

02.09.2024

М32\_изм.7

Сделано в России  
Предл.№42-24



# АО "ЭЛЕКТРУМ АВ"

МОДУЛЬ ИНВЕРТОРА  
М32

ПАСПОРТ

АЛЕИ.435744.307 ПС

## СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ МОДУЛЯ.....	3
2 СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ МОДУЛЯ .....	3
3 НОМЕНКЛАТУРА МОДУЛЕЙ.....	4
4 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ .....	5
5 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ .....	6
6 РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ .....	9
7 УКАЗАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	14
8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ .....	16
9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	18
10 РЕКОМЕНДАЦИИ ОБ УТИЛИЗАЦИИ .....	18
11 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....	18

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 МОДУЛЯ

Модуль инвертора М32 (далее – модуль) представляет собой сборку силовых транзисторов (трёхфазный или двухфазный инвертор) на основе IGBT-транзисторов (6 и 12 классы) или MOSFET-транзисторов (1 и 2 классы) с цепями управления и цепями защиты.

Модуль предназначен для управления мощной активно-индуктивной нагрузкой (электродвигатели различных типов, импульсные трансформаторы, нагревательные элементы и т.д.) в соответствии с внешними управляющими сигналами в составе преобразователей различных типов.

Модуль предназначен для работы в цепях с максимальным средним током инвертора (см. таблицу 3.1) и постоянным напряжением до 60 В (1 класс), 130 В (2 класс), 400 В (6 класс), 650 В (12 класс).

## 2 СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ МОДУЛЯ

Модуль М32 включает в себя следующие функциональные узлы:

- входная логика, формирующая «мёртвое» время на переключение и обеспечивающая блокировку одновременного включения транзисторов полумоста и блокировку по сигналам защит;
- гальванически развязанные драйверы силовых транзисторов;
- схема защиты от пониженного напряжения питания с выдачей сигнала готовности;
- схема защиты по температуре;
- схема контроля тока инвертора с аналоговым выходом пропорциональным току инвертора;
- схема защиты по импульсному току с порогом  $2 \times I_{cr}$  и длительностью блокировки 0,5 с;
- DC/DC-преобразователь с полной гальванической развязкой входной и силовой частей;
- датчики тока фаз для исполнения «Д»;
- силовой инвертор на IGBT- или MOSFET-транзисторах с CZ-снаббером.

Модуль М32 выполняет следующие функции:

- коммутацию силовых транзисторов в соответствии с логическими сигналами управления;
  - формирование «мёртвого» времени на переключение;
  - блокировку одновременного включения транзисторов полумоста;
  - контроль тока инвертора с выдачей аналогового сигнала величины тока;
  - защиту от перегрузки по току с порогом срабатывания  $2 \times I_{cr}$ ;
  - защиту от перегрева;
  - защиту от пониженного напряжения питания схемы управления;
  - выдачу статусного сигнала срабатывания защит по току и напряжению;
  - выдачу статусного сигнала готовности при напряжении питания, соответствующего норме;
  - контроль тока фаз с выдачей гальванически развязанного сигнала пропорционального току (для исполнения «Д»)
- модуль обеспечивает гальваническую развязку управляющих от силовых цепей прочностью не менее 2000 В (АС).

### 3 НОМЕНКЛАТУРА МОДУЛЕЙ

Структура обозначения модуля приведена на рисунке 3.1.

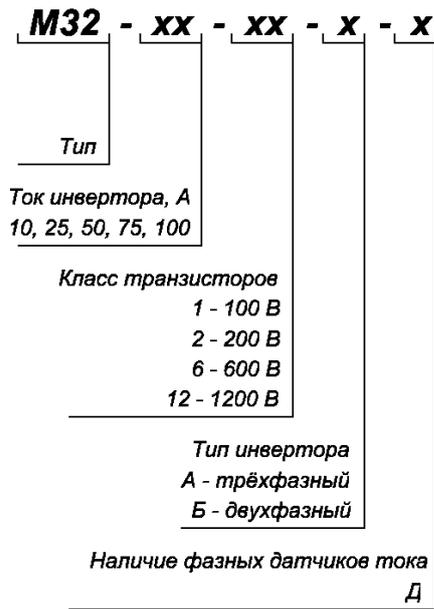


Рисунок 3.1 – Структура обозначения модуля

Номенклатура модулей:

**Конструктив «М» (рис. 8.1, рис. 8.2):**

M32-10(25,50,75)-1-А(Б), M32-10(25,50)-2-А(Б), M32-10(25)-6-А(Б).

**Конструктив «ДМ» (рис. 8.3, рис. 8.4):**

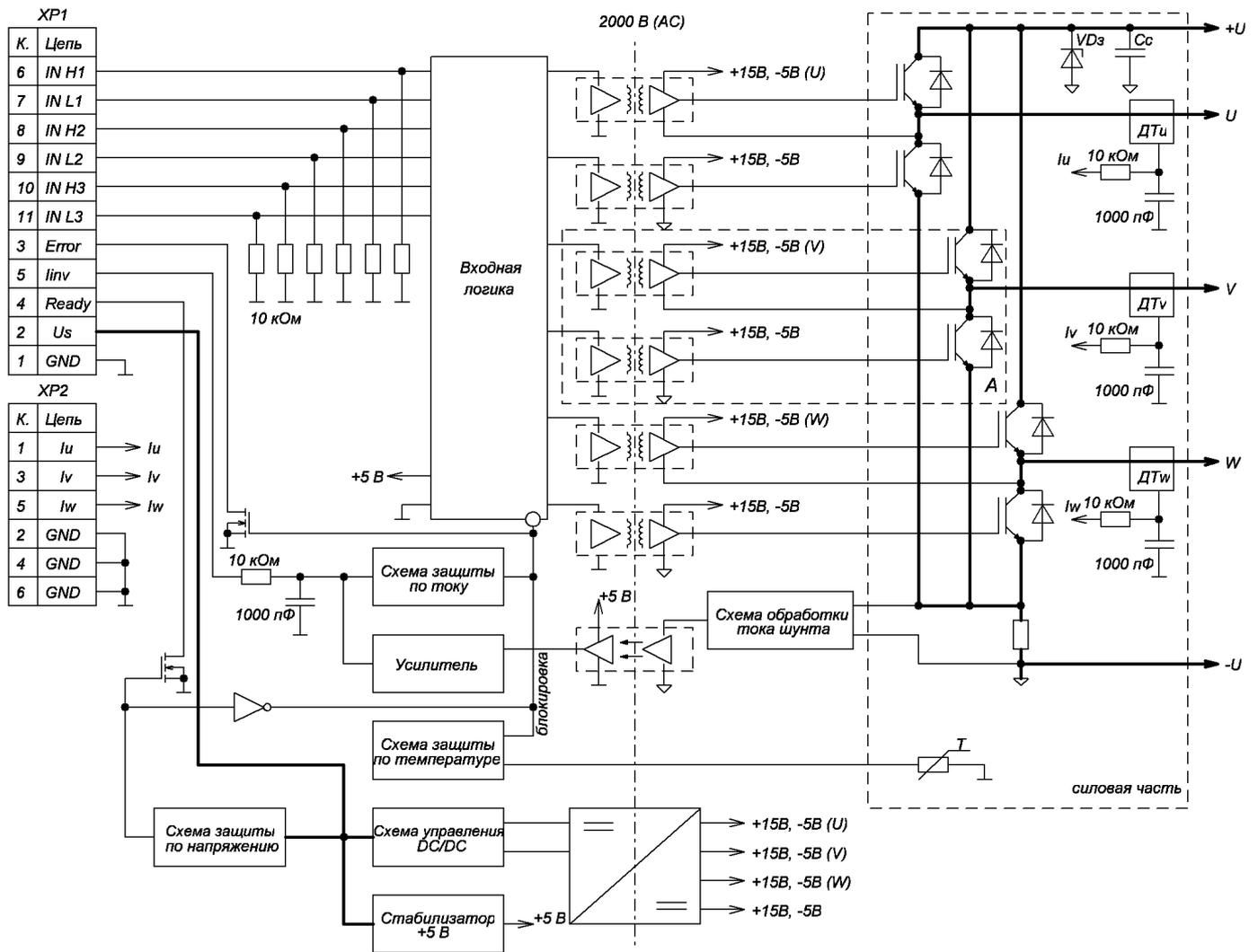
M32-100-1-А(Б), M32-75(100)-2-А(Б), M32-50(75,100)-6-А(Б), M32-10(25,50,75)-12-А(Б).

