

## МОДУЛИ ТИРИСТОРНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ

**МТТ13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МТТ13/4-1000,  
МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000**

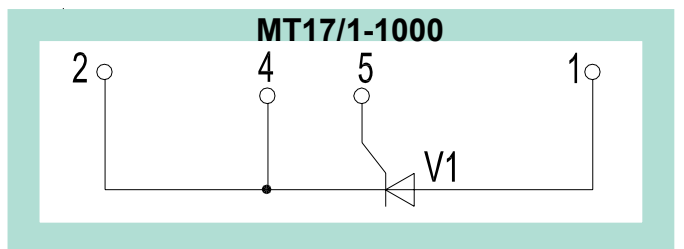
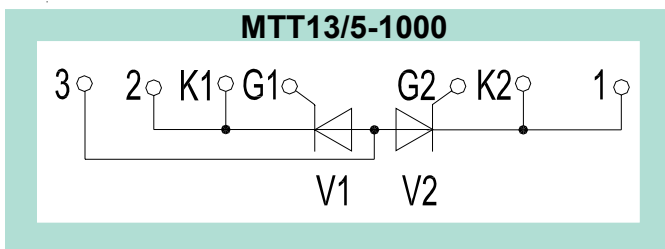
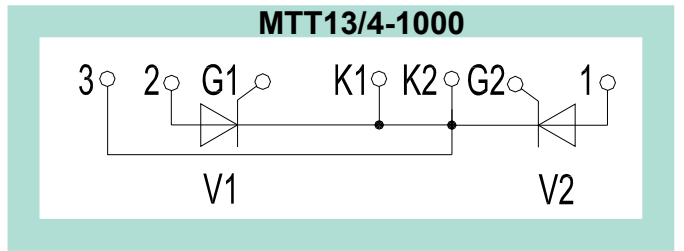
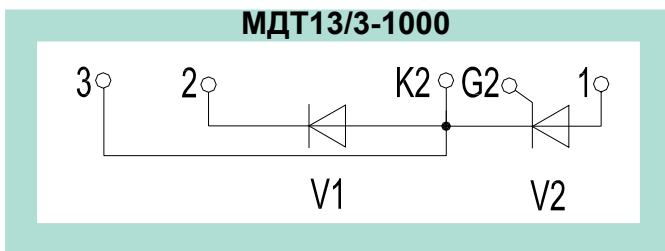
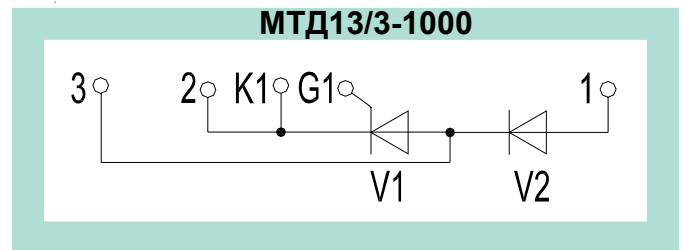
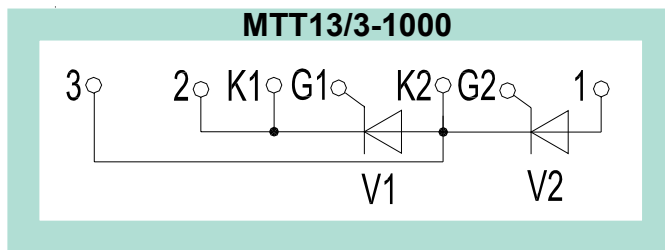
Модули тиристорные и комбинированные (в пластмассовом корпусе с беспотенциальным основанием) состоят из силовых полупроводниковых элементов: тиристоров, диодов, собранных по схемам, указанным ниже.

Модули предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока различных силовых электро-технических установок при частоте до 500 Гц.

Вид климатического исполнения и категория размещения У2.

Электрические и тепловые параметры каждого тиристора в модулях МТТ13 соответственно равны параметрам тиристора в МТ17.

### Схемы внутреннего соединения полупроводниковых элементов модулей



V1 - первый полупроводниковый элемент модуля  
V2 - второй полупроводниковый элемент модуля

Значения крутящего момента, прикладываемого к крепежному винту при монтаже модуля на охладитель, указаны в таблице.

