

# ЭЛЕКТРУМ АВ

## Паспорт

### Модули на основе IGBT-транзисторов

Модули в конструктиве E2, ДМ

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

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

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

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

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

[www.electrum.nt-rt.ru](http://www.electrum.nt-rt.ru) || [emt@nt-rt.ru](mailto:emt@nt-rt.ru)

## Модуль M13B-10-12; M13B-30-12; M13B-50-12

Модуль типа M13B – два «косых» моста, выполненных на IGBT-транзисторах, предназначен для создания преобразовательных устройств.

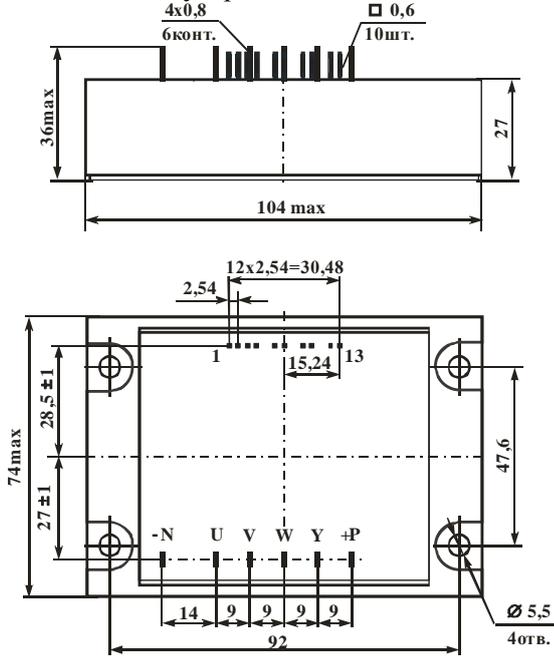


Рисунок 1 – Габаритный чертеж модуля M13B-10-12

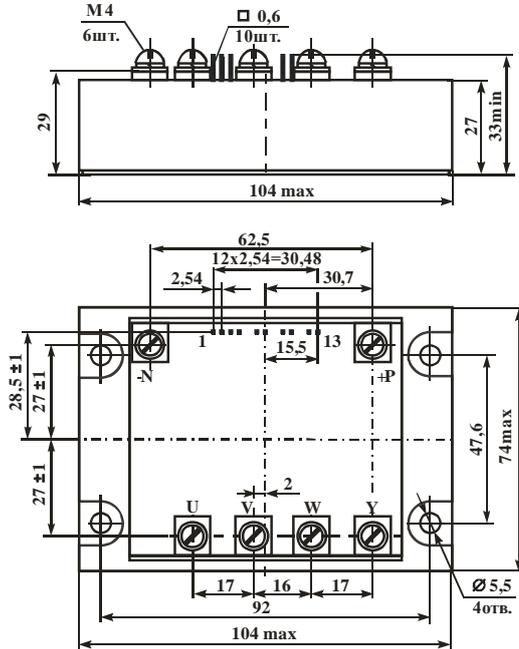


Рисунок 2 – Габаритный чертеж модуля M13B-30-12; M13B-50-12

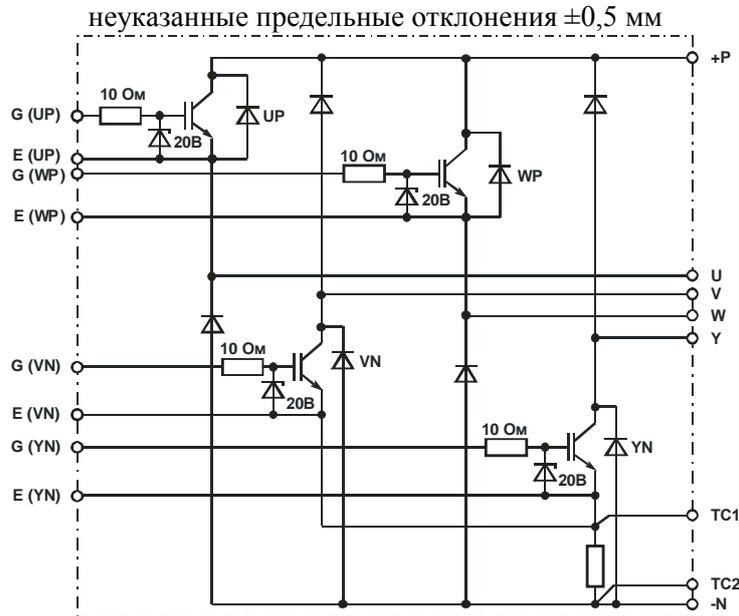


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Назначение
1	G (VN)
2	E (VN)
3	G (YN)
4	E (YN)
5, 8, 11	-
6	G (UP)
7	E (UP)
9	G (WP)
10	E (WP)

Продолжение таблицы 1

12, 13	ТС1, ТС2	Выводы токочувствительного резистора
	U, V, W, Y	Силовые выходы
	+P	Вывод «плюсового» напряжения силовой цепи
	-N	Вывод «минусового» напряжения силовой цепи

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке при T = 25 °C (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Сопrotивление шунта, мОм	Rш	10	1	
<b>Статические характеристики транзистора</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge(th)</sub>	3÷6	3÷6	3÷6
Ток утечки затвора, нА, не более	I <sub>ges</sub>	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер, типовое, В при T <sub>j</sub> =25°C при T <sub>j</sub> =150°C	V <sub>ce(on)</sub>	2,74 2,53	3,12 3,88	2,50 2,90
Ток утечки коллектора, мА, не более при T <sub>j</sub> =25°C при T <sub>j</sub> =150°C	I <sub>ces</sub>	0,25 3,00	0,5 1,2	0,5 -
<b>Динамические характеристики транзистора</b>				
Входная емкость, пФ, типовая	C <sub>ies</sub>	1600	4300	3648
Выходная емкость пФ, типовая	C <sub>oes</sub>	77	330	322
Проходная емкость пФ, типовая	C <sub>res</sub>	26	160	56
Время задержки включения, нс, типовое	td(on)	50	76	30
Время нарастания, нс, типовое	tr	31	39	10
Время задержки выключения, нс, типовое	td(off)	96	332	130
Время спада, нс, типовое	t <sub>f</sub>	220	25	11
Заряд затвора, нКл, типовой	Q <sub>g</sub>	94	340	205
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения, В, типовое	V <sub>FM</sub>	2,6	2,03	1,3
Ток обратного восстановления, не более, А	I <sub>rr</sub>	4,5	50	50
Время восстановления, нс, типовое	trr	180	180	180
Заряд обратного восстановления, нКл, типовой	Q <sub>rr</sub>	675	-	-

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Номинальный постоянный ток, А	I <sub>c</sub>	10	30	50
Напряжение коллектор-эмиттер, В	V <sub>ces</sub>	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20
Максимальный импульсный ток, А (t <sub>u</sub> =10 мкс)	I <sub>cm</sub>	30	90	150
Температура перехода, °C	T <sub>j</sub> *	-55÷+150		
Тепловое сопротивление кристалл транзистора – основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjc</sub>	1,5	0,60	0,42
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjco</sub>	2,2	1,2	0,8
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами по постоянному току, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

**Сведения о приемке**

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435744.050 ТУ

Место для штампа ОТК

**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 M13B-10-6; M13B-30-6; M13B-50-6

Модуль типа M13B – два «косых» моста, выполненных на IGBT-транзисторах, предназначен для создания преобразовательных устройств.

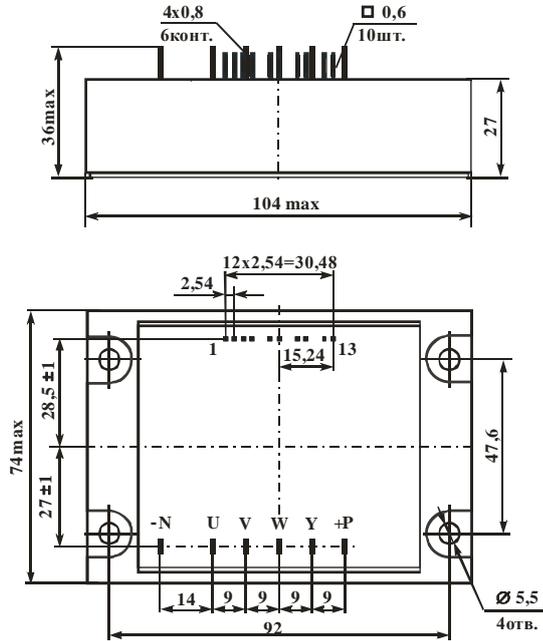


Рисунок 1 – Габаритный чертеж модуля M13B-10-6

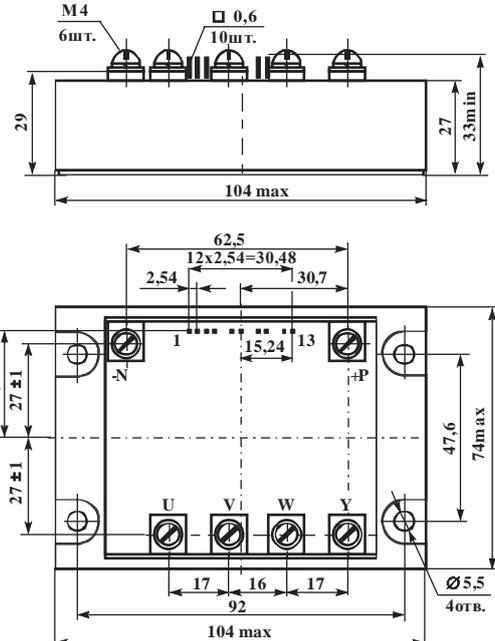


Рисунок 2 – Габаритный чертеж модуля M13B-30-6; M13B-50-6

неуказанные предельные отклонения ±0,5 мм

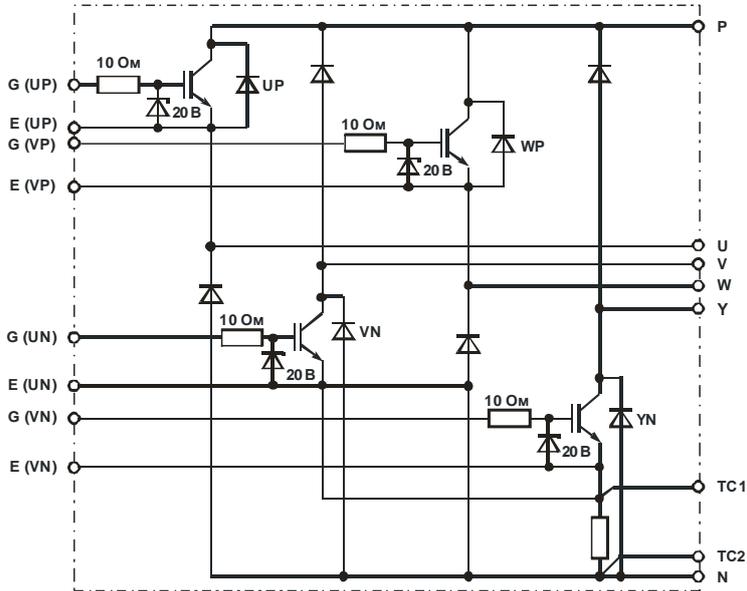


Рисунок 3 – Функциональная схема модулей

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Назначение
1	Входы управления нижними транзисторами
2	
3	
4	
5, 8, 11	Отсутствуют
6	Входы управления верхними транзисторами
7	
9	
10	

Продолжение таблицы 1

Вывод		Назначение
12, 13	ТС1, ТС2	Выводы токочувствительного резистора
	U, V, W, Y	Силовые выходы
	+P	Вывод «плюсового» напряжения силовой цепи
	-N	Вывод «минусового» напряжения силовой цепи

Таблица 2 –Электрические параметры при поставке при T = 25 °С (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Сопrotивление шунта, мОм	Rш	10	1	1
<b>Статические характеристики транзистора</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	3÷6	3÷6	3÷6
Ток утечки затвора, нА, не более	Iges	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер, типовое, В при Tj=25°C при Tj=150°C	Vce(on)	2,21 2,36	2,20 2,90	2,00 2,60
Ток утечки коллектора, мА, не более при Tj=25°C при Tj=150°C	Ices	0,25 2,50	0,5 -	0,5 -
<b>Динамические характеристики транзистора</b>				
Входная емкость, пФ, типовая	Cies	920	4750	3648
Выходная емкость пФ, типовая	Coes	110	390	322
Проходная емкость пФ, типовая	Cres	27	58	56
Время задержки включения, нс, типовое	td(on)	60	34	30
Время нарастания, нс, типовое	tr	42	26	10
Время задержки выключения, нс, типовое	td(off)	160	130	130
Время спада, нс, типовое	tf	80	43	11
Заряд затвора, нКл, типовой	Qg	67	240	205
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения, В, типовое	VFM	1,4	1,3	1,3
Ток обратного восстановления, не более, А	Irr	10	30	50
Время восстановления, нс, типовое	trr	60	75	42
Заряд обратного восстановления, нКл, типовой	Qrr	80	112	80

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Номинальный постоянный ток, А	Ic	10	30	50
Напряжение коллектор-эмиттер, В	Vces	600	600	600
Напряжение затвор-эмиттер, В	Vge	±20	±20	±20
Максимальный импульсный ток, А (tu=10 мкс)	Icm	30	90	150
Температура перехода, °С	Tj*	-55÷+150		
Тепловое сопротивление кристалл транзистора – основание, не более, °С/Вт	Rthjc	1,5	1,0	0,9
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °С/Вт	Rthjco	2,65	1,5	1,3
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами по постоянному току, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

**Сведения о приемке**

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435744.050 ТУ

Место для штампа ОТК

**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 М13Б-10-12; М13Б-30-12; М13Б-50-12

Модуль типа М13Б – транзисторный мост, выполненный на IGBT-транзисторах, предназначен для создания преобразовательных устройств.