**Конструктив «ДМ» с датчиками тока фаз (рис. 8.5, рис. 8.6):**

M32-100-1-А(Б)-Д, M32-75(100)-2-А(Б)-Д, M32-50(75,100)-6-А(Б)-Д, M32-10(25,50,75)-12-А(Б)-Д.

## 4 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Структурная схема модуля приведена на рисунке 4.1.



где область А – не устанавливаемые элементы для двухфазного инвертора (исп. «Б»);  
 ДТу, ДТв, ДТв, и ХР2 – элементы, устанавливаемые только для исполнения «Д» (с фазными датчиками тока);  
 VDз – защитные ограничители напряжения с номинальным пробивным напряжением, указанным в таблицах 5.2 – 5.5;  
 Cс – снабберный конденсатор 0,22 мкФ, устанавливаемый в модулях конструктива «ДМ»; для конструктива «М» необходима внешняя установка снабберного конденсатора.

Рисунок 4.1 – Структурная схема модуля

## 5 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Значение электрических параметров при приёмке (поставке), эксплуатации (в течении наработки) и хранения (в течении срока сохраняемости) представлены в таблицах 5.1 – 5.5.

Таблица 5.1 – Основные и предельно-допустимые параметры схемы управления при 25 °С

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Норма параметра			Примечание
		не менее	тип.	не более	
<b>Параметры питания</b>					
Напряжение питания, В	$U_{П}$	13,5	15	16,5	
Ток потребления, мА	$I_{П}$	–	90	150	$f_p = 0$ Гц
Напряжение срабатывания защиты от пониженного напряжения, В	$U_{ПЗ}$	11,5	–	13,5	
<b>Временные параметры</b>					
Время задержки включения вход-выход, мкс	$t_{ВКЛ}$	–	–	4	
Время задержки выключения вход-выход, мкс	$t_{ВЫКЛ}$	–	–	2	
Длительность «мёртвого» времени на переключение, мкс	$t_{МВ}$	–	2	–	
Рабочая частота, кГц	$f_p$	0	–	50	См. рисунок 7.2
<b>Параметры управляющих входов</b>					
Напряжение управления высокого уровня, В	$U^1_{ВХ}$	3,5	–	5,5	
Напряжение управления низкого уровня, В	$U^0_{ВХ}$	0	–	0,8	
Входное сопротивление, кОм	$R_{ВХ}$	–	10	–	
<b>Параметры выхода «Inv»</b>					
Выходное напряжение при токе инвертора 0 А, В	$U_{INV 0}$	–	0	–	
Выходное напряжение при токе инвертора $I_{CP}$ , В	$U_{INV}$	–	1	–	
Выходное сопротивление, кОм	$R_{INV}$	–	10	–	
<b>Параметры статусных выходов</b>					
Максимальное напряжение статусных выходов, В	$U_{СТ}$	–	–	20	
Максимальный ток статусных выходов, мА	$I_{СТ}$	–	–	20	
Остаточное напряжение статусных выходов, В	$U_{СТ 0}$	–	–	0,1	При $I_{СТ} = 20$ мА
<b>Параметры защиты по току</b>					
Ток срабатывания защиты, А	$I_3$	–	$2 \times I_{CP}$	–	
Задержка срабатывания защиты по току, мкс	$t_{33}$	–	–	20	
Длительность блокировки при срабатывании защиты, с	$t_{БЛ3}$	–	0,5	–	
<b>Параметры защиты по температуре</b>					
Температура включения защиты, °С	$T_{ВКЛ}$	100	–	120	
Температура выключения защиты, °С	$T_{ВЫКЛ}$	60	–	80	
<b>Параметры фазных датчиков тока</b>					
Выходное напряжение при токе инвертора 0 А, В	$U_{ДТ 0}$	–	2,5	–	
Коэффициент передачи, мВ/А	$K_{ДТ}$	–	20	–	M32-10(25,50)-х-х
		–	10	–	M32-75(100)-х-х
Выходное сопротивление, кОм	$R_{ДТ}$	–	10	–	
<b>Параметры изоляции</b>					
Напряжение изоляции схемы управления от силовой схемы, В	$U_{ИЗ ВХ-ВЫХ}$	2000	–	–	АС, 1 мин
Напряжение изоляции электрической схемы на радиатор, В	$U_{ИЗ СХ-Р}$	2000	–	–	АС, 1 мин

Примечание – Здесь (и далее) в таблицах х – любое значение согласно разделу 3.