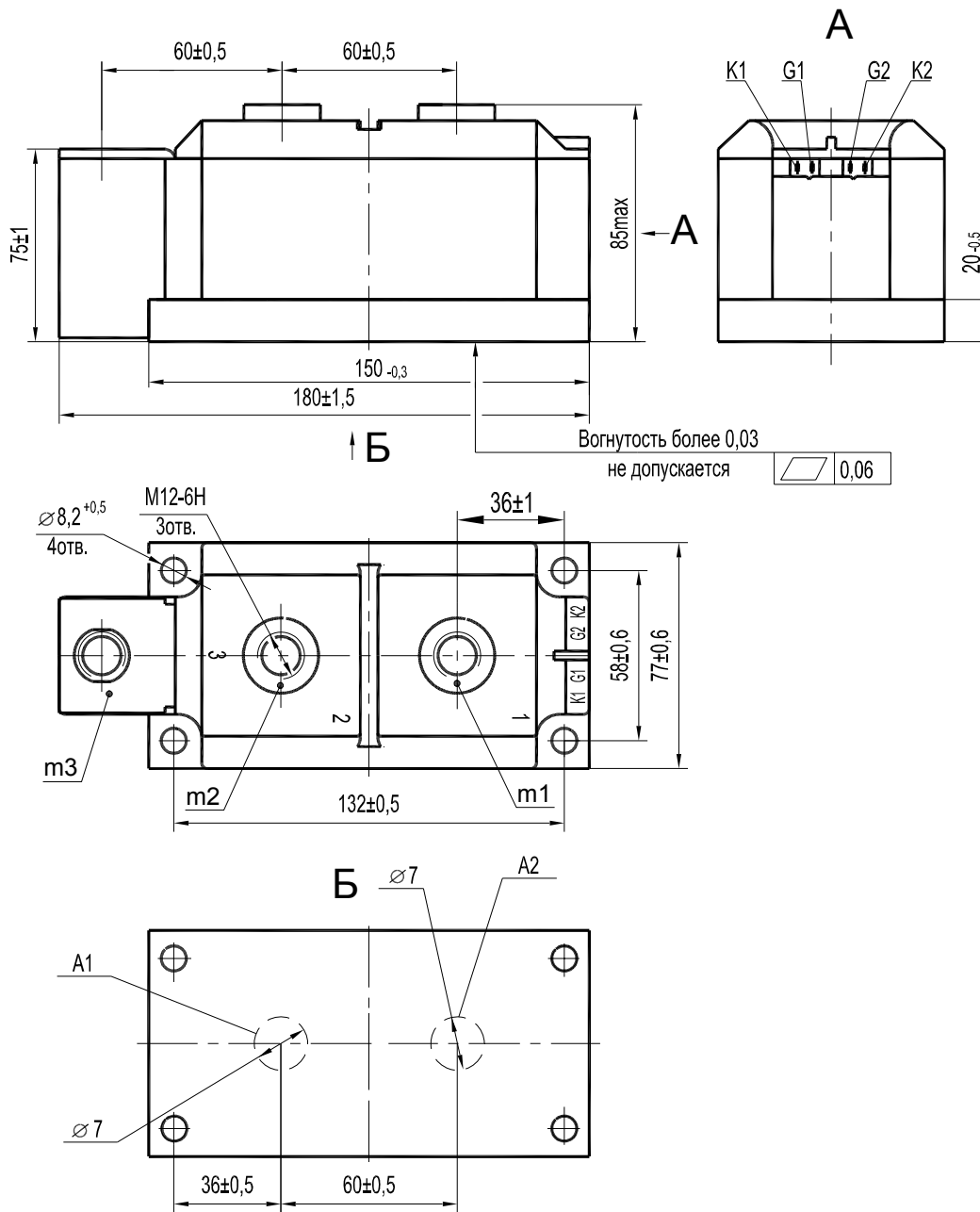
Тип модуля	Тип крепежного винта	Крутящий момент, Нм
МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000	М8	8±0,8
МТ17/1-1000	М6	5±0,5

Крутящий момент, прикладываемый к винту (болту) при подключении основных выводов модулей (12,0±1,2) Нм. Растягивающая сила для управляющих выводов (20±2,0) Н.

**Пример заказа** 100 штук модулей типа МТД13/3-1000 32 класса с критической скоростью нарастания напряжения в закрытом состоянии тиристорного элемента по 7-й группе, с временем выключения по группе Т2, с указанием фактического значения импульсного напряжения в открытом состоянии, импульсного прямого напряжения (например, 1,48/1,4 В):

МТД13/3-1000-32-7Т2 -1,48/1,4 ТУ У 32.1-30077685-029:2007 100 шт.