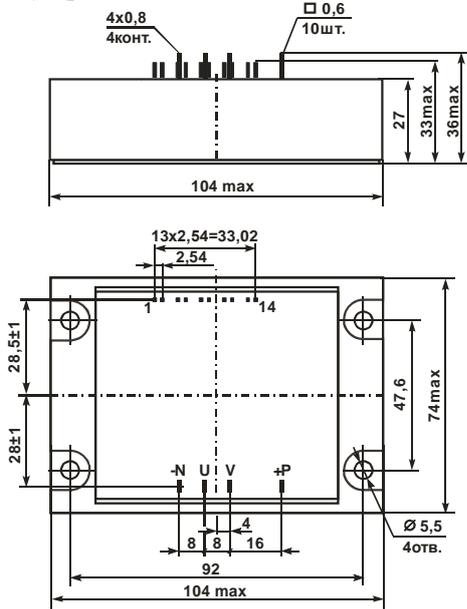


Рисунок 1 – Габаритный чертеж модулей:  
М13Б-10-12

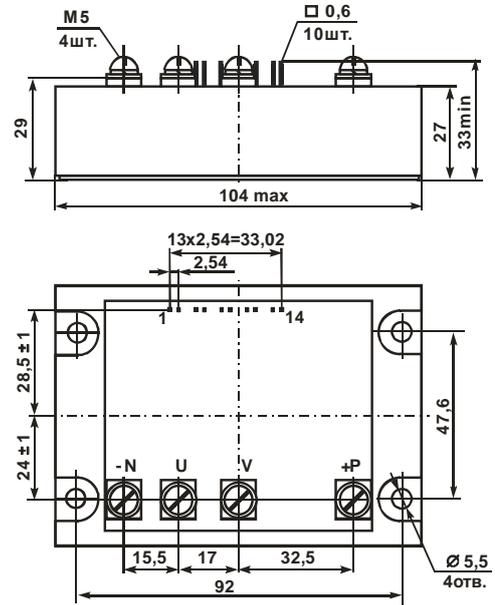


Рисунок 2 – Габаритный чертеж модулей:  
М13Б-30-12, М13Б-50-12

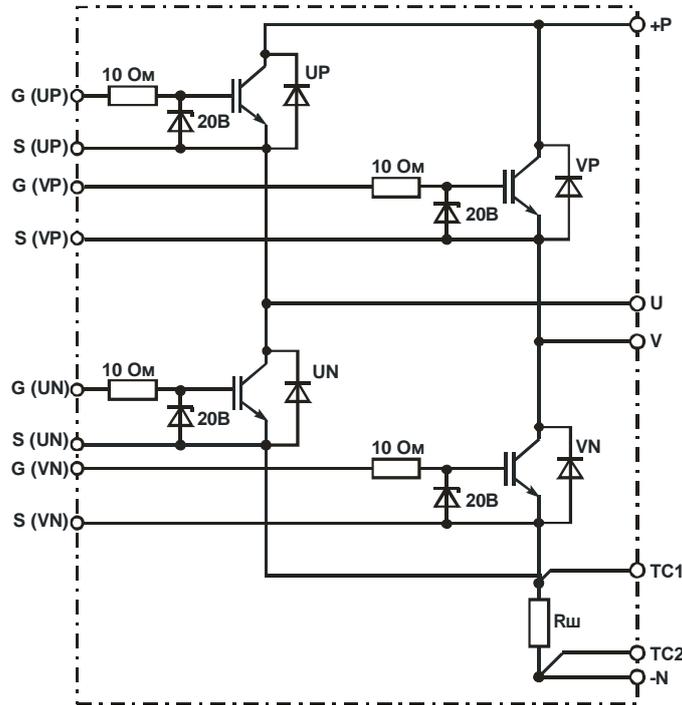


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Назначение	
1, 2	TC2, TC1	Выводы токочувствительного резистора
3, 6, 9, 12	-	Отсутствуют
4	E (UP)	Входы управления верхними транзисторами
5	G (UP)	
7	E (VP)	
8	G (VP)	
10	E (UN)	Входы управления нижними транзисторами
11	G (UN)	

Продолжение таблицы

Вывод		Назначение
13	E (VN)	Входы управления нижними транзисторами
14	G (VN)	
	U, V, W	Силовые выходы
	+P	Вывод «плюсового» напряжения силовой цепи
	-N	Вывод «минусового» напряжения силовой цепи

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке при T = 25 °C (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Сопrotивление шунта, МОм	Rш	10	1	
<b>Статические характеристики транзистора</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	3÷6	3÷6	3÷6
Ток утечки затвора, нА, не более	Iges	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер, типовое, В при Tj=25°C при Tj=150°C	Vce(on)	2,74	3,12	2,50
		2,53	3,88	2,90
Ток утечки коллектора, мА, не более при Tj=25°C при Tj=150°C	Ices	0,25	0,5	0,5
		3,00	1,2	-
<b>Динамические характеристики транзистора</b>				
Входная емкость, пФ, типовая	Cies	1600	4300	3648
Выходная емкость пФ, типовая	Coes	77	330	322
Проходная емкость пФ, типовая	Cres	26	160	56
Время задержки включения, нс, типовое	td(on)	50	76	30
Время нарастания, нс, типовое	tr	31	39	10
Время задержки выключения, нс, типовое	td(off)	96	332	130
Время спада, нс, типовое	tf	220	25	11
Заряд затвора, нКл, типовой	Qg	94	340	205
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения, В, типовое	VFM	2,6	2,03	1,3
Ток обратного восстановления, не более, А	Irr	4,5	50	50
Время восстановления, нс, типовое	trr	180	180	180
Заряд обратного восстановления, нКл, типовой	Qrr	675	-	-

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Номинальный постоянный ток, А	Ic	10	30	50
Напряжение коллектор-эмиттер, В	Vces	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, В	Vge	±20	±20	±20
Максимальный импульсный ток, А (tu=10 мкс)	Icm	30	90	150
Температура перехода, °C	Tj*	-55÷+150		
Тепловое сопротивление кристалл транзистора – основание, не более, °C/Вт	Rthjc	1,5	0,60	0,42
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	Rthjco	2,2	1,2	0,8
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами по постоянному току, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

**Сведения о приемке**

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435744.050 ТУ

Место для штампа ОТК

**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 М13Б-10-6; М13Б-30-6; М13Б-50-6

Модуль типа М13Б – транзисторный мост, выполненный на IGBT-транзисторах, предназначен для создания преобразовательных устройств.

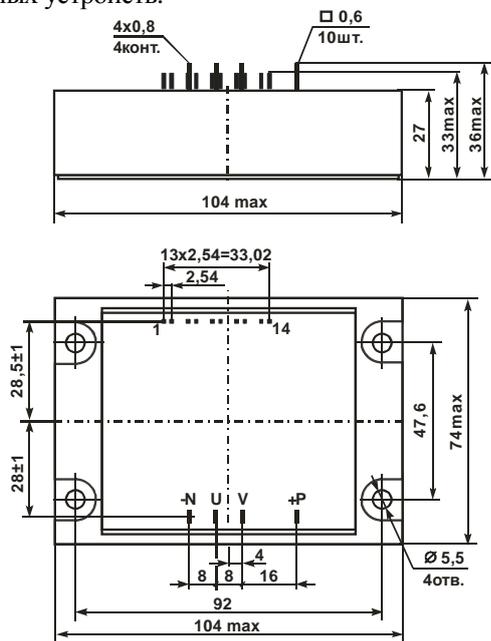


Рисунок 1 – Габаритный чертеж модулей:  
М13Б-10-6

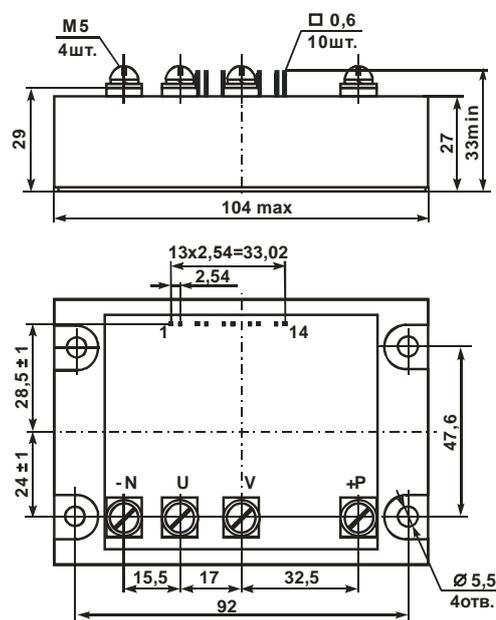


Рисунок 2 – Габаритный чертеж модулей:  
М13Б-30-6, М13Б-50-6

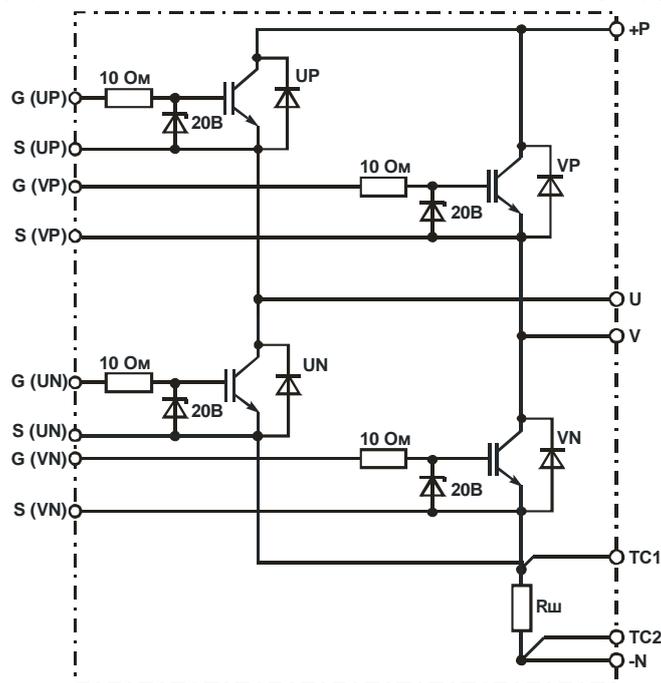


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Назначение	
1, 2	TC2, TC1	Выводы токочувствительного резистора
3,6,9,12	-	Отсутствуют
4	E (UP)	Входы управления верхними транзисторами
5	G (UP)	
7	E (VP)	
8	G (VP)	Входы управления нижними транзисторами
10	E (UN)	
11	G (UN)	

Продолжение таблицы

Вывод		Назначение
13	E (VN)	Входы управления нижними транзисторами
14	G (VN)	
	U, V, W	Силовые выходы
	+P	Вывод «плюсового» напряжения силовой цепи
	-N	Вывод «минусового» напряжения силовой цепи

Таблица 2 –Электрические параметры при поставке при T = 25 °С (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Сопротивление шунта, МОм	Rш	10	1	
<b>Статические характеристики транзистора</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	3÷6	3÷6	3÷6
Ток утечки затвора, нА, не более	Iges	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер, типовое, В при Tj=25°C при Tj=150°C	Vce(on)	2,21 2,36	2,20 2,90	2,00 2,60
Ток утечки коллектора, мА, не более при Tj=25°C при Tj=150°C	Ices	0,25 2,50	0,5 -	0,5 -
<b>Динамические характеристики транзистора</b>				
Входная емкость, пФ, типовая	Cies	920	4750	3648
Выходная емкость пФ, типовая	Coes	110	390	322
Проходная емкость пФ, типовая	Cres	27	58	56
Время задержки включения, нс, типовое	td(on)	60	34	30
Время нарастания, нс, типовое	tr	42	26	10
Время задержки выключения, нс, типовое	td(off)	160	130	130
Время спада, нс, типовое	tf	80	43	11
Заряд затвора, нКл, типовой	Qg	67	240	205
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения, В, типовое	VFM	1,4	1,3	1,3
Ток обратного восстановления, не более, А	Irr	10	30	50
Время восстановления, нс, типовое	trr	60	75	42
Заряд обратного восстановления, нКл, типовой	Qrr	80	112	80

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Номинальный постоянный ток, А	Ic	10	30	50
Напряжение коллектор-эмиттер, В	Vces	600	600	600
Напряжение затвор-эмиттер, В	Vge	±20	±20	±20
Максимальный импульсный ток, А (tu=10 мкс)	Icm	30	90	150
Температура перехода, °С	Tj*	-55÷+150		
Тепловое сопротивление кристалл транзистора – основание, не более, °С/Вт	Rthjc	1,5	1,0	0,9
Тепловое сопротивление кристалл диода - основа- ние, не более, °С/Вт	Rthjco	2,65	1,5	1,3
Электрическая прочность изоляции между основа- нием и выводами по постоянному току, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

**Сведения о приемке**

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435744.050 ТУ

Место для штампа ОТК

**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 M13A-10-12; M13A-30-12; M13A-50-12

Модуль типа M13A – трехфазный инвертор, выполненный на IGBT-транзисторах, предназначен для создания преобразовательных устройств.