Таблица 5.2 – Основные и предельно-допустимые параметры силовой схемы модулей 1-го класса при 25 °С

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Норма параметра			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Пиковое напряжение транзисторов, В	U <sub>ИМП</sub>	–	–	100	
Постоянное коммутируемое напряжение, В	U <sub>СР</sub>	–	–	60	
Номинальное пробивное напряжение ограничителей, В	U <sub>ОГР</sub>	–	80	–	
Средний коммутируемый ток (f = 1 кГц), А	I <sub>СР</sub>	–	–	10	M32-10-1-x
		–	–	25	M32-25-1-x
		–	–	50	M32-50-1-x
		–	–	75	M32-75-1-x
		–	–	100	M32-100-1-x
Импульсный ток (t <sub>имп</sub> = 100 мкс), А	I <sub>ИМП</sub>	–	–	17	M32-10-1-x
		–	–	42	M32-25-1-x
		–	–	96	M32-50-1-x
		–	–	140	M32-75-1-x
		–	–	170	M32-100-1-x
Сопротивление канала в открытом состоянии (при максимальном I <sub>СР</sub> ), мОм	R <sub>С-и</sub>	–	–	90	M32-10-1-x
		–	–	36	M32-25-1-x
		–	–	10	M32-50-1-x
		–	–	9	M32-75-1-x
		–	–	9	M32-100-1-x
Ток утечки инвертора при 60 В, мкА	I <sub>УТ</sub>	–	–	100	

Таблица 5.3 – Основные и предельно-допустимые параметры силовой схемы модулей 2-го класса при 25 °С

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Норма параметра			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Пиковое напряжение транзисторов, В	U <sub>ИМП</sub>	–	–	200	
Постоянное коммутируемое напряжение, В	U <sub>СР</sub>	–	–	130	
Номинальное пробивное напряжение ограничителей, В	U <sub>ОГР</sub>	–	160	–	
Средний коммутируемый ток (f = 1 кГц), А	I <sub>СР</sub>	–	–	10	M32-10-2-x
		–	–	25	M32-25-2-x
		–	–	50	M32-50-2-x
		–	–	75	M32-75-2-x
		–	–	100	M32-100-2-x
Импульсный ток (t <sub>имп</sub> = 100 мкс), А	I <sub>ИМП</sub>	–	–	16	M32-10-2-x
		–	–	44	M32-25-2-x
		–	–	84	M32-50-2-x
		–	–	130	M32-75-2-x
		–	–	182	M32-100-2-x
Сопротивление канала в открытом состоянии (при максимальном I <sub>СР</sub> ), мОм	R <sub>С-и</sub>	–	–	170	M32-10-2-x
		–	–	54	M32-25-2-x
		–	–	12	M32-50-2-x
		–	–	10	M32-75-2-x
		–	–	7	M32-100-2-x
Ток утечки инвертора при 130 В, мкА	I <sub>УТ</sub>	–	–	100	

Таблица 5.4 – Основные и предельно-допустимые параметры силовой схемы модулей 6-го класса при 25 °С

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Норма параметра			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Пиковое напряжение транзисторов, В	U <sub>ИМП</sub>	–	–	600	
Постоянное коммутируемое напряжение, В	U <sub>СР</sub>	–	–	400	
Номинальное пробивное напряжение ограничителей, В	U <sub>ОГР</sub>	–	440	–	
Средний коммутируемый ток (f = 1 кГц), А	I <sub>СР</sub>	–	–	10	M32-10-6-x
		–	–	25	M32-25-6-x
		–	–	50	M32-50-6-x
		–	–	75	M32-75-6-x
		–	–	100	M32-100-6-x
Импульсный ток (t <sub>имп</sub> = 100 мкс), А	I <sub>ИМП</sub>	–	–	23	M32-10-6-x
		–	–	48	M32-25-6-x
		–	–	76	M32-50-6-x
		–	–	120	M32-75-6-x
		–	–	160	M32-100-6-x
Напряжение насыщения (при максимальном I <sub>СР</sub> ), В	U <sub>К-Э</sub>	–	–	2,1	M32-10-6-x
		–	–	1,95	M32-25-6-x
		–	–	1,85	M32-50-6-x
		–	–	2,3	M32-75-6-x
		–	–	2,05	M32-100-6-x
Ток утечки инвертора при 400 В, мкА	I <sub>УТ</sub>	–	–	100	

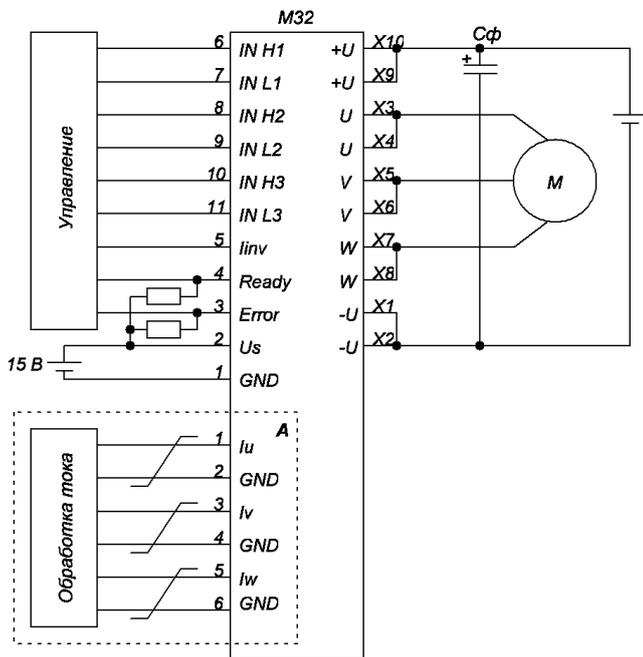
Таблица 5.5 – Основные и предельно-допустимые параметры силовой схемы модулей 12-го класса при 25 °С

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Норма параметра			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Пиковое напряжение транзисторов, В	U <sub>ИМП</sub>	–	–	1200	
Постоянное коммутируемое напряжение, В	U <sub>СР</sub>	–	–	650	
Номинальное пробивное напряжение ограничителей, В	U <sub>ОГР</sub>	–	800	–	
Средний коммутируемый ток (f = 1 кГц), А	I <sub>СР</sub>	–	–	10	M32-10-12-x
		–	–	25	M32-25-12-x
		–	–	50	M32-50-12-x
		–	–	75	M32-75-12-x
Импульсный ток (t <sub>имп</sub> = 100 мкс), А	I <sub>ИМП</sub>	–	–	20	M32-10-12-x
		–	–	45	M32-25-12-x
		–	–	100	M32-50-12-x
		–	–	150	M32-75-12-x
Напряжение насыщения (при максимальном I <sub>СР</sub> ), В	U <sub>К-Э</sub>	–	–	4,2	M32-10-12-x
		–	–	3,5	M32-25-12-x
		–	–	2,35	M32-50-12-x
		–	–	2,35	M32-75-12-x
Ток утечки инвертора при 650 В, мкА	I <sub>УТ</sub>	–	–	100	

## 6 РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

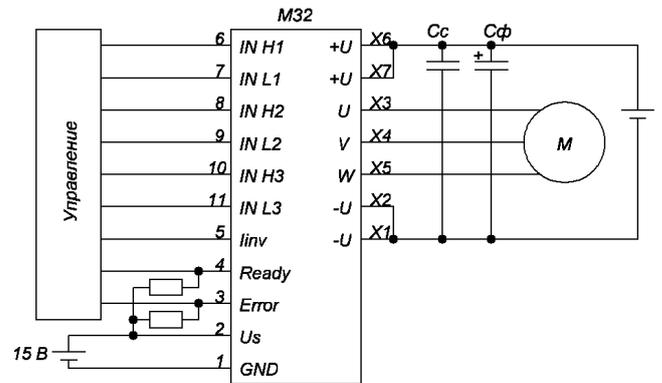
### 6.1 Описание управления

Типовая схема включения модулей приведена на рисунках 6.1 и 6.2.