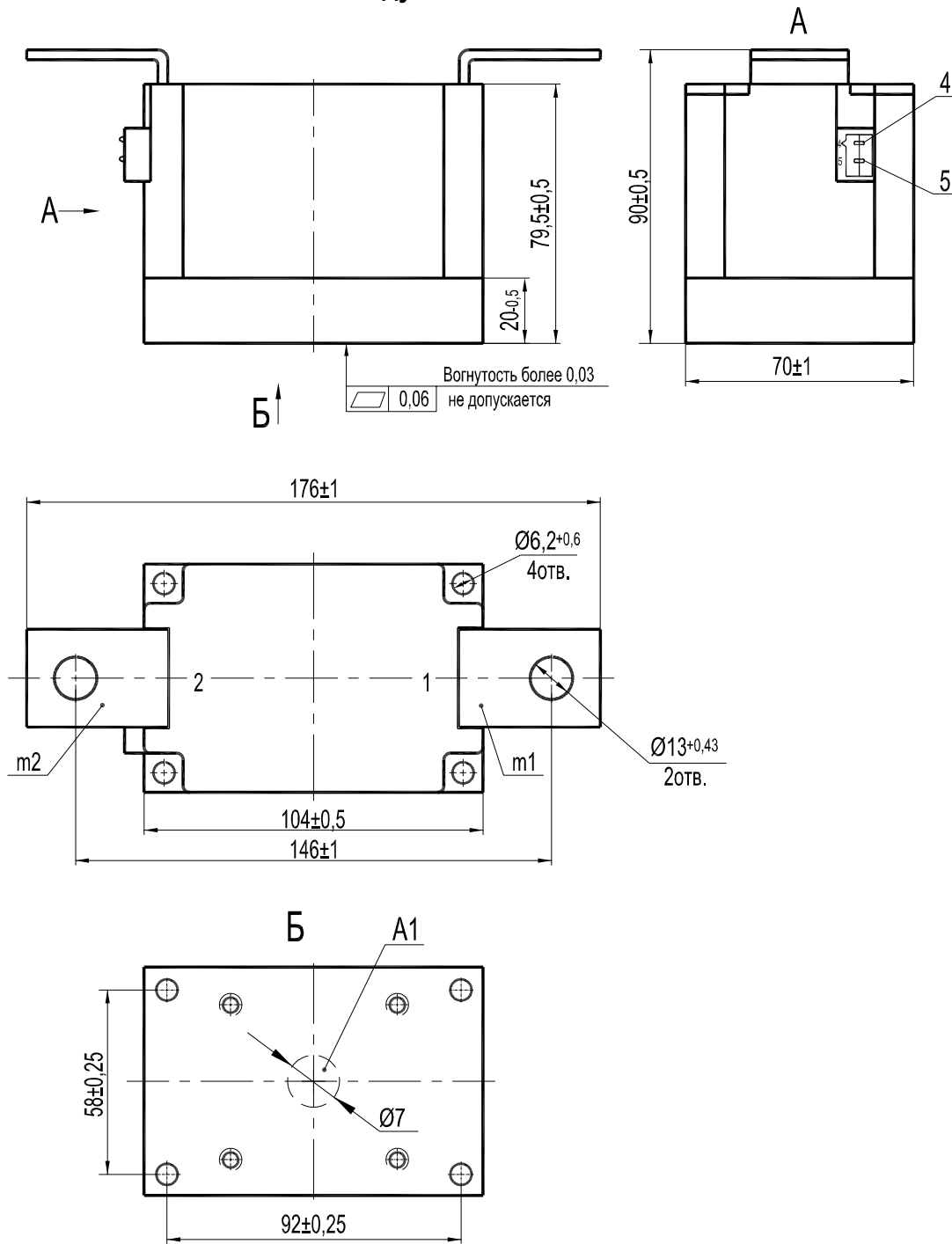
## Габаритно-присоединительные размеры модулей МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000



- A1, A2 - области контроля температуры корпуса модуля;
- m1, m2, m3 - контрольные точки измерения импульсного напряжения в открытом состоянии, импульсного прямого напряжения;
- 1, 2, 3 - основные выводы;
- K1, G1, K2, G2 - управляющие выводы

Масса не более 3,6 кг

Габаритно-присоединительные размеры  
модуля МТ17/1-1000



- A1 - область контроля температуры корпуса модуля;
- m1, m2 - контрольные точки измерения импульсного напряжения в открытом состоянии;
- 1, 2 - основные выводы;
- 4, 5 - управляющие выводы