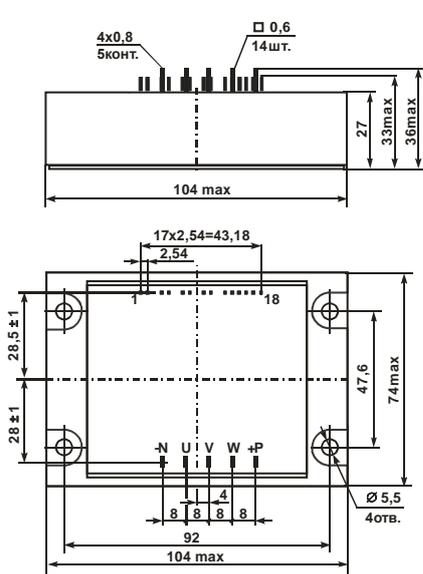


Рисунок 1 – Габаритный чертеж модулей:  
M13A-10-12

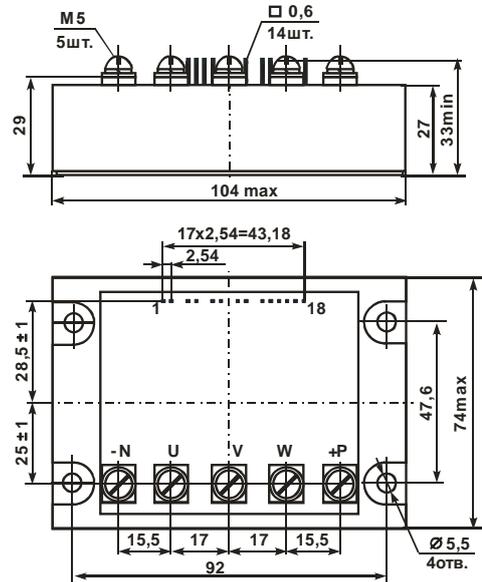


Рисунок 2 – Габаритный чертеж модулей:  
M13A-30-12, M13A-50-12

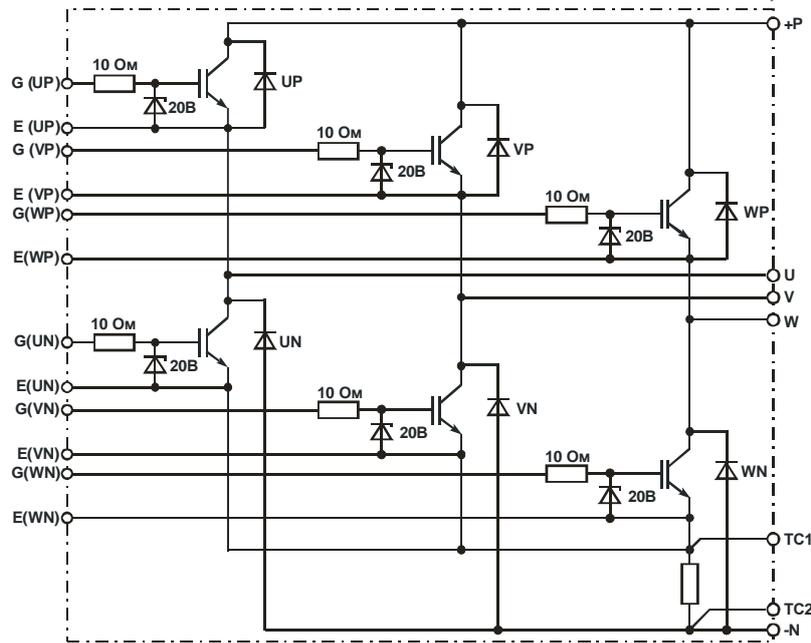


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Назначение	
1, 2	TC2, TC1	Выводы токочувствительного резистора
4	E (UP)	Входы управления верхними транзисторами
5	G (UP)	
7	E (VP)	
8	G (VP)	
10	E (WP)	Отсутствуют
11	G (WP)	
3,6,9,12	-	Отсутствуют
13	E (UN)	Входы управления нижними транзисторами
14	G (UN)	
15	E (VN)	

## Продолжение таблицы

Вывод		Назначение
16	G (VN)	Входы управления нижними транзисторами
17	E (WN)	
18	G (WN)	
	U, V, W	Силовые выходы
	+P	Вывод «плюсового» напряжения силовой цепи
	-N	Вывод «минусового» напряжения силовой цепи

Таблица 2 –Электрические параметры при поставке при T = 25 °С (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Сопrotивление шунта, мОм	Rш	10	1	
<b>Статические характеристики транзистора</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	3÷6	3÷6	3÷6
Ток утечки затвора, нА, не более	Iges	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер, типовое, В при Tj=25°C при Tj=150°C	Vce(on)	2,74	3,12	2,50
		2,53	3,88	2,90
Ток утечки коллектора, мА, не более при Tj=25°C при Tj=150°C	Ices	0,25	0,5	0,5
		3,00	1,2	-
<b>Динамические характеристики транзистора</b>				
Входная емкость, пФ, типовая	Cies	1600	4300	3648
Выходная емкость пФ, типовая	Coes	77	330	322
Проходная емкость пФ, типовая	Cres	26	160	56
Время задержки включения, нс, типовое	td(on)	50	76	30
Время нарастания, нс, типовое	tr	31	39	10
Время задержки выключения, нс, типовое	td(off)	96	332	130
Время спада, нс, типовое	tf	220	25	11
Заряд затвора, нКл, типовой	Qg	94	340	205
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения, В, типовое	VFM	2,6	2,03	1,3
Ток обратного восстановления, не более, А	Irr	4,5	50	50
Время восстановления, нс, типовое	trr	180	180	180
Заряд обратного восстановления, нКл, типовой	Qrr	675	-	-

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Номинальный постоянный ток, А	Ic	10	30	50
Напряжение коллектор-эмиттер, В	Vces	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, В	Vge	±20	±20	±20
Максимальный импульсный ток, А (tu=10 мкс)	Icm	30	90	150
Температура перехода, °С	Tj*	-55÷+150		
Тепловое сопротивление кристалл транзистора – основание, не более, °С/Вт	Rthjc	1,5	0,60	0,42
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °С/Вт	Rthjco	2,2	1,2	0,8
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами по постоянному току, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

**Сведения о приемке**

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435744.050 ТУ

Место для штампа ОТК

**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 M13A-10-6; M13A-30-6; M13A-50-6

### ЭТИКЕТКА

Модуль типа M13A – трехфазный инвертор, выполненный на IGBT-транзисторах, предназначен для создания преобразовательных устройств.

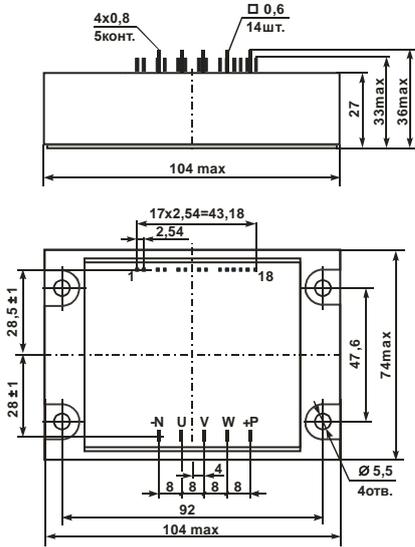


Рисунок 1 – Габаритный чертеж модулей:  
M13A-10-6

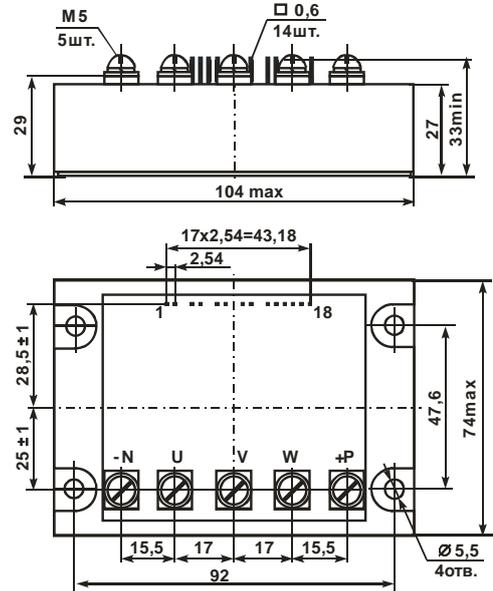


Рисунок 2 – Габаритный чертеж модулей:  
M13A-30-6, M13A-50-6

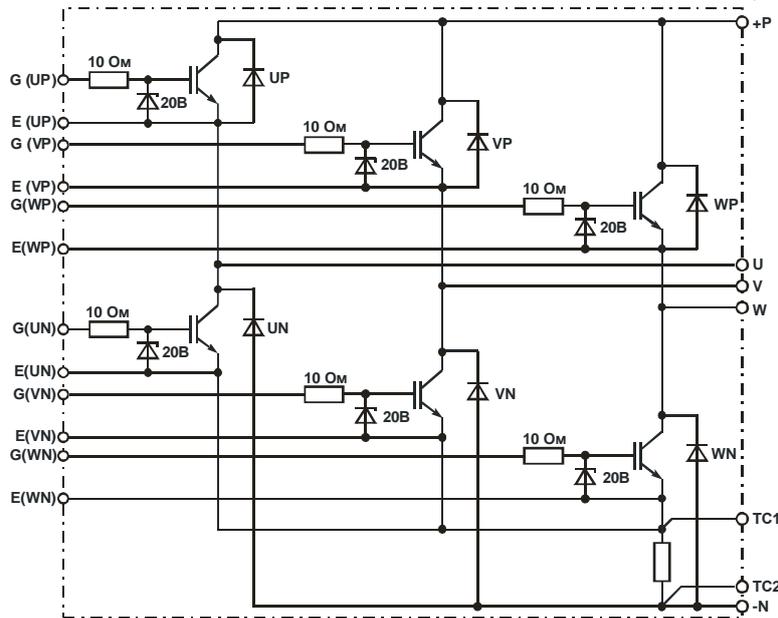


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля

Таблица 1 – Назначение выводов модуля

Вывод	Назначение	
1, 2	TC2, TC1	Выводы токочувствительного резистора
4	E (UP)	Входы управления верхними транзисторами
5	G (UP)	
7	E (VP)	
8	G (VP)	
10	E (WP)	
11	G (WP)	Отсутствуют
3,6,9,12	-	
13	E (UN)	
14	G (UN)	
15	E (VN)	

## Продолжение таблицы

Вывод		Назначение
16	G (VN)	Входы управления нижними транзисторами
17	E (WN)	
18	G (WN)	
	U, V, W	Силовые выходы
	+P	Вывод «плюсового» напряжения силовой цепи
	-N	Вывод «минусового» напряжения силовой цепи

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке при T = 25 °C (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Сопrotивление шунта, мОм	Rш	10	1	1
<b>Статические характеристики транзистора</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	3÷6	3÷6	3÷6
Ток утечки затвора, нА, не более	Iges	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер, типовое, В при Tj=25°C при Tj=150°C	Vce(on)	2,21 2,36	2,20 2,90	2,00 2,60
Ток утечки коллектора, мА, не более при Tj=25°C при Tj=150°C	Ices	0,25 2,50	0,5 -	0,5 -
<b>Динамические характеристики транзистора</b>				
Входная емкость, пФ, типовая	Cies	920	4750	3648
Выходная емкость пФ, типовая	Coes	110	390	322
Проходная емкость пФ, типовая	Cres	27	58	56
Время задержки включения, нс, типовое	td(on)	60	34	30
Время нарастания, нс, типовое	tr	42	26	10
Время задержки выключения, нс, типовое	td(off)	160	130	130
Время спада, нс, типовое	tf	80	43	11
Заряд затвора, нКл, типовой	Qg	67	240	205
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения, В, типовое	VFM	1,4	1,3	1,3
Ток обратного восстановления, не более, А	Irr	10	30	50
Время восстановления, нс, типовое	trr	60	75	42
Заряд обратного восстановления, нКл, типовой	Qrr	80	112	80

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации (для одного транзистора)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		10А	30А	50А
Номинальный постоянный ток, А	Ic	10	30	50
Напряжение коллектор-эмиттер, В	Vces	600	600	600
Напряжение затвор-эмиттер, В	Vge	±20	±20	±20
Максимальный импульсный ток, А (tu=10 мкс)	Icm	30	90	150
Температура перехода, °C	Tj*	-55÷+150		
Тепловое сопротивление кристалл транзистора – основание, не более, °C/Вт	Rthjc	1,5	1,0	0,9
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	Rthjco	2,65	1,5	1,3
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами по постоянному току, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

**Сведения о приемке**

Модуль \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.435744.050 ТУ

Место для штампа ОТК

**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 ТРАНЗИСТОРНЫЙ

## M12-50-12-02; M12-100-12-02; M12-150-12-02; M12-200-12-02

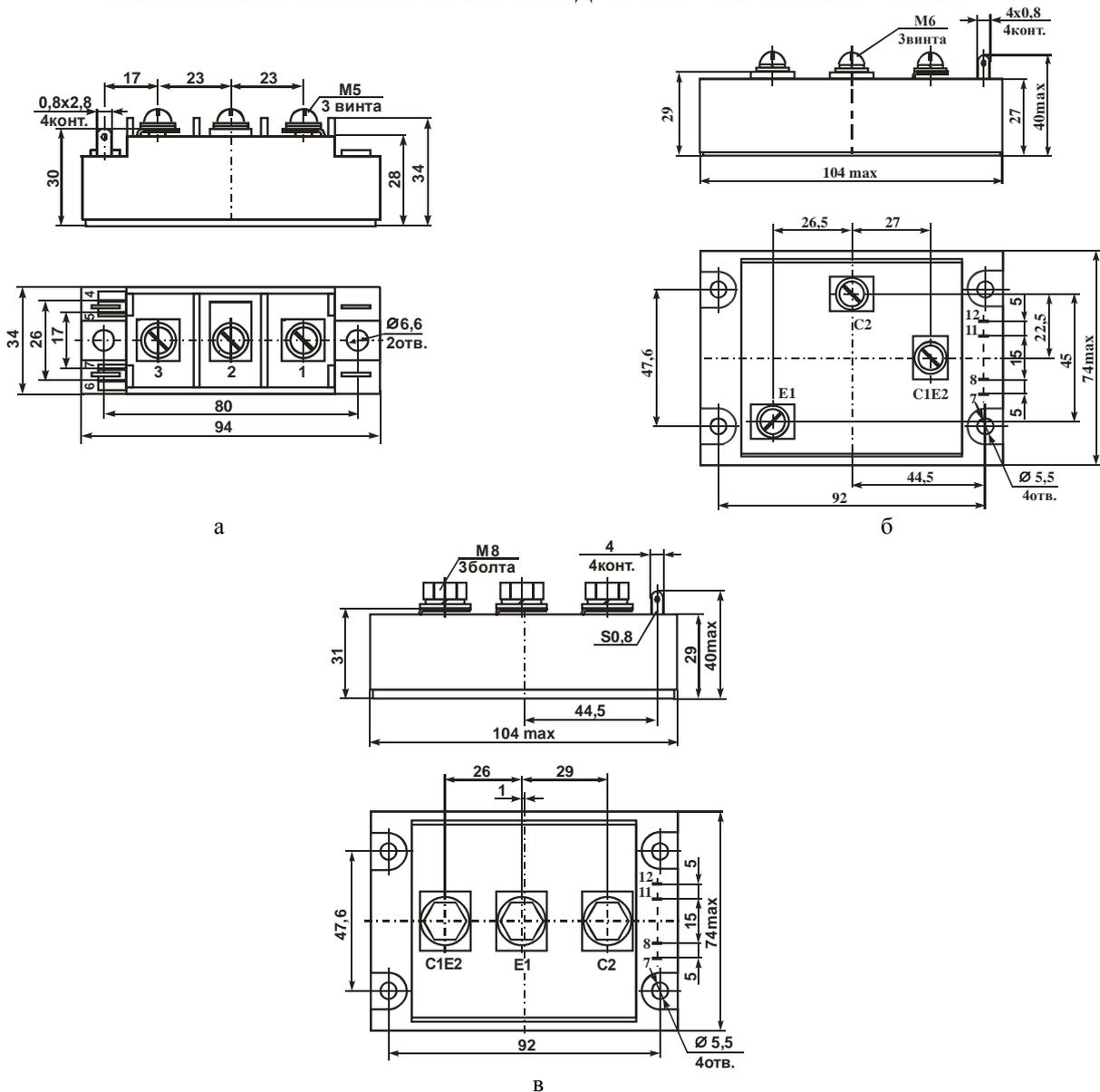
### ПАСПОРТ

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль двух последовательно-соединенных IGBT ключей, зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом типа M12 (далее – модуль), предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения.