где А – область включения для модуля с фазными датчиками тока (исп. «Д»);  
 Сф – фильтрующий конденсатор (см. описание силовых выходов).

Рисунок 6.1 – Типовая схема включения модуля в конструктиве «ДМ»



где Сс – снабберный конденсатор 0,1 – 0,33 мкФ  
 Сф – фильтрующий конденсатор (см. описание силовых выходов).

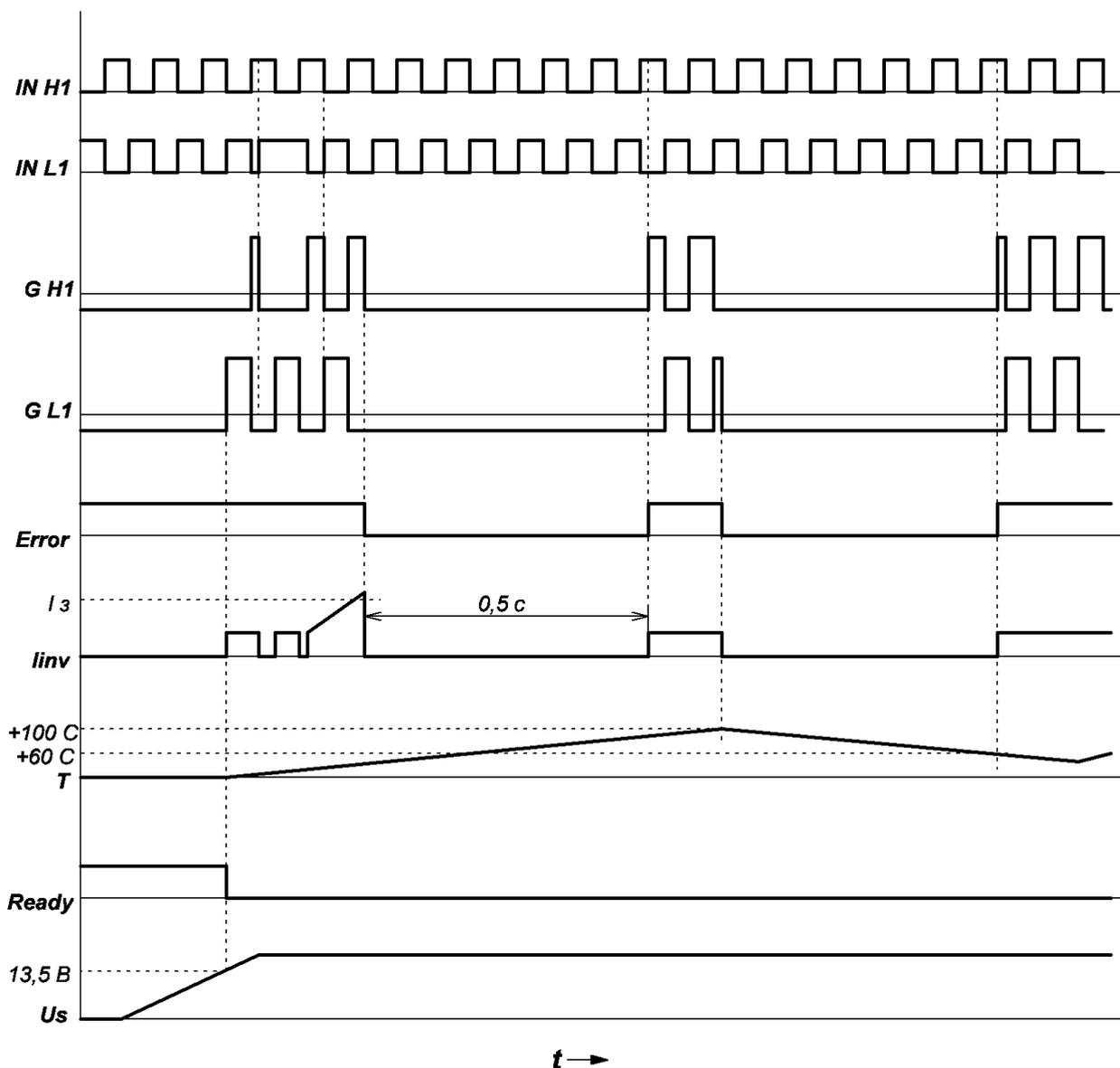
Рисунок 6.2 – Типовая схема включения модуля в конструктиве «М»

Управление модулем и подключение нагрузки осуществляется через разъёмы XP1, XP2, X1 – X10, представляющие собой штыри под пайку. Назначение выводов представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Обозначение вывода	Назначение вывода
XP1:1	GND	Общий вывод питания и цепей управления
XP1:2	Us	Вход питания схемы управления
XP1:3	Error	Статусный выход защит по току и температуре (открытый коллектор)
XP1:4	Ready	Статусный выход защиты от пониженного напряжения питания (открытый коллектор)
XP1:5	Iinv	Аналоговый выход усилителя тока инвертора
XP1:6	IN H1	Вход управления верхним ключом фазы U
XP1:7	IN L1	Вход управления нижним ключом фазы U
XP1:8	IN H2	Вход управления верхним ключом фазы V
XP1:9	IN L2	Вход управления нижним ключом фазы V
XP1:10	IN H3	Вход управления верхним ключом фазы W
XP1:11	IN L3	Вход управления нижним ключом фазы W
XP2:1	Iu	Выход датчика тока фазы «U»
XP2:3	Iv	Выход датчика тока фазы «V»
XP2:5	Iw	Выход датчика тока фазы «W»
XP2:2, XP2:4, XP2:6	GND	Общий вывод питания и цепей управления
X1, X2	-U	Выводы подключения «-» силового питания инвертора
X3, X4 (X3) *	U	Выводы фазы «U»
X5, X6 (X4)*	V	Выводы фазы «V» (незадействованы для исп. «Б»)
X7, X8 (X5)*	W	Выводы фазы «W»
X9, X10 (X6,7)*	+U	Выводы подключения «+» силового питания инвертора
* В скобках дано обозначение силовых контактов для модуля в конструктиве «М».		

Алгоритм работы схемы управления модуля приведён на рисунке 6.3



где «IN H1», «IN L1» - управляющие сигналы;  
 «G H1», «G L1» - соответствующие сигналы управления затворами силовых транзисторов;  
 «Error», «Ready», «Iinv» - сигналы соответствующих выходов: «Error», «Ready», «Iinv»;  
 «Us» - напряжение питания схемы управления;  
 «I3» - порог срабатывания защиты по току.

Рисунок 6.3 – Алгоритм работы модуля

После подачи напряжения питания схемы управления модуль анализирует входное напряжение и в случае соответствия напряжения норме выдаёт сигнал «Ready» с задержкой не более 0,5 с (задержка на переходные процессы по питанию).

При подаче на вход управления сигнала «лог.1» откроется соответствующий ключ инвертора; если на управляющие входы обоих транзисторов одного полумоста поданы «лог.1», то соответствующие транзисторы будут закрыты (блокировка одновременного включения транзисторов полумоста).