Масса не более 2,6 кг

Параметры закрытого состояния, обратные параметры

Параметр		Значение параметра	Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	МТТ13/3-1000 МТД13/31000 МДТ13/3-1000 МТТ13/4-1000 МТТ13/5-1000 МТ17/1-1000	
$U_{DRM}$ $U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов: 4 6 8 10	400 600 800 1000	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{jm} = 135\text{ }^\circ\text{C}$ Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, управляющий вывод разомкнут
$U_{DSM}$ $U_{RSM}$	Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов: 4 6 8 10	450 670 900 1100	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{jm} = 135\text{ }^\circ\text{C}$ Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, управляющий вывод разомкнут
$U_{DWM}$ $U_{RWM}$	Рабочее импульсное напряжение в закрытом состоянии и рабочее импульсное обратное напряжение, В	$0,8 U_{DRM}$ $0,8 U_{RRM}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , $T_{jm} = 135\text{ }^\circ\text{C}$ Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс
$U_D$ $U_R$	Постоянное напряжение в закрытом состоянии и постоянное обратное напряжение, В	$0,6 U_{DRM}$ $0,6 U_{RRM}$	$T_c = 85\text{ }^\circ\text{C}$
$\left(\frac{du_D}{dt}\right)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс, не менее, для группы: 4 5 6 7	200 320 500 1000	$T_j = 135\text{ }^\circ\text{C}$ ; $U_{DM} = 0,67U_{DRM}$ ; $t_{u\ min} = 200\text{ мкс}$ Цепь управления разомкнута
$I_{DRM}$ $I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии и повторяющийся импульсный обратный ток, мА, не более	5	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$
		100	$T_{jm} = 135\text{ }^\circ\text{C}$ ; $U_D = U_{DRM}$ ; $U_R = U_{RRM}$ ; Цепь управления разомкнута

Параметры открытого состояния, прямые параметры

Параметр		Значение параметра модуля		Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	МТТ13/3-1000 МТД13/3-1000 МДТ13/3-1000 МТТ13/4-1000 МТТ13/5-1000	МТТ17/1-1000	
I <sub>TAVM</sub> I <sub>FAVM</sub>	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, максимально допустимый средний прямой ток, А	1000		T <sub>c</sub> = 85 °С Импульс тока синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, частотой 50 Гц
	Фактический максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, фактический максимально допустимый средний прямой ток, А	1056		T <sub>c</sub> = 85 °С, T <sub>j</sub> = 135 °С U <sub>T(ТО)</sub> , r <sub>T</sub> при T <sub>j</sub> = 135 °С
I <sub>TRMS</sub> I <sub>FRMS</sub>	Максимально допустимый действующий ток в открытом состоянии, максимально допустимый действующий прямой ток, А	1570		T <sub>c</sub> = 85 °С Импульс тока синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, частотой 50 Гц
I <sub>TSM</sub> I <sub>FSM</sub>	Ударный ток в открытом состоянии, ударный прямой ток, кА	39,6		T <sub>j</sub> = 25 °С
		36		T <sub>jm</sub> = 135 °С Импульс тока синусоидальный однополупериодный одиночный длительностью 10 мс, U <sub>R</sub> = 0, I <sub>G</sub> = I <sub>GT</sub> при T <sub>j</sub> = -40 °С
U <sub>TM</sub> U <sub>FM</sub>	Импульсное напряжение в открытом состоянии, импульсное прямое напряжение, В, не более	1,5		T <sub>j</sub> = 25 °С; I <sub>T</sub> = 3,14I <sub>TAVM</sub> , I <sub>F</sub> = 3,14I <sub>FAVM</sub> Длительность одиночного импульса тока не менее 500 мкс
U <sub>T(ТО)</sub> U <sub>ТО</sub>	Пороговое напряжение в открытом состоянии, пороговое напряжение, В	0,84		T <sub>jm</sub> = 135 °С
r <sub>T</sub>	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, динамическое сопротивление в прямом направлении, мОм	0,11		T <sub>jm</sub> = 135 °С
I <sub>H</sub>	Ток удержания, мА, не более	300		T <sub>j</sub> = 25 °С, U <sub>D</sub> = 12 В Цепь управления разомкнута
I <sub>TAV</sub> I <sub>FAV</sub>	Средний ток в открытом состоянии, средний прямой ток (на элемент) при работе одного модуля с охладителем, А	245	167	T <sub>a</sub> = 40 °С, естественное охлаждение, для МТ17/1-1000 охладитель ОР384-180, для остальных типов модулей – ОР564-300