Предприятие – изготовитель: АО «Электрум АВ»

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм

Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры модуля

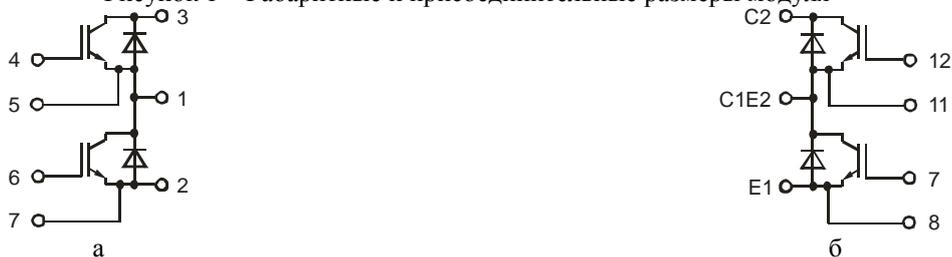


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение модуля	Рис.	Масса, кг, не более
M12-50-12-02	1а, 2а	0,2
M12-100-12-02	1а, 2а	
M12-150-12-02	1б, 2б	0,5
M12-200-12-02	1в, 2б	

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6
Ток утечки затвора (не более), нА	Iges	±100	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типичное), В при $T_j=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	Vce(on)	2,5	2,5	2,5	2,5
Ток утечки коллектора (типичной), мА $T_j=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	Ices	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типичная), нФ	Cies	4,3	8,6	12,9	17,2
Выходная емкость (типичная), нФ	Coes	0,40	0,79	1,19	1,58
Проходная емкость (типичная), пФ	Cres	160	320	480	640
Время задержки включения (не более), нс	td(on)	94	94	94	94
Время нарастания (не более), нс	tr	45	45	45	45
Время задержки выключения (не более), нс	td(off)	400	400	400	400
Время спада (не более), нс	tf	58	58	58	58
Энергия при включении, не более, мДж	Eon	4870	9740	14610	19480
Энергия при выключении, мДж	Eoff	5450	10900	16350	21800
Заряд затвора (типичной), нКл	Qg	340	680	1020	1360
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения (типичное) не более, В при $T_j=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $T_j=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	V <sub>FM</sub>	1,93	1,93	1,93	1,93
		2,13	2,13	2,13	2,13
Ток обратного восстановления (типичной), А	Irr	50	100	150	200
Время восстановления (типичное), нс	trr	180	180	180	180

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Максимальный постоянный ток коллектора ( $T_c=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), не более, А	I <sub>Cmax</sub>	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер, не более, В	Vce	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, не более, В	Vcgr	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, не более, В	Vge	±20	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, ( $t_p=1\text{ мс}$ , $T_c=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), А	I <sub>см</sub>	180	360	540	720
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	180	360	540	720
Температура перехода, $^{\circ}\text{C}$	T <sub>j</sub> *	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150
Тепловое сопротивление переход - основание, не более, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	R <sub>thjc</sub>	0,22	0,16	0,10	0,08
Рассеиваемая мощность (IGBT $T_{hs} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), не более, Вт	P <sub>D</sub>	476	952	1428	1904
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	4000	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка ( $T_\gamma$ ) модуля при  $\gamma=95\%$  в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости ( $T_{с\gamma}$ ) модуля при  $\gamma=95\%$  в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом ( $4\pm 0,5$ ) 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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М6 с крутящим моментом ( $2,5 \pm 0,15$ ) Н·м или болтов М8 с крутящим моментом ( $3,2 \pm 0,15$ ) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей в зависимости от номинального тока по ГОСТ 12434-83 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сечение жил внешних проводников и кабелей в зависимости от номинального тока

Номинальный ток, А	Сечение жил внешних проводов и кабелей, мм <sup>2</sup>	
	не менее	не более
50	6	25
100	10	50
150	25	95
200	50	120

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод истока) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше ( $235\pm 5$ ) °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более (70÷80)% от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 2 и 3, 5 и 6 должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – Воздействие механических нагрузок

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

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды:	
- рабочая, °С;	- 45
- предельная, °С	- 60
Повышенная температура среды:	
- рабочая, °С;	+ 85
- предельная, °С	+ 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### 6 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 ТРАНЗИСТОРНЫЙ

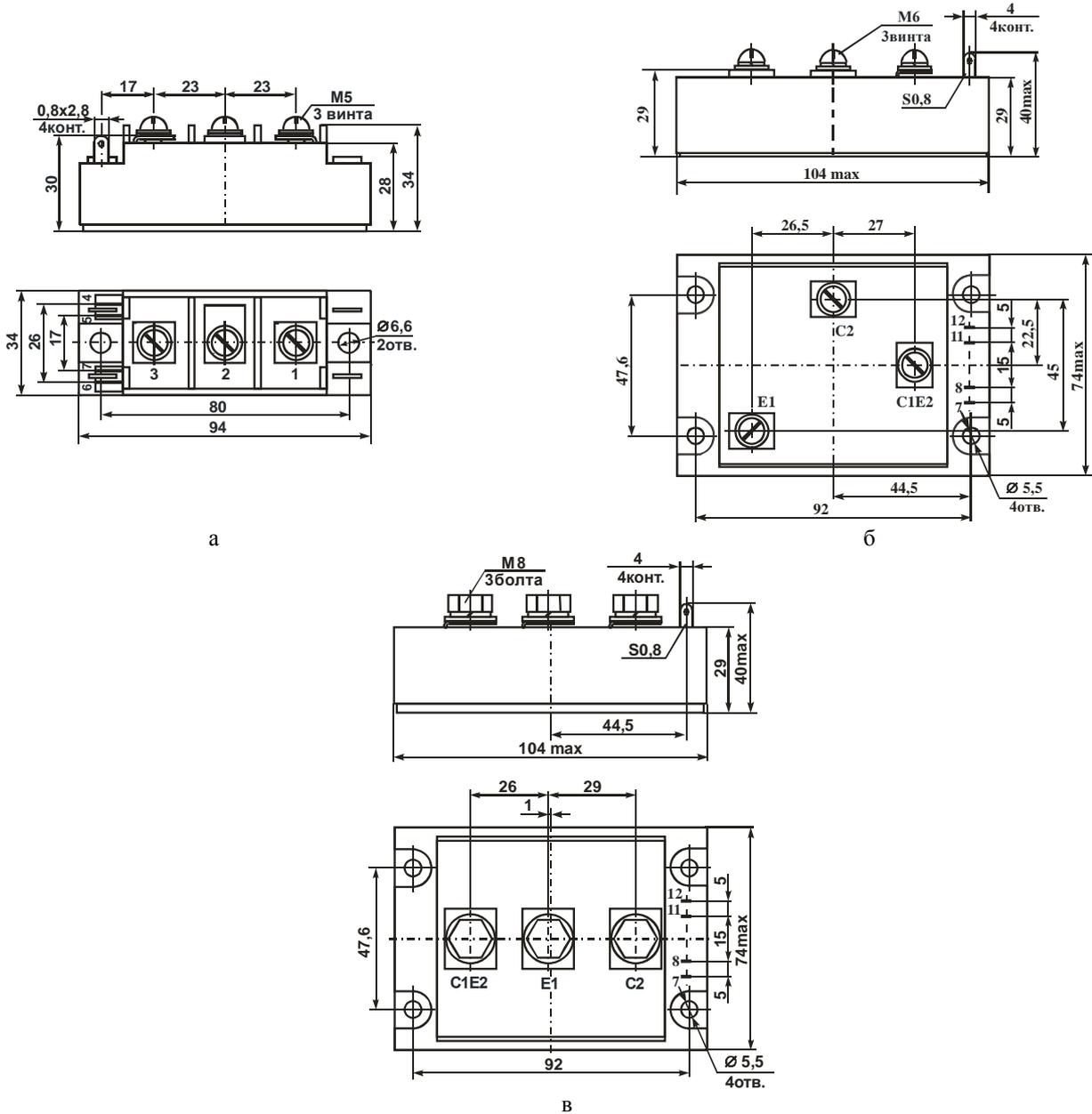
## M12-50-12; M12-100-12; M12-150-12; M12-200-12

### ПАСПОРТ

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль двух последовательно-соединенных IGBT ключей, зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом типа M12 (далее – модуль), предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения.

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм

Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры

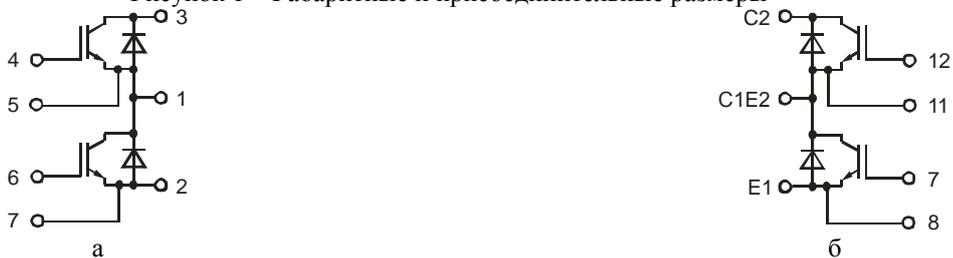


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

Таблица 1 – Таблица габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение модуля	Рис.	Масса, кг, не более
M12-50-12	1а, 2а	0,2
M12-100-12	1а, 2а	
M12-150-12	1б, 2б	0,5
M12-200-12	1в, 2б	

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	$V_{ge(th)}$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$
Ток утечки затвора (не более), нА	$I_{ges}$	$\pm 500$	$\pm 500$	$\pm 500$	$\pm 500$
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типовое), В при $T_j=125^{\circ}\text{C}$	$V_{ce}$ (on)	2,4	2,4	2,4	2,4
Ток утечки коллектора, не более (типовое), мА $T_j=125^{\circ}\text{C}$	$I_{ces}$	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типовая), нФ	$C_{ies}$	3,75	7,50	11,25	15,00
Выходная емкость (типовая), нФ	$C_{oes}$	0,33	0,65	1,00	1,30
Проходная емкость (типовая), нФ	$C_{res}$	0,23	0,46	0,69	0,92
Время задержки включения (не более), нс	$td(on)$	150	150	150	150
Время нарастания (не более), нс	$tr$	80	80	80	80
Время задержки выключения (не более), нс	$td(off)$	700	700	700	700
Время спада (не более), нс	$tf$	60	60	60	60
Заряд затвора (типовой), нКл	$Q_g$	375	750	1125	1500
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения (типовое) не более, В при $T_j = 25^{\circ}\text{C}$ при $T_j=125^{\circ}\text{C}$	$V_{FM}$	2,3 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3
Ток обратного восстановления (не более), А	$I_{rrm}$	53	105	155	210
Время восстановления (типовое), мкс	$trr$	0,15	0,15	0,15	0,15
Заряд обратного восстановления (типовой), мКл при $T_j = 125^{\circ}\text{C}$	$Q_{rr}$	7,5	15	22,5	30,0

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Максимальный постоянный ток коллектора ( $T_c=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), А	$I_{Cmax}$	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер, В	$V_{ce}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, В	$V_{cgr}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, В	$V_{ge}$	$\pm 20$	$\pm 20$	$\pm 20$	$\pm 20$
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, $T_c=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), В	$I_{cm}$	100	200	300	400
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	$I_{LM}$	100	200	300	400
Температура перехода, $^{\circ}\text{C}$	$T_j^*$	-60÷150	-60÷150	-60÷150	-60÷150
Тепловое сопротивление кристалл транзистора - основание, не более, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	$R_{thjc}$	0,36	0,27	0,18	0,09
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	$R_{thjco}$	0,70	0,54	0,36	0,18
Рассеиваемая мощность (IGBT $T_{hs} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), Вт	$P_{tot}$	156	310	465	625
Энергия при включении, мДж	$E_{on}$	4,5	9,0	13,5	18,0
Энергия при выключении, мДж	$E_{off}$	6,3	12,5	19	25,0
Сопротивление кристалл – выводы эмиттер, коллектор модуля, МОм	$R_{CC+EE}$	1,2	1,2	1,2	1,2
Паразитная индуктивность модуля, нГн	$L_{sDC}$	20	20	20	20
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	$Visol$	2500	2500	2500	2500
* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах					

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка ( $T\gamma$ ) модуля при  $\gamma=95\%$  в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости ( $T_{cy}$ ) модуля при  $\gamma=95\%$  в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отопляемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом  $(4\pm 0,5)$  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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М5 с крутящим моментом  $(2 \pm 0,15)$  Н·м, или винтов М6 с крутящим моментом  $(2,5 \pm 0,15)$  Н·м, или болтов М8 с крутящим моментом  $(3,2 \pm 0,15)$  Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов рекомендуется закрепить соединении краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей в зависимости от номинального тока по ГОСТ 12434-83 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сечение жил внешних проводников и кабелей в зависимости от номинального тока

Номинальный ток, А	Сечение жил внешних проводов и кабелей, мм <sup>2</sup>	
	не менее	не более
50	6	25
100	10	50
150	25	95
200	50	120

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод истока) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(235\pm 5)$  °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более  $(70\div 80)\%$  от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 4(12) и 5(11), 6(7) и 7(8) должны быть соединены.**

3.9 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – Воздействие механических нагрузок

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

3.10 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### 6 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 ТРАНЗИСТОРНЫЙ

## M12.1-50-12-01; M12.1-100-12-01; M12.1-150-12-01; M12.1-200-12-01

### ПАСПОРТ

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль двух параллельно-соединенных IGBT ключей с общим эмиттером, зашунтированный обратным быстро восстанавливаемым диодом типа M12.1 (далее – модуль), предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения.