При превышении током инвертора величины тока, соответствующего току срабатывания защиты транзисторы инвертора будут закрыты, откроется транзистор выхода «Error», работа модуля будет заблокирована на 0,5 с, после чего блокировка сбросится автоматически и независимо от сигналов управления.

При превышении температуры радиатора модуля порога срабатывания температурной защиты все транзисторы инвертора будут закрыты, откроется транзистор выхода «Error», схема защиты разрешит работу инвертора при снижении температуры радиатора модуля до допустимого значения.

Управление модулем осуществляется с помощью следующих выводов:

«IN H1», «IN L1», «IN H2», «IN L2», «IN H3», «IN L3». Входы управления соответствующими ключами инвертора. Отпиранию транзистора соответствовать уровень «лог.1», запирацию – уровень «лог.0». В модуле предусмотрена защита от одновременного включения транзисторов полумоста и формирование «мёртвого» времени на переключение длительностью 2 мкс (тип.).

«Ready». Статусный выход сигнала готовности (открытый коллектор). Транзистор выхода «Ready» открыт при соответствии напряжения питания норме и закрыт при недопустимо низком напряжении питания. После подачи напряжения питания выход откроется не более чем через 0,5 с, что необходимо для формирования задержки на переходные процессы по питанию.

«Error». Статусный выход защит по температуре и по току (открытый коллектор). Транзистор выхода «Error» закрыт при штатной работе модуля и открыт при срабатывании защит, при этом длительность активного состояния соответствует длительности блокировки работы инвертора.

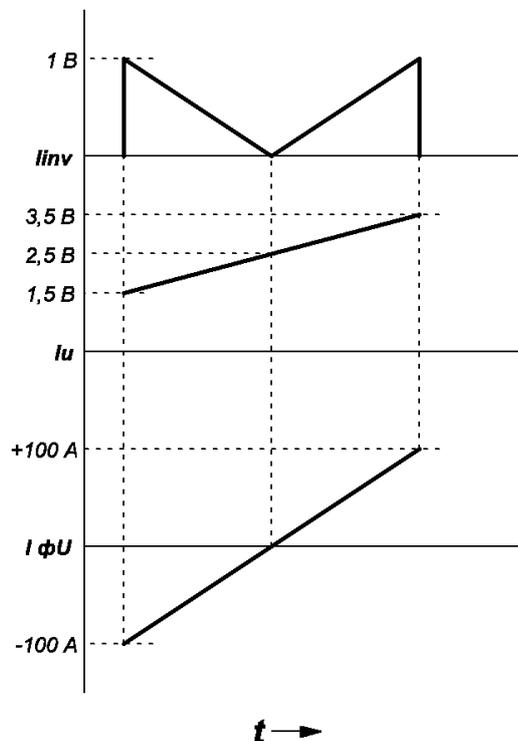
«Inv». Аналоговый выход усилителя тока инвертора. Передающая зависимость – линейная в диапазоне от 0 до 2 В, что соответствует току инвертора от 0 А до значения тока срабатывания защиты. На выходе установлен RC-фильтр 10 кОм / 1000 пФ; во избежание некорректного считывания информации с данного выхода не рекомендуется его перегрузка и установка нагрузочных резисторов.

«Us». Вход подключения «+» питания схемы управления. Во избежание ложного срабатывания термозащиты при повышенной температуре эксплуатации (свыше 60 °С) рекомендуется подача напряжения со скоростью нарастания не менее 20 В/с.

«GND». Общий цепей управления и питания.

«Iu», «Iv», «Iw». Аналоговые выходы фазных датчиков тока (задействованы только для исполнения «Д»). Передающая зависимость – линейная в диапазоне от 0,5 до 4,5 В с коэффициентом передачи 20 мВ/А (тип.) для модулей с максимальным током 10, 25, 50 А или 10 мВ/А (тип.) для модулей с максимальным током 75, 100 А, при этом току 0 А соответствует напряжение 2,5 В. На выходах установлены RC-фильтры 10 кОм / 1000 пФ; во избежание некорректного считывания информации с данных выходов не рекомендуется их перегрузка и установка нагрузочных резисторов. Выходы гальванически развязаны от силовой схемы.

Пояснение соответствующих сигналов тока к текущему току фазы на примере фазы «U» модуля со средним током 100 А приведено на рисунке 6.4.



где «I φU» - ток фазы «U»;

«Iinv», «Iu» - сигналы выходов «Iinv» и «Iu» соответственно.

Рисунок 6.4 – Ток фазы и выходы индикации тока

## 6.2 Силовые цепи

«U», «V», «W». Фазные выходы силовой схемы модуля. Для двухфазного инвертора (тип «Б») задействованы только выводы «U» и «W».

«+U», «-U». Выводы подключения силового питания инвертора модуля. Между данными выводами в модуле конструктива «ДМ» установлен снабберный конденсатор 0,22 мкФ и ограничитель напряжения «VDз» (см. рисунок 4.1) с номинальным пробивным напряжением согласно таблицам 5.2 – 5.5. В модуле конструктива «М» установлен только ограничитель напряжения и необходима внешняя установка снабберного конденсатора ёмкостью 0,1 – 0,33 мкФ (оптимально плёночный типа К73-17). На расстоянии не более 100 мм от модуля необходима установка конденсатора фильтра «Сф» ёмкостью не менее 20 мкФ/А (оптимально 30 – 40 мкФ/А) при питании модуля от постоянного напряжения или выпрямленного трёхфазного напряжения; и не менее 50 мкФ/А (оптимально 60 – 80 мкФ/А) при питании модуля от выпрямленного однофазного напряжения. Напряжение конденсаторов – не менее номинального пробивного напряжения ограничителей VDз.

Максимальный средний ток инвертора указан при  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  и при частоте 1 кГц. Если модуль эксплуатируется при другой температуре и/или с другой рабочей частотой, то необходимо введение поправочных коэффициентов согласно рисункам 6.5 и 6.6.

