +7 (8442) 45-94-42
 Екатеринбург +7 (343) 302-14-75
 Ижевск +7 (3412) 20-90-75
 Казань +7 (843) 207-19-05
 Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70
 Киров +7 (8332) 20-58-70
 Краснодар +7 (861) 238-86-59
 Красноярск +7 (391) 989-82-67
 Курск +7 (4712) 23-80-45
 Липецк +7 (4742) 20-01-75
 Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81
 Москва +7 (499) 404-24-72
 Мурманск +7 (8152) 65-52-70
 Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32
 Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48
 Омск +7 (381) 299-16-70
 Орел +7 (4862) 22-23-86
 Оренбург +7 (3532) 48-64-35
 Пенза +7 (8412) 23-52-98
 Пермь +7 (342) 233-81-65
 Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65
 Рязань +7 (4912) 77-61-95
 Самара +7 (846) 219-28-25
 Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09
 Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65
 Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
 Сургут +7 (3462) 77-96-35
 Тверь +7 (4822) 39-50-56
 Томск +7 (3822) 48-95-05
 Тула +7 (4872) 44-05-30
 Тюмень +7 (3452) 56-94-75
 Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
 Уфа +7 (347) 258-82-65
 Хабаровск +7 (421) 292-95-69
 Челябинск +7 (351) 277-89-65
 Ярославль +7 (4852) 67-02-35