Предприятие – изготовитель: ЗАО «Электрум АВ»

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ

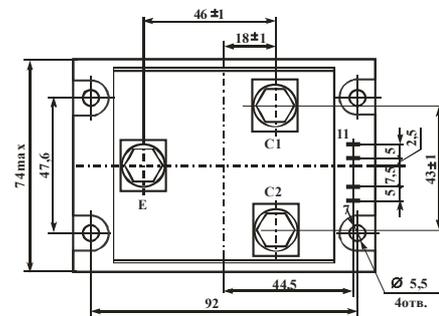
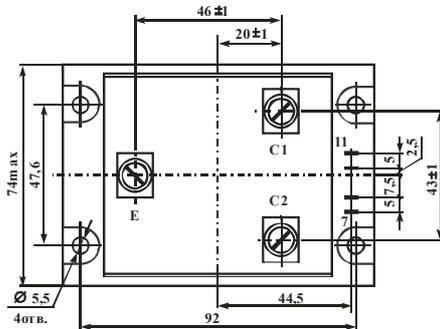
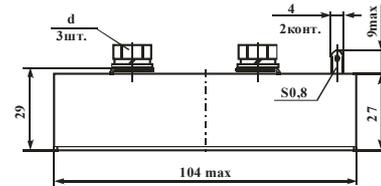
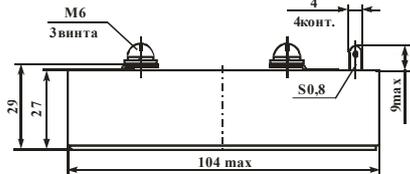
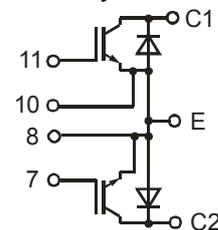


Рисунок 1

Рисунок 2

Таблица 1 – Таблица габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение	Рис.	d	Масса, кг, не более
M12.1-50-12-01	1	-	0,5
M12.1-100-12-01	1	-	
M12.1-150-12-01	2	Винт М6	
M12.1-200-12-01	2	Болт М8	



#### 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при T = 25 °C)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	Vge(th)	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6
Ток утечки затвора (не более), нА	Iges	±100	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типичное), В при Tj=125°C	Vce(on)	2,5	2,5	2,5	2,5
Ток утечки коллектора (типичной), мА Tj=125°C	Ices	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типичная), нФ	Cies	4,3	8,6	12,9	17,2
Выходная емкость (типичная), нФ	Coes	0,40	0,79	1,19	1,58
Проходная емкость (типичная), пФ	Cres	160	320	480	640
Время задержки включения (не более), нс	td(on)	94	94	94	94
Время нарастания (не более), нс	tr	45	45	45	45
Время задержки выключения (не более), нс	td(off)	400	400	400	400
Время спада (не более), нс	tf	58	58	58	58
Энергия при включении, не более, мДж	Eon	4870	9740	14610	19480
Энергия при выключении, мДж	Eoff	5450	10900	16350	21800
Заряд затвора (типичной), нКл	Qg	340	680	1020	1360

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения (типичное) не более, В при T <sub>j</sub> = 25°C при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>FM</sub>	1,93	1,93	1,93	1,93
		2,13	2,13	2,13	2,13
Ток обратного восстановления (типовой), А	I <sub>rr</sub>	50	100	150	200
Время восстановления (типичное), нс	t <sub>rr</sub>	180	180	180	180

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Номинальный постоянный ток коллектора (T <sub>c</sub> =25 °С), не более, А	I <sub>c</sub>	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер, не более, В	V <sub>ce</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, не более, В	V <sub>cgr</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, не более, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, (t <sub>p</sub> =1 мс, T <sub>c</sub> =80 °С), А	I <sub>cm</sub>	180	360	540	720
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	180	360	540	720
Температура перехода, °С	T <sub>j</sub> *	-	-	60÷+150	-
		60÷+150	60÷+150		60÷+150
Тепловое сопротивление переход - основание, не более, °С/Вт	R <sub>thjc</sub>	0,22	0,16	0,10	0,08
Рассеиваемая мощность (IGBT T <sub>hs</sub> = 25 °С), не более, Вт	P <sub>D</sub>	476	952	1428	1904
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	4000	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка (T<sub>γ</sub>) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости (T<sub>сγ</sub>) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом (5±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М6 с крутящим моментом ( $4 \pm 0,5$ ) Н·м или болтов М8 с крутящим моментом ( $5 \pm 0,5$ ) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод истока) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше ( $235 \pm 5$ ) °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более ( $70 \div 80$ )% от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 7 и 8, 10 и 11 должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – 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)

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### 6 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 ТРАНЗИСТОРНЫЙ

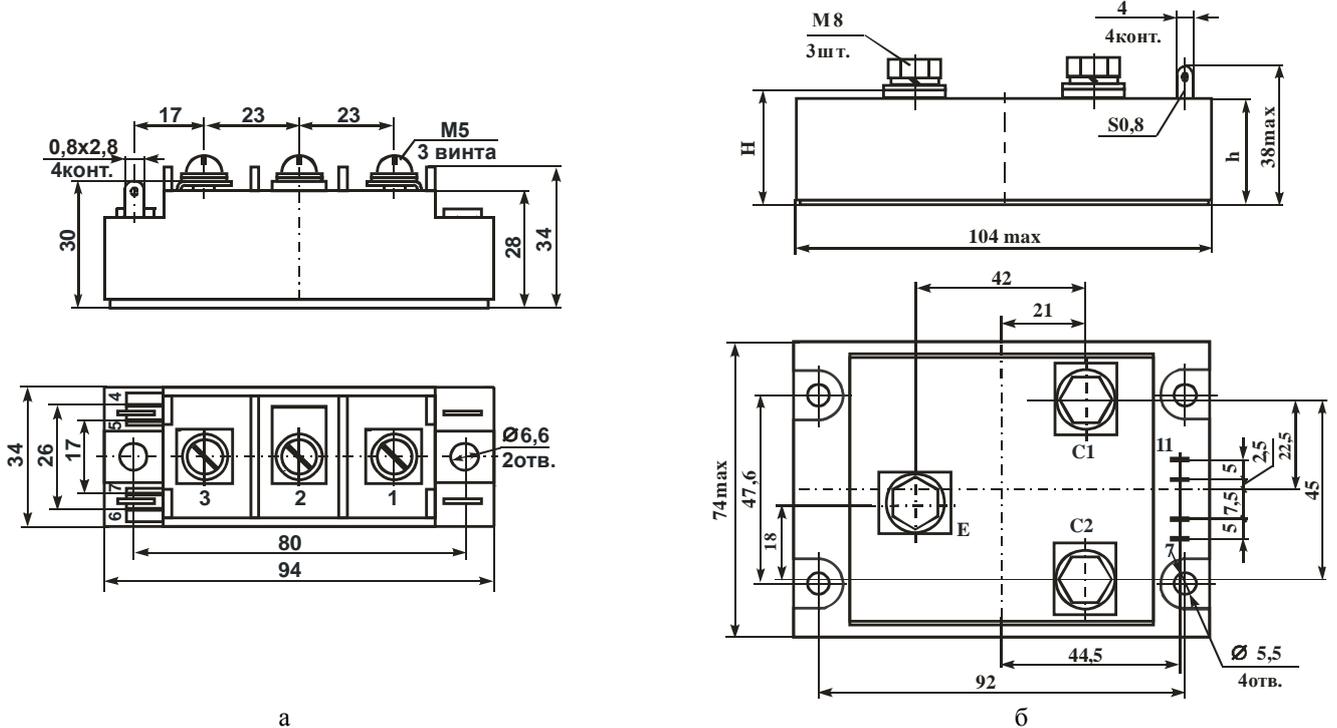
## M12.1-50-12; M12.1-100-12; M12.1-150-12; M12.1-200-12

### ПАСПОРТ

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль двух параллельно-соединенных IGBT ключей с общим эмиттером, зашунтированный обратным быстро восстанавливаемым диодом типа M12.1 (далее – модуль), предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения.

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм  
Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры модуля



Рисунок 2 – Электрические схемы внутренних соединений модуля  
Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение	Рис.	Масса, кг, не более
M12.1-50-12	1а, 2а	0,2
M12.1-100-12	1а, 2а	
M12.1-150-12	1б, 2б	0,5
M12.1-200-12	1б, 2б	

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25\text{ °C}$ )

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	$V_{ge(th)}$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$	$\geq 4,5$ $\leq 6,5$
Ток утечки затвора (не более), нА	$I_{ges}$	$\pm 500$	$\pm 500$	$\pm 500$	$\pm 500$
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типичное), В при $T_j=125\text{ °C}$	$V_{ce(on)}$	2,4	2,4	2,4	2,4
Ток утечки коллектора, не более (типичное), мА $T_j=125\text{ °C}$	$I_{ces}$	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типичная), нФ	$C_{ies}$	3,75	7,50	11,25	15,00
Выходная емкость (типичная), нФ	$C_{oes}$	0,33	0,65	1,00	1,30
Проходная емкость (типичная), нФ	$C_{res}$	0,23	0,46	0,69	0,92
Время задержки включения (не более), нс	$t_{d(on)}$	150	150	150	150
Время нарастания (не более), нс	$t_r$	80	80	80	80
Время задержки выключения (не более), нс	$t_{d(off)}$	700	700	700	700
Время спада (не более), нс	$t_f$	60	60	60	60
Заряд затвора (типичной), нКл	$Q_g$	375	750	1125	1500
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения (типичное) не более, В при $T_j=25\text{ °C}$ при $T_j=125\text{ °C}$	$V_{FM}$	2,3 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3
Ток обратного восстановления (не более), А	$I_{rrm}$	53	105	155	210
Время восстановления (типичное), мкс	$t_{rr}$	0,15	0,15	0,15	0,15
Заряд обратного восстановления (типичной), мКл при $T_j=125\text{ °C}$	$Q_{rr}$	7,5	15	22,5	30,0
* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах					

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Максимальный постоянный ток коллектора ( $T_c=25\text{ °C}$ ), А	$I_{Cmax}$	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер, В	$V_{ce}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, В	$V_{cgr}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, В	$V_{ge}$	$\pm 20$	$\pm 20$	$\pm 20$	$\pm 20$
Импульсный ток коллектора, не более, ( $t_p=1\text{ мс}$ , $T_c=80\text{ °C}$ ), В	$I_{cm}$	100	200	300	400
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	$I_{LM}$	100	200	300	400
Температура перехода, °C	$T_j^*$	$-60\div 150$	$-60\div 150$	$-60\div 150$	$-60\div 150$
Тепловое сопротивление кристалл транзистора - основание, не более, °C/Вт	$R_{thjc}$	0,36	0,27	0,18	0,09
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	$R_{thjco}$	0,70	0,54	0,36	0,18
Рассеиваемая мощность (IGBT $T_{hs} = 25\text{ °C}$ ), Вт	$P_{tot}$	156	310	465	625
Энергия при включении, мДж	$E_{on}$	4,5	9,0	13,5	18,0
Энергия при выключении, мДж	$E_{off}$	6,3	12,5	19	25,0
Сопротивление кристалл – выводы эмиттер, коллектор модуля, МОм	$R_{CC+EE}$	1,2	1,2	1,2	1,2
Паразитная индуктивность модуля, нГн	$L_{sDC}$	20	20	20	20
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	$V_{isol}$	2500	2500	2500	2500

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка ( $T_\gamma$ ) модуля при  $\gamma=95\%$  в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости ( $T_{cy}$ ) модуля при  $\gamma=95\%$  в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом ( $4\pm 0,5$ ) 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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М6 с крутящим моментом ( $2,5 \pm 0,15$ ) Н·м или болтов М8 с крутящим моментом ( $3,2 \pm 0,15$ ) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей в зависимости от номинального тока по ГОСТ 12434-83 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сечение жил внешних проводников и кабелей в зависимости от номинального тока

Номинальный ток, А	Сечение жил внешних проводов и кабелей, мм <sup>2</sup>	
	не менее	не более
50	6	25
100	10	50
150	25	95
200	50	120

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод истока) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше ( $235\pm 5$ ) °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более (70÷80)% от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 7 и 8, 10 и 11 должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – 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)

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды:	
- рабочая, °С;	- 45
- предельная, °С	- 60
Повышенная температура среды:	
- рабочая, °С;	+ 85
- предельная, °С	+ 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### **4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### **5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### **6 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.

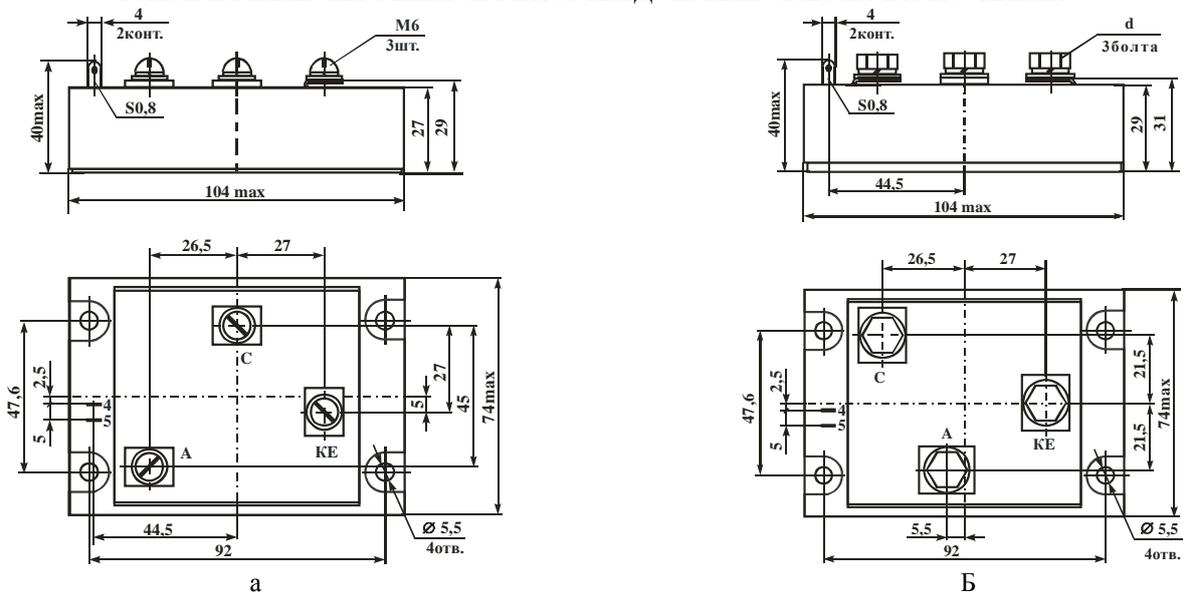
# МОДУЛЬ ТРАНЗИСТОРНЫЙ

## M11-50-12-01; M11-100-12-01; M11-150-12-01; M11-200-12-01

### ПАСПОРТ

Модуль транзисторный – последовательно соединенные быстродействующий диод и IGBT-модуль (зашунтированный обратным быстродействующим диодом), предназначен для применения в качестве коммутирующих элементов в силовых преобразователях.