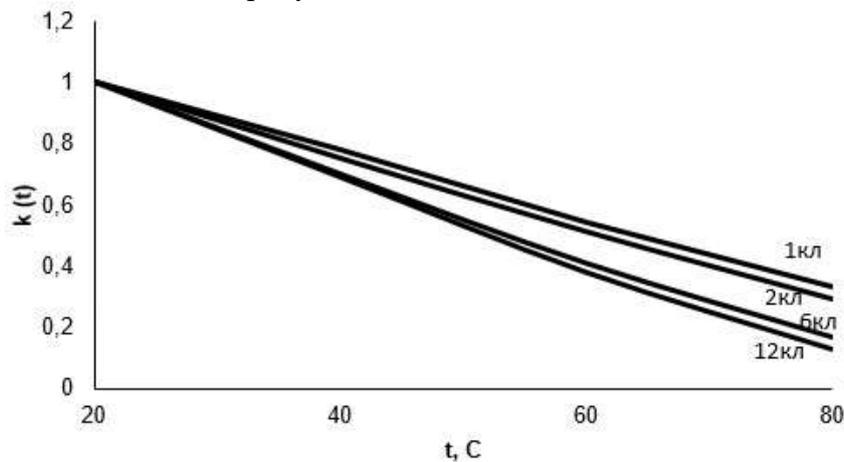


Рисунок 6.5 – Поправочный коэффициент  $k_T$  в зависимости от температуры

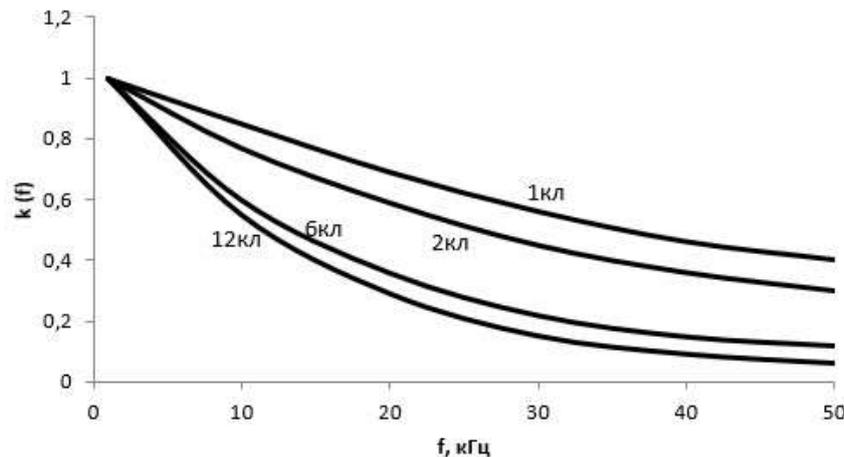


Рисунок 6.6 – Поправочный коэффициент  $k_F$  в зависимости от частоты

Исходя из графиков рисунков 6.5, 6.6, максимальный средний ток инвертора должен составлять:

$$I_{\text{МАКС}} = k_T \times k_F \times I_{\text{СР}} \quad (1)$$

Пример – Модуль М32-50-6-А, температуры окружающей среды  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , частота сигналов управления 10 кГц, тогда средний ток инвертора должен быть не более:  $I_{\text{МАКС}} = 0,55 \times 0,6 \times 50 = 16,5\text{ А}$ .

В модуле отсутствует защита по превышению максимально-допустимого среднего тока. В схеме включения должна быть предусмотрена защита от работы модуля в области недопустимого среднего тока, настроенная на уровень ограничения, включающий поправку с коэффициентами рисунков 6.5 и 6.6.

### **6.3 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов**

6.3.1 Содержание драгоценных материалов – модуль не содержит драгоценных материалов.

6.3.2 Содержание цветных металлов модуля в конструктиве «М»

85,6 г – Медь – М1

Примечание – Содержится в радиаторе АЛЕИ.741516.021 (85 г), в планках АЛЕИ.745423.023-01 (0,6 г).

6.3.3 Содержание цветных металлов модуля в конструктиве «ДМ»

296,1025 г – Медь – М1

Примечание – Содержится в радиаторе АЛЕИ.741394.024 (290 г), в планках АЛЕИ.745423.000-02 (0,0025 г), АЛЕИ.745423.011-03 (3 г), АЛЕИ.745423.027 (3,1 г), АЛЕИ.745423.012 (2 г).

## **7 УКАЗАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **7.1 Подсоединение к модулю**

Управляющие выводы и силовые выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций три. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(260 \pm 5)$  °С. Продолжительность пайки не более 3 с. При токе нагрузки модуля более 10 А обязательна пайка силовых проводников на оба контакта любой силовой цепи модуля. При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом антистатических браслетов и заземлённых низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

### **7.2 Установка модуля**

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 (конструктив «ДМ») с крутящим моментом  $(3,5 \pm 0,5)$  Н·м, или с помощью винтов М4 (конструктив «М») с крутящим моментом  $(2 \pm 0,5)$  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 желательнее 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 КПП-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. 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.

### 7.3 Требования эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях, указанных в таблицах 7.1 и 7.2.

Таблица 7.1 – Воздействие механических нагрузок.

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

Таблица 7.2 – Воздействие климатических нагрузок

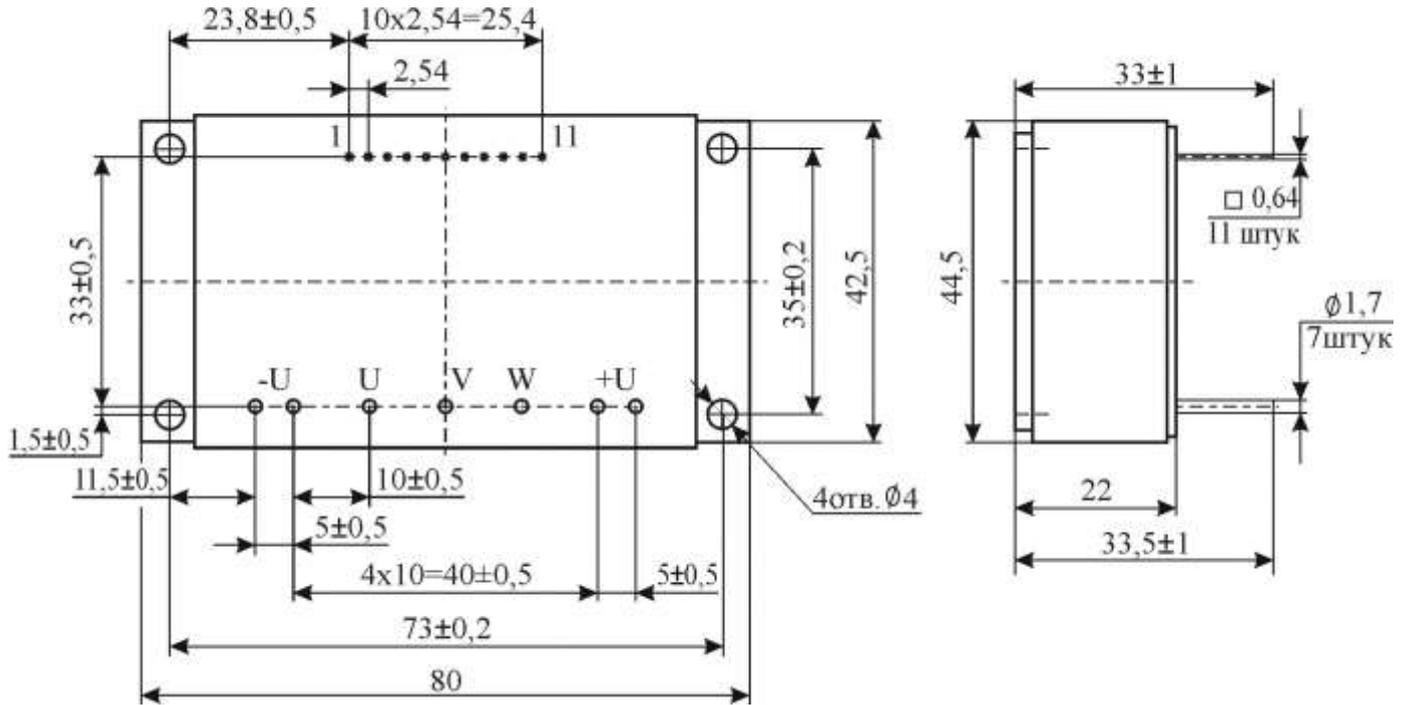
Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