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм

Рисунок 1 – габаритные и присоединительные размеры модуля

Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей

Обозначение	Рис.	d	Масса, кг, не более
M11-50-12-01	1a	-	0,5
M11-100-12-01	1a	-	
M11-150-12-01	1б	Винт М6	
M11-200-12-01	1б	Болт М8	

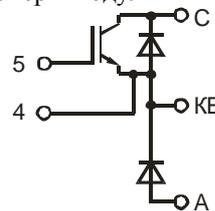


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	$V_{ge(th)}$	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6
Ток утечки затвора (не более), нА	$I_{ges}$	±100	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типичное), В при $T_j=125^{\circ}\text{C}$	$V_{ce(on)}$	2,5	2,5	2,5	2,5
Ток утечки коллектора (типичной), мА $T_j=125^{\circ}\text{C}$	$I_{ces}$	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типичная), нФ	$C_{ies}$	4,3	8,6	12,9	17,2
Выходная емкость (типичная), нФ	$C_{oes}$	0,40	0,79	1,19	1,58
Проходная емкость (типичная), пФ	$C_{res}$	160	320	480	640
Время задержки включения (не более), нс	$t_{d(on)}$	94	94	94	94
Время нарастания (не более), нс	$t_r$	45	45	45	45
Время задержки выключения (не более), нс	$t_{d(off)}$	400	400	400	400
Время спада (не более), нс	$t_f$	58	58	58	58
Энергия при включении, не более, мДж	$E_{on}$	4870	9740	14610	19480
Энергия при выключении, мДж	$E_{off}$	5450	10900	16350	21800
Заряд затвора (типичной), нКл	$Q_g$	340	680	1020	1360

Продолжение таблицы 2

Характеристики обратного диода					
Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Прямое падение напряжения (типичное) не более, В при T <sub>j</sub> = 25°C при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>FM</sub>	1,93	1,93	1,93	1,93
		2,13	2,13	2,13	2,13
Ток обратного восстановления (типичной), А	I <sub>rr</sub>	50	100	150	200
Время восстановления (типичное), нс	trr	180	180	180	180

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Максимальный постоянный ток коллектора (T <sub>c</sub> =25 °C), не более, А	I <sub>Cmax</sub>	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер, не более, В	V <sub>ce</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, не более, В	V <sub>cg</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение катод-анод диода, В	V <sub>KA</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, не более, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, T <sub>c</sub> =80 °C), А	I <sub>cm</sub>	180	360	540	720
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	180	360	540	720
Температура перехода, °C	T <sub>j</sub> *	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150
Тепловое сопротивление переход - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjc</sub>	0,22	0,16	0,10	0,08
Рассеиваемая мощность (IGBT T <sub>hs</sub> = 25 °C), не более, Вт	P <sub>D</sub>	625	1041	1875	2500
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	4000	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка (Гγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости (Тсγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом (5±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М6 с крутящим моментом (4 ± 0,5) Н·м или болтов М8 с крутящим моментом (5 ± 0,5) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод истока) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(235 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{\text{Cmax}}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более  $(70 \div 80)\%$  от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 4 и 5 должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – Воздействие механических нагрузок

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

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, $^\circ\text{C}$ ; - предельная, $^\circ\text{C}$	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, $^\circ\text{C}$ ; - предельная, $^\circ\text{C}$	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре $35^\circ\text{C}$ без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### 6 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 ТРАНЗИСТОРНЫЙ

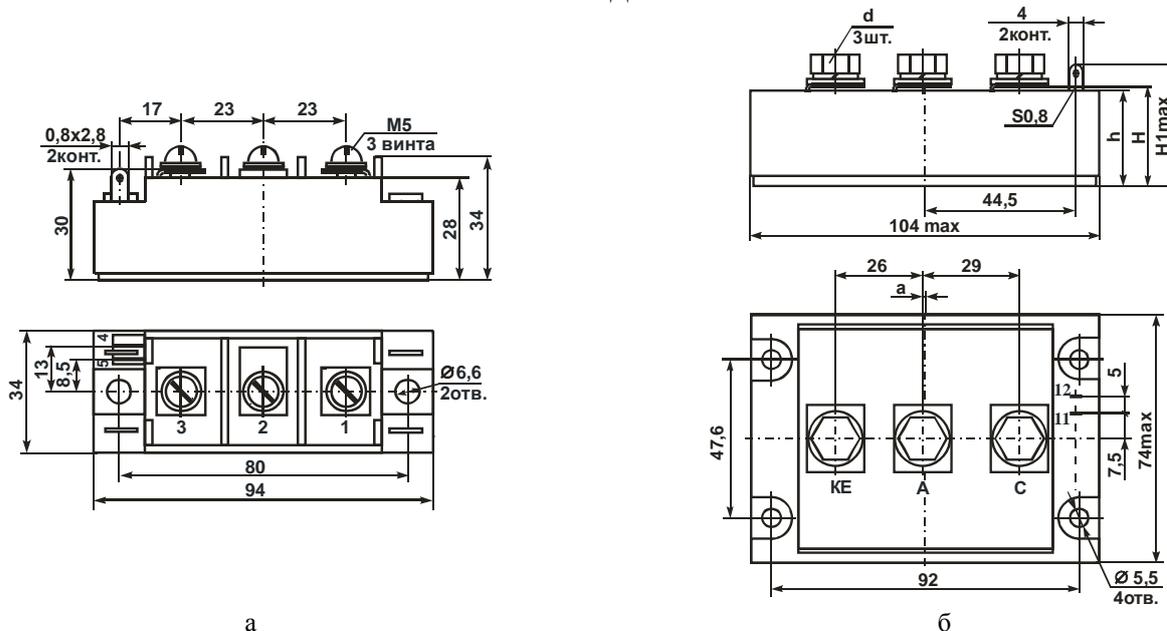
## M11-50-12; M11-100-12; M11-150-12; M11-200-12

### ПАСПОРТ

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль транзисторный – последовательно соединенные быстровосстанавливающийся диод и IGBT-модуль (зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом), предназначен для применения в качестве коммутирующих элементов в силовых преобразователях.

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм  
Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры



Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение	Рис.	h, мм	H, мм	H1, мм max	d	a, мм
M11-50-12	1а и 2а	-	-	-	-	-
M11-100-12	1а и 2а	-	-	-	-	-
M11-150-12	1а и 2б	27	29	-	Винт М6	3,5
M11-200-12	1а и 2б	29	31	-	Болт М8	1

#### 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25$  °С)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Предельные характеристики</b>					
Максимальный постоянный ток коллектора ( $T_c=25$ °С), А	$I_{Cmax}$	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер транзистора, В	$V_{ce}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение катод-анод диода, В	$V_{KA}$	1200	1200	1200	1200

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Напряжение затвор-коллектор, В	V <sub>cgr</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, Tc=80 °C), А	I <sub>cm</sub>	100	200	300	400
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	100	200	300	400
Температура перехода, °C	T <sub>j</sub> *	-60÷150	-60÷150	-60÷150	-60÷150
Тепловое сопротивление кристалл транзистора - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjc</sub>	0,36	0,27	0,18	0,09
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjco</sub>	0,70	0,54	0,36	0,18
Рассеиваемая мощность (IGBT Ths = 25 °C), Вт	P <sub>tot</sub>	156	310	465	625
Энергия при включении, мДж	E <sub>on</sub>	4,5	9,0	13,5	18,0
Энергия при выключении, мДж	E <sub>off</sub>	6,3	12,5	19	25,0
Сопротивление кристалл – выводы эмиттер, коллектор модуля, мОм	R <sub>CC+EE</sub>	1,2	1,2	1,2	1,2
Паразитная индуктивность модуля, нГн	L <sub>sDC</sub>	20	20	20	20
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	2500	2500	2500	2500
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge(th)</sub>	≥4,5 ≤ 6,5	≥4,5 ≤ 6,5	≥4,5 ≤ 6,5	≥4,5 ≤ 6,5
Ток утечки затвора (не более), нА	I <sub>ges</sub>	±500	±500	±500	±500
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типовое), В при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>ce(on)</sub>	2,4	2,4	2,4	2,4
Ток утечки коллектора, не более (типовое), mA T <sub>j</sub> =125°C	I <sub>ces</sub>	≤15,0	≤15,0	≤15,0	≤15,0
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типовая), нФ	C <sub>ies</sub>	3,75	7,50	11,25	15,00
Выходная емкость (типовая), нФ	C <sub>oes</sub>	0,33	0,65	1,00	1,30
Проходная емкость (типовая), нФ	C <sub>res</sub>	0,23	0,46	0,69	0,92
Время задержки включения (не более), нс	td(on)	150	150	150	150
Время нарастания (не более), нс	tr	80	80	80	80
Время задержки выключения (не более), нс	td(off)	700	700	700	700
Время спада (не более), нс	tf	60	60	60	60
Заряд затвора (типовой), нКл	Q <sub>g</sub>	375	750	1125	1500
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения (типовое) не более, В при T <sub>j</sub> = 25°C при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>FM</sub>	2,3 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3
Ток обратного восстановления (не более), А	I <sub>rrm</sub>	53	105	155	210
Время восстановления (типовое), мкс	trr	0,15	0,15	0,15	0,15
Заряд обратного восстановления (типовой), мкКл при T <sub>j</sub> = 125°C	Q <sub>rr</sub>	7,5	15	22,5	30,0

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

2.2 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.3 Гамма процентная наработка (Гγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости (Тсγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отопляемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.4 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом (4±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М5 с крутящим моментом  $(2 \pm 0,15)$  Н·м, или М6 с крутящим моментом  $(2,5 \pm 0,15)$  Н·м, или болтов М8 с крутящим моментом  $(3,2 \pm 0,15)$  Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод эмиттера) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаяк выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(235 \pm 5)$  °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 2) и температуре перехода  $T_j$  не более  $(70 \div 80)\%$  от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 4(12) и 5(11) должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 4.

Таблица 4 – 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)

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### 5 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 ТРАНЗИСТОРНЫЙ

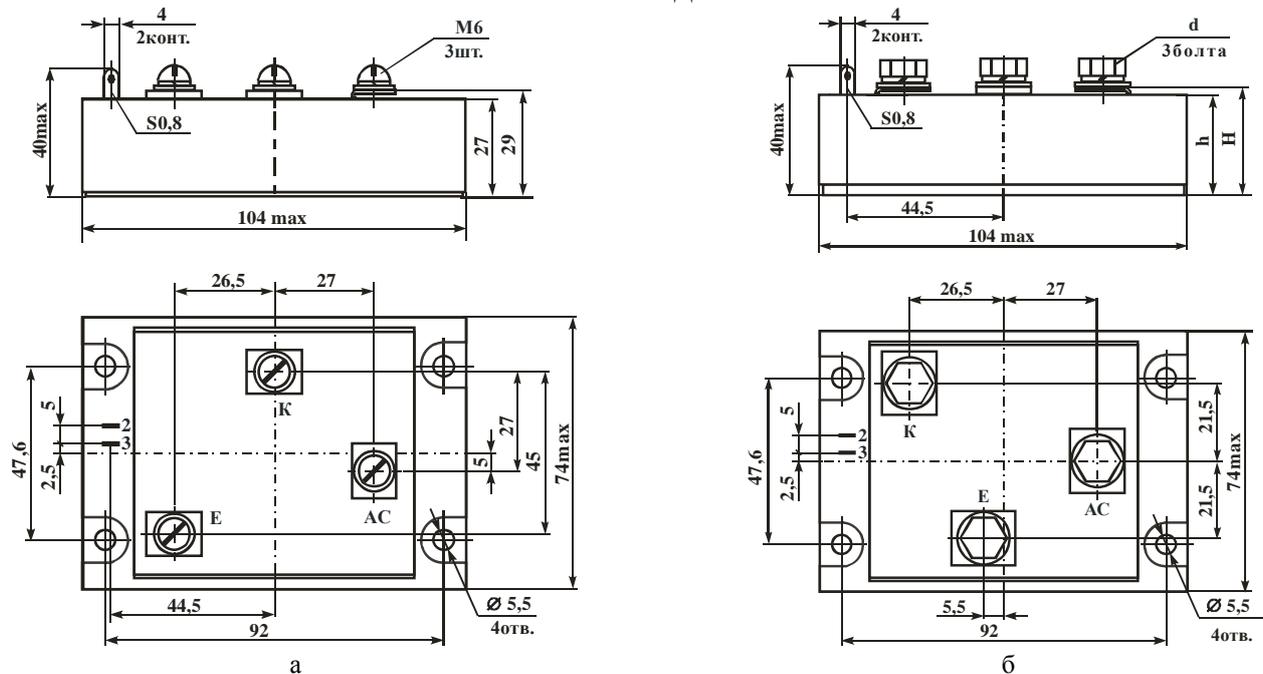
## M10-50-12-01; M10-100-12-01; M10-150-12-01; M10-200-12-01

### ПАСПОРТ

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль транзисторный – последовательно соединенные IGBT-модуль, зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом, и быстровосстанавливающийся диод предназначен для применения в качестве коммутирующих элементов в силовых преобразователях.

#### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм

Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры

Таблица 1 – Таблица габаритных чертежей

Обозначение	Рис.	d	h, мм	H, мм	Масса, кг, не более
M10-50-12-01	1а	-	-	-	0,5
M10-100-12-01	1а	-	-	-	
M10-150-12-01	1б	Винт М6	27	29	
M10-200-12-01	1б	Болт М8	29	31	

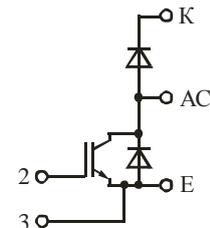


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

#### 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25^\circ\text{C}$ )

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	$V_{ge(th)}$	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6
Ток утечки затвора (не более), нА	$I_{ges}$	$\pm 100$	$\pm 100$	$\pm 100$	$\pm 100$
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типичное), В при $T_j=125^\circ\text{C}$	$V_{ce(on)}$	2,5	2,5	2,5	2,5
Ток утечки коллектора (типичной), мА $T_j=125^\circ\text{C}$	$I_{ces}$	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типичная), нФ	$C_{ies}$	4,3	8,6	12,9	17,2
Выходная емкость (типичная), нФ	$C_{oes}$	0,40	0,79	1,19	1,58
Проходная емкость (типичная), пФ	$C_{res}$	160	320	480	640
Время задержки включения (не более), нс	$t_{d(on)}$	94	94	94	94

## Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Время нарастания ( не более), нс	tr	45	45	45	45
Время задержки выключения ( не более), нс	td(off)	400	400	400	400
Время спада ( не более), нс	tf	58	58	58	58
Энергия при включении, не более, мДж	Eon	4870	9740	14610	19480
Энергия при выключении, мДж	Eoff	5450	10900	16350	21800
Заряд затвора (типовой), нКл	Qg	340	680	1020	1360
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения ( типовое) не более, В при Tj= 25°C при Tj=125°C	V <sub>FM</sub>	1,93	1,93	1,93	1,93
		2,13	2,13	2,13	2,13
Ток обратного восстановления (типовой), А	I <sub>rr</sub>	50	100	150	200
Время восстановления ( типовое), нс	trr	180	180	180	180

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Максимальный постоянный ток коллектора (T <sub>c</sub> =25 °C), не более, А	I <sub>Cmax</sub>	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер, не более, В	V <sub>ce</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, не более, В	V <sub>cg</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение катод-анод диода, В	V <sub>KA</sub>	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, не более, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, T <sub>c</sub> =80 °C), А	I <sub>cm</sub>	180	360	540	720
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	180	360	540	720
Температура перехода, °C	T <sub>j</sub> *	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150
Тепловое сопротивление переход - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjc</sub>	0,22	0,16	0,10	0,08
Рассеиваемая мощность (IGBT T <sub>hs</sub> = 25 °C), не более, Вт	P <sub>D</sub>	625	1041	1875	2500
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	4000	4000	4000	4000
* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах					

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка (Гγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости (Тсγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отопляемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом (4±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М6 с крутящим моментом  $(2,5 \pm 0,15)$  Н·м или болтов М8 с крутящим моментом  $(3,2 \pm 0,15)$  Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод истока) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаяек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(235 \pm 5)$  °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более  $(70 \div 80)\%$  от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

### **Внимание! При транспортировке и хранении выводы 4 и 5 должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5, климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 5 – 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 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

### **4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

### **5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

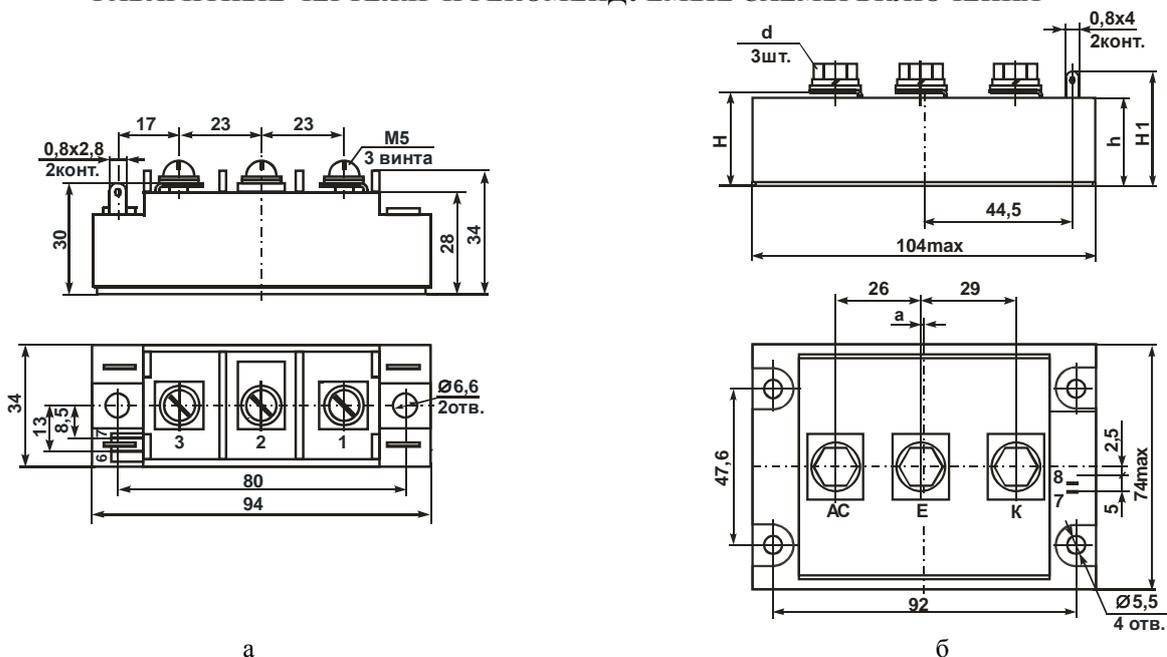
### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ**

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.

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль транзисторный – последовательно соединенные IGBT-модуль (зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом) и быстровосстанавливающийся диод, предназначен для применения в качестве коммутирующих элементов в силовых преобразователях.

### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм  
Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры

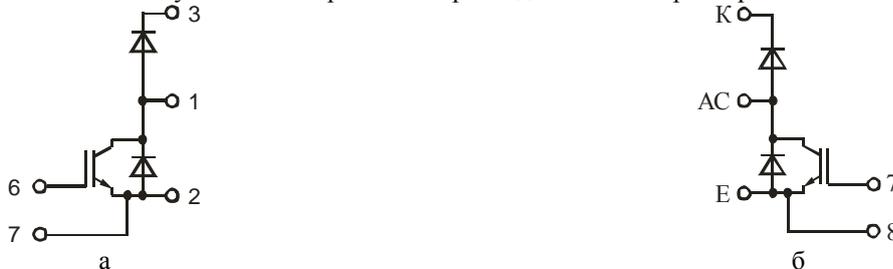


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

Таблица 1 – Таблица исполнений габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение	Рис.	d	H, мм	H, мм	H1, мм max	a, мм
M10-50-12	1а и 2а	-	-	-	-	-
M10-100-12	1а и 2а	-	-	-	-	-
M10-150-12	1б и 2б	Винт М6	27	29	36	1
M10-200-12	1б и 2б	Болт М8	29	31	38	3

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при  $T = 25$  °C)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
<b>Предельные характеристики</b>					
Максимальный постоянный ток коллектора ( $T_c=25$ °C), А	$I_{Cmax}$	50	100	150	200
Напряжение коллектор-эмиттер транзистора, В	$V_{ce}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение катод-анод диода, В	$V_{KA}$	1200	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, В	$V_{cgr}$	1200	1200	1200	1200

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение			
		50А	100А	150А	200А
Напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, Tc=80 °C), В	I <sub>cm</sub>	100	200	300	400
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	100	200	300	400
Температура перехода, °C	T <sub>j</sub> *	-60÷150	-60÷150	-60÷150	-60÷150
Тепловое сопротивление кристалл транзистора - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjc</sub>	0,36	0,27	0,18	0,09
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjco</sub>	0,70	0,54	0,36	0,18
Рассеиваемая мощность (IGBT Ths = 25 °C), Вт	P <sub>tot</sub>	156	310	465	625
Энергия при включении, мДж	E <sub>on</sub>	4,5	9,0	13,5	18,0
Энергия при выключении, мДж	E <sub>off</sub>	6,3	12,5	19	25,0
Сопротивление кристалл – выводы эмиттер, коллектор модуля, мОм	R <sub>CC+EE</sub>	1,2	1,2	1,2	1,2
Паразитная индуктивность модуля, нГн	L <sub>sDC</sub>	20	20	20	20
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	2500	2500	2500	2500
<b>Статические характеристики</b>					
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge(th)</sub>	≥4,5 ≤6,5	≥4,5 ≤6,5	≥4,5 ≤6,5	≥4,5 ≤6,5
Ток утечки затвора (не более), нА	I <sub>ges</sub>	±500	±500	±500	±500
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типовое), В при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>ce(on)</sub>	2,4	2,4	2,4	2,4
Ток утечки коллектора, не более (типовое), mA T <sub>j</sub> =125°C	I <sub>ces</sub>	≤15,0	≤15,0	≤15,0	≤15,0
<b>Динамические характеристики</b>					
Входная емкость (типовая), нФ	C <sub>ies</sub>	3,75	7,50	11,25	15,00
Выходная емкость (типовая), нФ	C <sub>oes</sub>	0,33	0,65	1,00	1,30
Проходная емкость (типовая), нФ	C <sub>res</sub>	0,23	0,46	0,69	0,92
Время задержки включения (не более), нс	td(on)	150	150	150	150
Время нарастания (не более), нс	tr	80	80	80	80
Время задержки выключения (не более), нс	td(off)	700	700	700	700
Время спада (не более), нс	tf	60	60	60	60
Заряд затвора (типовой), нКл	Q <sub>g</sub>	375	750	1125	1500
<b>Характеристики обратного диода</b>					
Прямое падение напряжения (типовое) не более, В при T <sub>j</sub> = 25°C	V <sub>FM</sub>	2,3	2,3	2,3	2,3
при T <sub>j</sub> =125°C		2,3	2,3	2,3	2,3
Ток обратного восстановления (не более), А	I <sub>rrm</sub>	53	105	155	210
Время восстановления (типовое), мкс	trr	0,15	0,15	0,15	0,15
Заряд обратного восстановления (типовой), мКл при T <sub>j</sub> = 125°C	Q <sub>rr</sub>	7,5	15	22,5	30,0
* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах					

2.2 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.3 Гамма процентная наработка (Гγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости (Гсγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отопляемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.4 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом (4±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М5 с крутящим моментом ( $2 \pm 0,15$ ) Н·м, или винтов М6 с крутящим моментом ( $2,5 \pm 0,15$ ) Н·м, или болтов М8 с крутящим моментом ( $3,2 \pm 0,15$ ) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод эмиттера) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаяк выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше ( $235 \pm 5$ ) °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 2) и температуре перехода  $T_j$  не более (70÷80)% от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

#### **Внимание! При транспортировке и хранении выводы 6(7) и 7(8) должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 4.

Таблица 4 – 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)

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### **4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

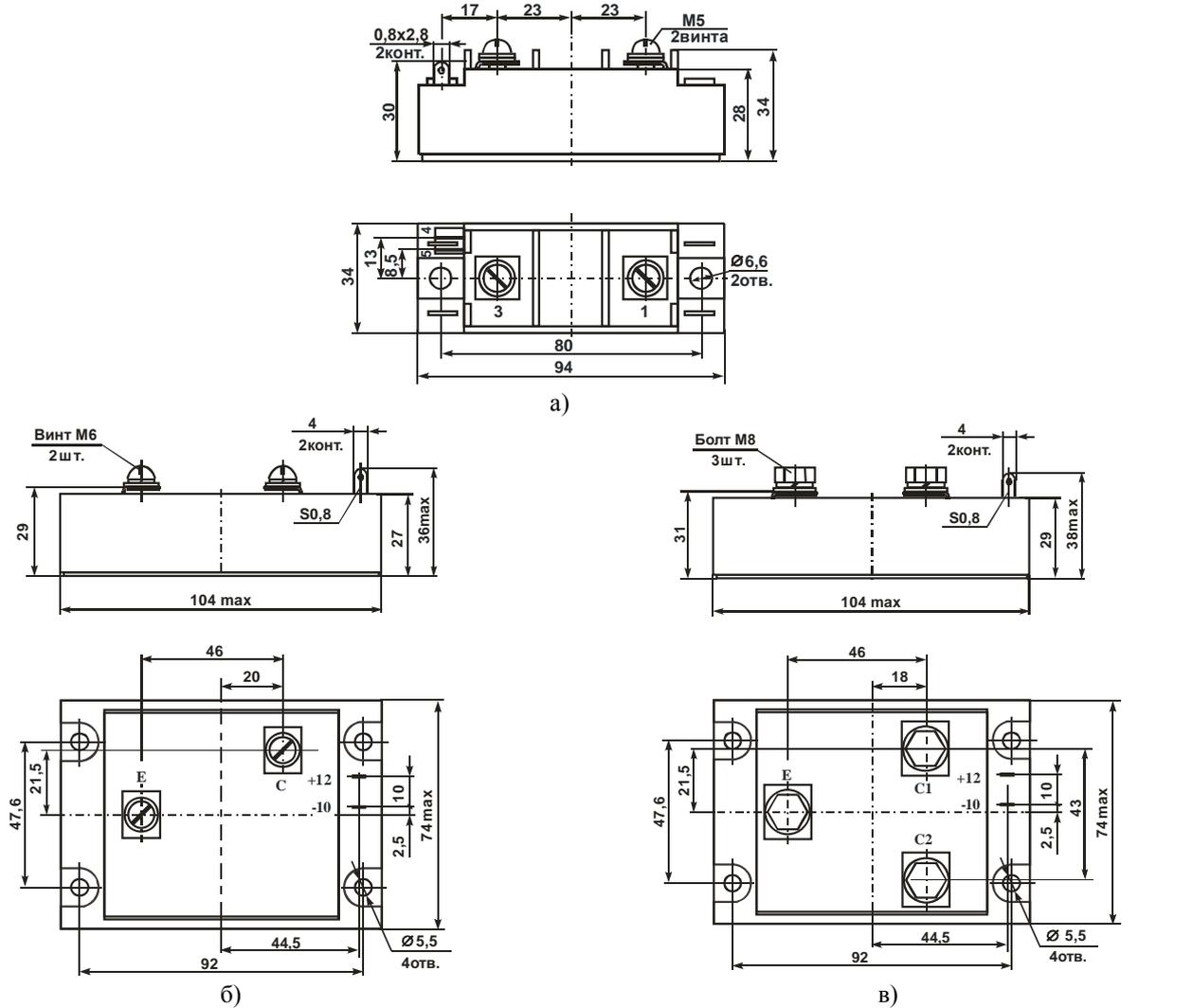
## **5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