### 7.4 Требования безопасности

- Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
- Не касаться силовых выводов модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
- Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, пока на силовые цепи модуля подано питание.
- При проведении каких-либо операций с силовыми выводами модуля после останова двигателя убедиться в том, что конденсатор фильтра полностью разряжен.
- Подключать щуп осциллографа только после снятия силового напряжения и разряда ёмкости фильтра.
- Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
- Не дотрагиваться до модуля, если радиатор не заземлён и на него подано силовое питание.
- Не дотрагиваться до радиатора или разрядных резисторов, поскольку их температура может быть значительной.
- Если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключить электропитание и проверить правильность подключения модуля.
- Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

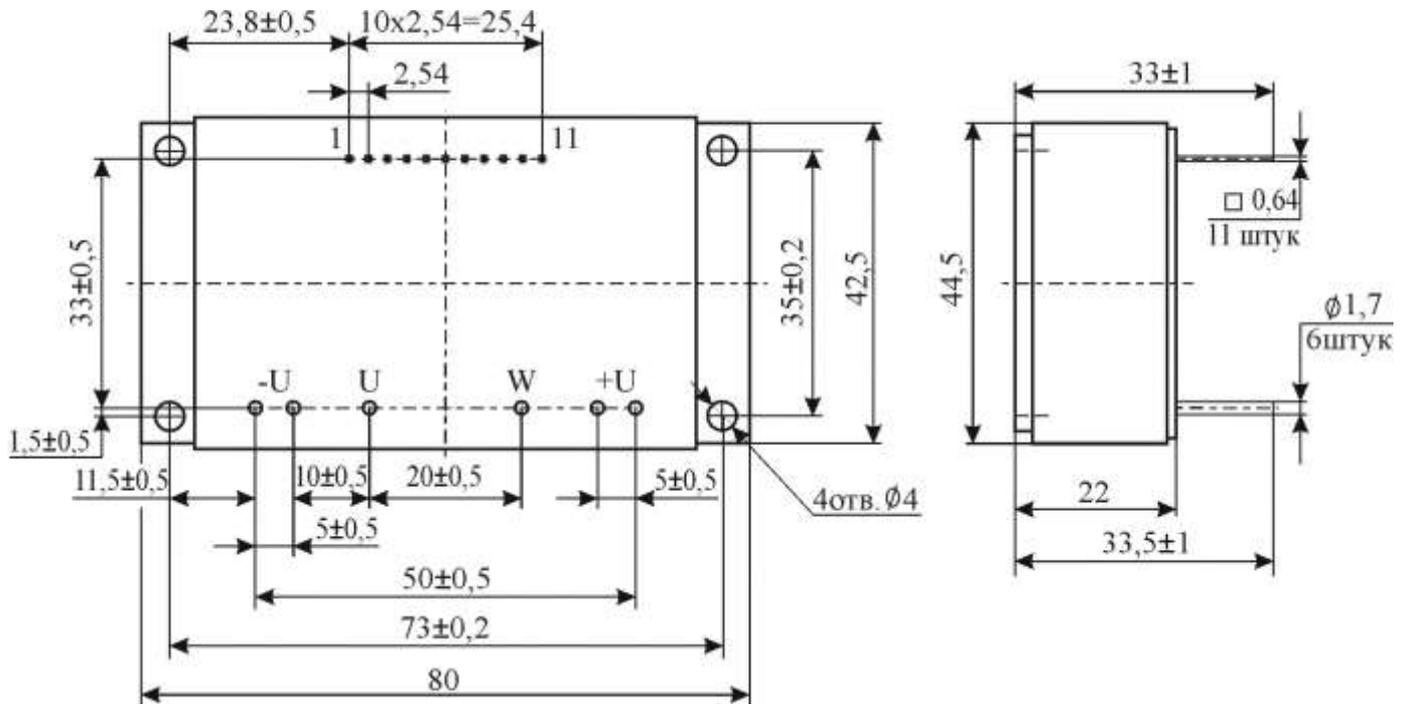
## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Габаритные размеры модуля представлены на рисунках 8.1 – 8.6.



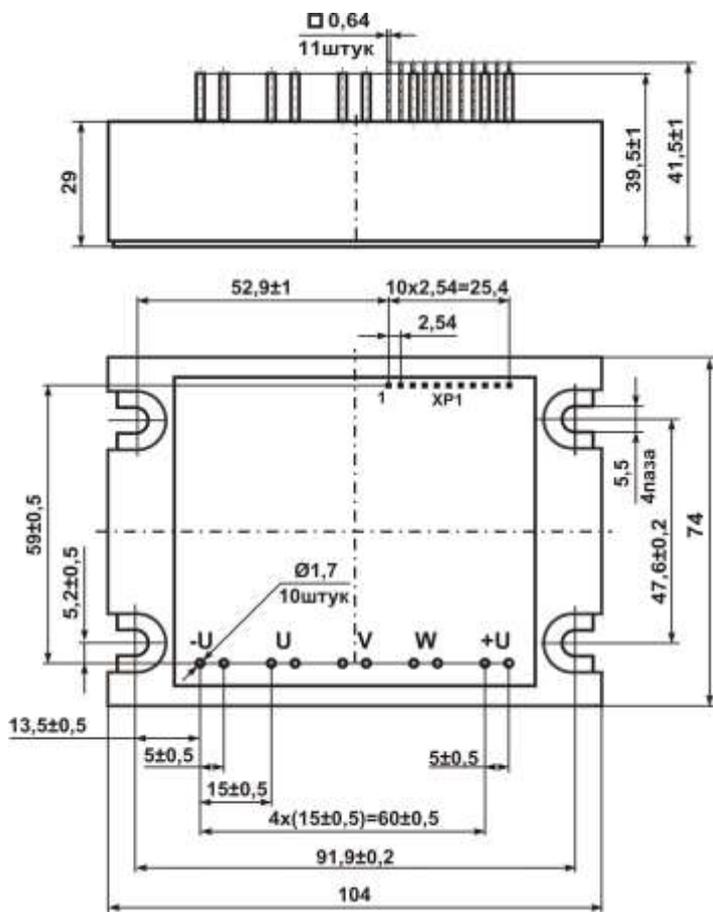
масса не более 200 г

Рисунок 8.1 – Габаритные размеры М32-хх-хх-А (конструктив «М»)