## **6 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.

## ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



Неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров  $\pm 0,5$  мм  
Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры модуля

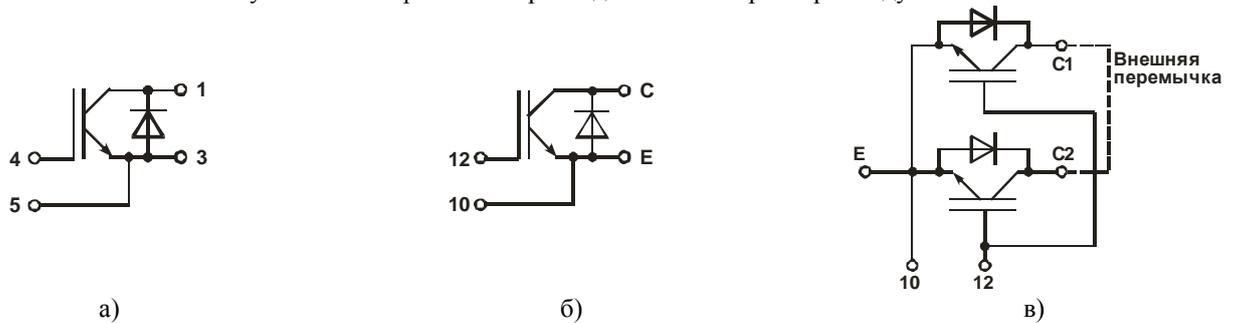


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

Таблица 1 – Таблица габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение модуля	Рис.	Масса, кг, не более
M9-50-12-01	1а, 2а	0,2
M9-100-12-01	1б, 2б	0,5
M9-200-12-01	1в, 2в	

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при T = 25 °C)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		50А	100А	200А
<b>Статические характеристики</b>				
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge(th)</sub>	4 ÷ 6	4 ÷ 6	4 ÷ 6
Ток утечки затвора (не более), нА	I <sub>ges</sub>	±100	±100	±100
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типовое), В при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>ce(on)</sub>	2,5	2,5	2,5
Ток утечки коллектора (типовой), мА T <sub>j</sub> =125°C	I <sub>ces</sub>	0,5	0,5	0,5
<b>Динамические характеристики</b>				
Входная емкость (типовая), нФ	C <sub>ies</sub>	4,3	8,6	17,2
Выходная емкость (типовая), нФ	C <sub>oes</sub>	0,40	0,79	1,58
Проходная емкость (типовая), нФ	C <sub>res</sub>	160	320	640
Время задержки включения (не более), нс	td(on)	94	94	94
Время нарастания (не более), нс	tr	45	45	45
Время задержки выключения (не более), нс	td(off)	400	400	400
Время спада (не более), нс	tf	58	58	58
Энергия при включении, не более, мДж	E <sub>on</sub>	4870	9740	19480
Энергия при выключении, мДж	E <sub>off</sub>	5450	10900	21800
Заряд затвора (типовой), нКл	Q <sub>g</sub>	340	680	1360
<b>Характеристики обратного диода</b>				
Прямое падение напряжения (типовое) не более, В при T <sub>j</sub> = 25°C	V <sub>FM</sub>	1,93	1,93	1,93
при T <sub>j</sub> =125°C		2,13	2,13	2,13
Ток обратного восстановления (типовой), А	I <sub>rr</sub>	50	100	200
Время восстановления (типовое), нс	trr	180	180	180

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение		
		50А	100А	200А
Максимальный постоянный ток коллектора (T <sub>c</sub> =25 °C), не более, А	I <sub>Cmax</sub>	50	100	200
Напряжение коллектор-эмиттер, не более, В	V <sub>ce</sub>	1200	1200	1200
Напряжение затвор-коллектор, не более, В	V <sub>cgr</sub>	1200	1200	1200
Напряжение затвор-эмиттер, не более, В	V <sub>ge</sub>	±20	±20	±20
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, T <sub>c</sub> =80 °C), А	I <sub>cm</sub>	180	360	720
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	180	360	720
Температура перехода, °C	T <sub>j</sub> *	-60÷+150	-60÷+150	-60÷+150
Тепловое сопротивление переход - основание, не более, °C/Вт	R <sub>thjc</sub>	0,22	0,16	0,08
Рассеиваемая мощность (IGBT Ths = 25 °C), не более, Вт	P <sub>D</sub>	476	952	1904
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	4000	4000	4000

\* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Гамма процентная наработка (Гγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации должна быть не менее 50 000 ч в пределах срока службы.

Гамма процентный срок сохраняемости (Тсγ) модуля при γ=95% в типовом режиме эксплуатации при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемого хранилища, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру, должен быть не менее 25 лет.

2.5 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

## 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом (4±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М6 с крутящим моментом  $(2,5 \pm 0,15)$  Н·м, или М5 с крутящим моментом  $(2,0 \pm 0,15)$  Н·м или болтов М8 с крутящим моментом  $(3,2 \pm 0,15)$  Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод эмиттера) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм.

Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(235 \pm 5)$  °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока коллектора  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 3) и температуре перехода  $T_j$  не более  $(70 \div 80)\%$  от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 4(10) и 5(12) должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – 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)

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации

Место для штампа ОТК

#### 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

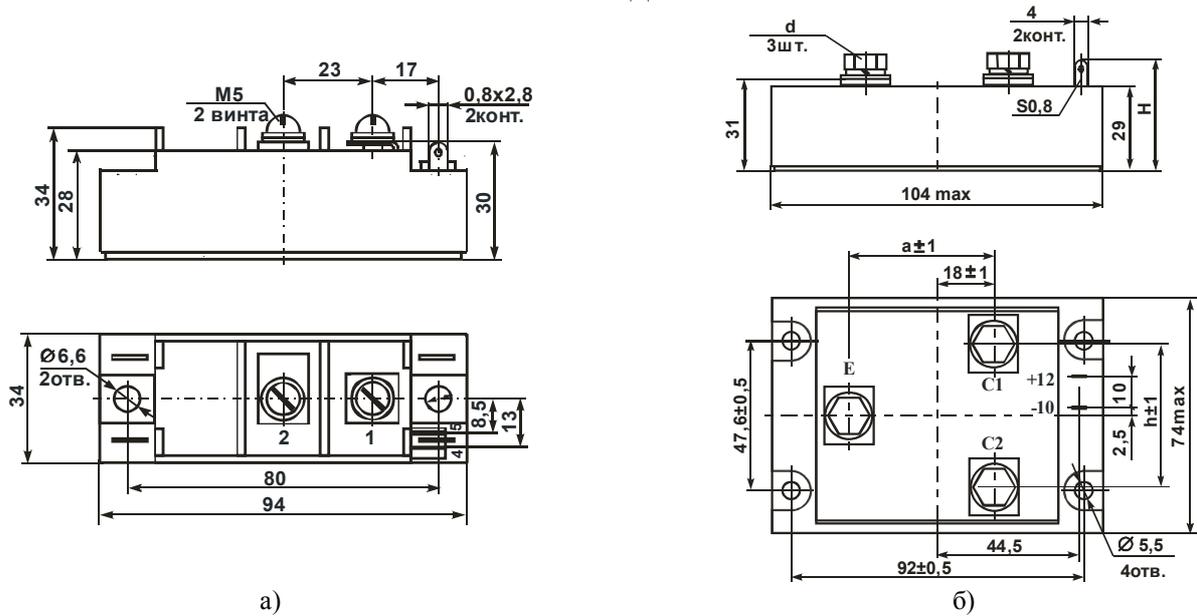
Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами,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

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

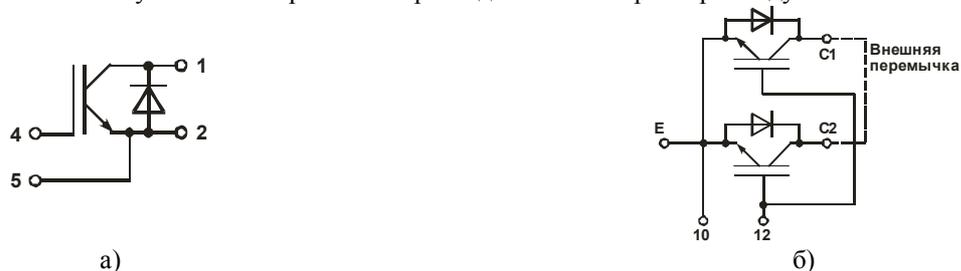
Модуль одиночного IGBT ключа типа М9 (далее – модуль) предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения.

Предприятие – изготовитель: АО «Электрум АВ»

### ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ



а) б)  
Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры модуля



а) б)  
Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

Таблица 1 – Таблица габаритных чертежей и схем соединения

Обозначение модуля	Рис.	h, мм	H, мм	a, мм	d	Масса, кг, не более
М9-50-12	1а, 2а	-	-	-	-	0,2
М9-100-12	1а, 2а	-	-	-	-	
М9-200-12	1б, 2б	45	36,5max	46	Болт М8	0,5
М9-300-12	1б, 2б	45	36,5max	46	Болт М8	
М9-400-12	1б, 2б	43	39±1	44	Болт М10	

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры при поставке (при T = 25 °C)

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение				
		50А	100А	200А	300А	400А
<b>Статические характеристики</b>						
Пороговое напряжение затвор-эмиттер, В	V <sub>ge(th)</sub>	≥4,5 ≤ 6,5				
Ток утечки затвора (не более), нА	I <sub>ges</sub>	±500				
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер (типовое), В при T <sub>j</sub> =125°C	V <sub>ce (on)</sub>	2,4				
Ток утечки коллектора, не более (типовое), mA T <sub>j</sub> =125°C	I <sub>ces</sub>	≤15,0				

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение				
		50А	100А	200А	300А	400А
<b>Динамические характеристики</b>						
Входная емкость (типовая), нФ	Cies	3,75	7,50	15,00	22,50	30,00
Выходная емкость (типовая), нФ	Coes	0,33	0,65	1,30	1,95	2,6
Проходная емкость (типовая), нФ	Cres	0,23	0,46	0,92	1,28	1,84
Время задержки включения (не более), нс	td(on)	150				200
Время нарастания (не более), нс	tr	80				200
Время задержки выключения (не более), нс	td(off)	700				700
Время спада (не более), нс	tf	60				70
Заряд затвора (типовой), нКл	Qg	375	750	1500	2250	3000
<b>Характеристики обратного диода</b>						
Прямое падение напряжения (типовое) не более, В при Tj= 25°C при Tj=125°C	V <sub>FM</sub>	2,3				2,3
		2,3				2,7
Ток обратного восстановления (не более), А	Irrm	53	105	210	315	420
Время восстановления (типовое), мкс	trr	0,15				
Заряд обратного восстановления (типовой), мкКл при Tj= 125°C	Qrr	7,5	15	30,0	45,0	60,0
* Модуль рассчитан на работу в аппаратуре с применением охладителя, поддерживающего температуру перехода в заданных пределах						

2.2 Значение предельно-допустимых и предельных электрических режимов эксплуатации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельно-допустимые и предельные электрические режимы эксплуатации

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	Значение				
		50А	100А	200А	300А	400А
<b>Предельные характеристики</b>						
Номинальный постоянный ток коллектора (Tc=25 °C), А	Ic	50	100	200	300	400
Напряжение коллектор-эмиттер, В	Vce	1200				
Напряжение затвор-коллектор, В	Vcgr	1200				
Напряжение затвор-эмиттер, В	Vge	±20				
Импульсный ток коллектора, не более, (tr=1 мс, Tc=80 °C), В	Icm	100	200	400	600	800
Импульсный ток при индуктивной нагрузке, А	I <sub>LM</sub>	100	200	400	600	800
Температура перехода, °C	Tj*	-60÷150				
Тепловое сопротивление кристалл транзистора - основание, не более, °C/Вт	Rthjc	0,36	0,27	0,09	0,05	0,045
Тепловое сопротивление кристалл диода - основание, не более, °C/Вт	Rthjco	0,70	0,54	0,18	0,1	0,09
Рассеиваемая мощность (IGBT Ths = 25 °C), Вт	Ptot	156	310	625	936	1250
Энергия при включении, мДж	Eon	4,5	9,0	18,0	27,0	36
Энергия при выключении, мДж	Eoff	6,3	12,5	25,0	37,8	50,0
Сопротивление кристалл – выводы эмиттер, коллектор модуля, мОм	R <sub>CC+EE</sub>	1,2				
Паразитная индуктивность модуля, нГн	LsDC	20				
Электрическая прочность изоляции между основанием и выводами, В	Visol	2500				

2.3 Допустимое значение электростатического потенциала не более 500 В.

2.4 Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов

Содержание цветных металлов в модуле:

меди – 205 г.

латуни – 18 г.

### 3 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 с крутящим моментом (3,0±0,5) Н·м, или М6, с крутящим моментом (4,0±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.

3.2 Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость Ra 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.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М5 с крутящим моментом  $(2,0 \pm 0,15)$  Н·м, или М6, с крутящим моментом  $(2,5 \pm 0,15)$  Н·м, или болтов М8 с крутящим моментом  $(5 \pm 0,5)$  Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

3.7 Несиловые выводы модуля (затвор и управляющий вывод эмиттера) предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаяек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 2,5 мм. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше  $(235 \pm 5)$  °С. Продолжительность пайки не более 3 с.

3.8 В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

3.9 Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении тока коллектора не более 80% от максимально допустимого постоянного тока стока  $I_{Cmax}$  (см. таблицу 2) и температуре перехода  $T_j$  не более (70÷80)% от максимальной.

3.10 Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

3.11 При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества и перенапряжений в цепи затвора (при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор).

**Внимание! При транспортировке и хранении выводы 4(10) и 5(12) должны быть соединены.**

3.12 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 5.

Таблица 5 – 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)

3.13 Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 45 - 60
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

#### 4 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль (и) \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.) соответствует(ют) указанным параметрам и техническим требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ и признан(ы) годным(и) для эксплуатации  
Место для штампа ОТК

#### 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям АЛЕИ.435744.031 ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, установленных в ТУ.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

#### 6 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.

## По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

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

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

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

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