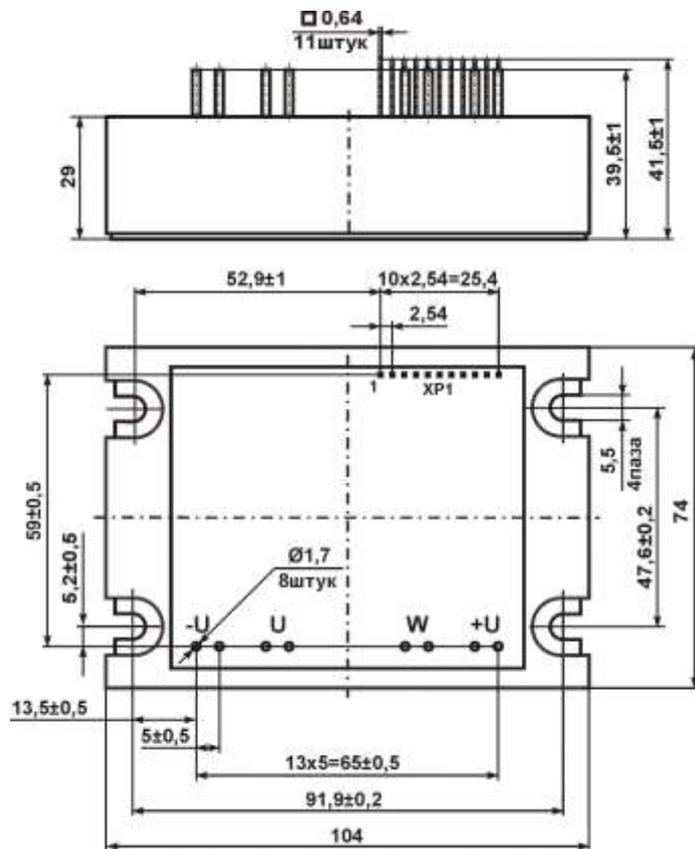
масса не более 200 г

Рисунок 8.2 – Габаритные размеры М32-хх-хх-Б (конструктив «М»)



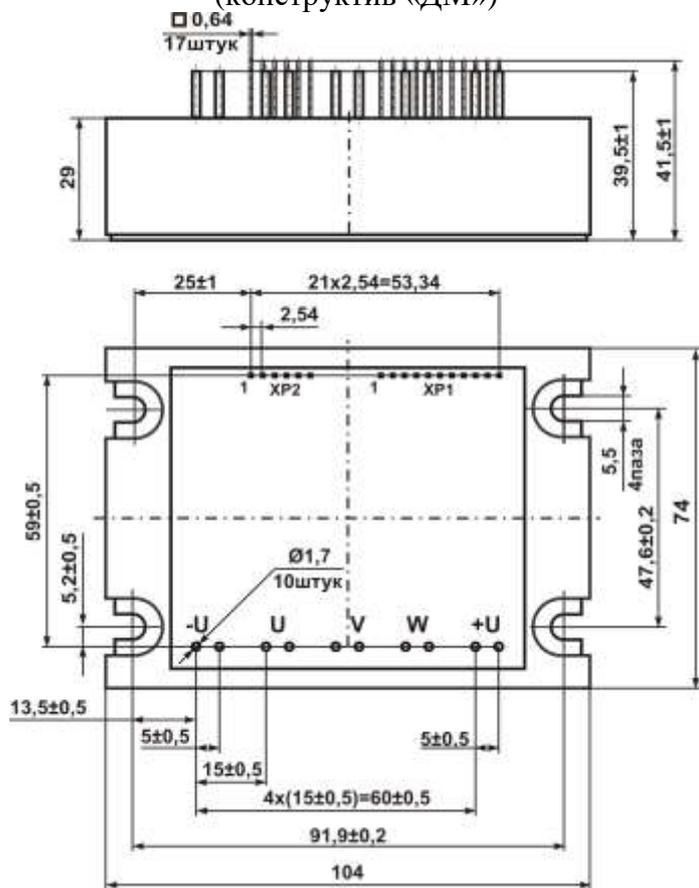
масса не более 500 г

Рисунок 8.3 – Габаритные размеры М32-xx-xx-А (конструктив «ДМ»)



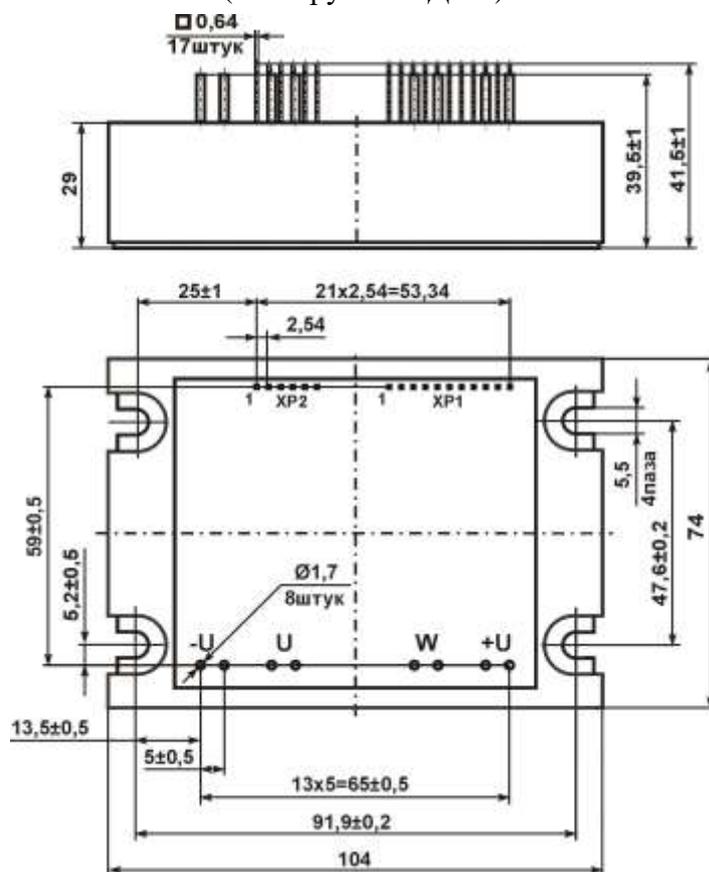
масса не более 500 г

Рисунок 8.4 – Габаритные размеры М32-xx-xx-Б (конструктив «ДМ»)



масса не более 500 г

Рисунок 8.5 – Габаритные размеры М32-xx-xx-Д (конструктив «ДМ»)



масса не более 500 г

Рисунок 8.6 – Габаритные размеры М32-xx-xx-Б-Д (конструктив «ДМ»)

## 9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие модуля требованиям настоящего паспорта 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 модуля в эксплуатацию в пределах гарантийного срока.

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ 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.

## 11 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль(и) \_\_\_\_\_ соответствует(ют) настоящему паспорту и комплекту КД

Заводской номер \_\_\_\_\_

Дата изготовления \_\_\_\_\_

Место для штампа ОТК