### Параметры управления

Параметр		Значение параметра МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000	Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения		
U <sub>GT</sub>	Отпирающее постоянное напряжение управления, В, не более	2,5	T <sub>j</sub> = 25 °С; U <sub>D</sub> = 12 В
		3,5	T <sub>jmin</sub> = -40 °С; U <sub>D</sub> = 12 В
I <sub>GT</sub>	Отпирающий постоянный ток управления, мА, не более	250	T <sub>j</sub> = 25 °С; U <sub>D</sub> = 12 В
		350	T <sub>jmin</sub> = -40 °С; U <sub>D</sub> = 12 В
U <sub>GD</sub>	Неотпирающее постоянное напряжение управления, В, не менее	0,25	T <sub>jm</sub> = 135 °С; U <sub>D</sub> = 0,67U <sub>DRM</sub> Напряжение источника управления - постоянное

### Параметры переключения

Параметр		Значение параметра МТТ13/3-1000 МТД13/3-1000 МДТ13/3-1000 МТТ13/4-1000 МТТ13/5-1000 МТ17/1-1000	Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения		
(di <sub>T</sub> /dt) <sub>crit</sub>	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, А/мкс	200	T <sub>jm</sub> = 135 °С, U <sub>D</sub> = 0,67 U <sub>DRM</sub> , I <sub>T</sub> ≥ I <sub>TAVM</sub> Импульс тока синусоидальный однополупериодный частотой 50 Гц
		800	T <sub>jm</sub> = 135 °С, U <sub>D</sub> = 0,67 U <sub>DRM</sub> , I <sub>T</sub> = 2I <sub>TAVM</sub> ÷ 3I <sub>TAVM</sub> Импульс тока синусоидальный однополупериодный частотой 1 Гц. Режим цепи управления: форма - трапецидальная; длительность импульса тока (50±5) мкс; амплитуда - 3I <sub>GT</sub> (при температуре перехода минус (40±3) °С); длительность фронта не более 1 мкс. Внутреннее сопротивление источника управления (5±1) Ом. Время испытаний не менее 2 мин.
t <sub>q</sub>	Время выключения, мкс, не более, для группы: M2 T2	250 160	T <sub>jm</sub> = 135 °С; I <sub>T</sub> = I <sub>TAVM</sub> ; t <sub>i min</sub> = 300 мкс; (di <sub>T</sub> /dt) <sub>f</sub> = 5 А/мкс; U <sub>R</sub> = 100 В; U <sub>D</sub> = 0,67U <sub>DRM</sub> ; t <sub>u min</sub> = 200 мкс; (du <sub>D</sub> /dt) <sub>crit</sub> = 50 В/мкс

### Тепловые параметры

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра модуля</i>		<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>	<i>МТТ13/3-1000 МТД13/3-1000 МДТ13/3-1000 МТТ13/4-1000 МТТ13/5-1000</i>	<i>МТ17/1-1000</i>	
$T_j$	Максимально допустимая температура перехода, °С	135		
$T_{jmin}$	Минимально допустимая температура перехода, °С	минус 40		
$T_{stgm}$	Максимально допустимая температура хранения, °С	40		
$T_{stgmin}$	Минимально допустимая температура хранения, °С	минус 40		
$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление переход-корпус, °С/Вт, не более	0,046	0,042	Постоянный ток
$R_{thch}$	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, °С/Вт, не более	0,032	0,051	
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход-среда (с охладителем), °С/Вт, не более	0,428	0,643	$T_a = 40$ °С, естественное охлаждение, для МТ17/1-1000 охладитель ОР384-180, для остальных типов модулей – ОР564-300

### Параметры термодинамической устойчивости

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>		
$I_{c(crit)}$	Ток термодинамической устойчивости корпуса, кА	6,0	$t_i = 10$ мс
$I_{c(crit)}^2 \cdot t$	Защитный показатель термодинамической устойчивости корпуса, А <sup>2</sup> ·с	$18 \cdot 10^4$	

### Параметры изоляции

<i>Параметр</i>		<i>Класс модуля</i>	<i>Значение параметра МТТ13/3-1000 МДТ13/3-1000 МДТ13/3-1000 МТТ13/4-1000 МТТ13/5-1000 МТТ17/1-1000</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>			
<b>U<sub>isol</sub></b>	Электрическая прочность изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами, В (действующее значение)	4-8	2000	Нормальные климатические условия. Частота испытательного напряжения 50 Гц, время испытания 1 мин.
		10	2500	
		4-10	1500	Повышенная влажность (>80%). Частота испытательного напряжения 50 Гц, время испытания 1 мин.
<b>R<sub>isol</sub></b>	Сопротивление изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами, МОм, не менее	4-10	50	Нормальные климатические условия. Напряжение 1000 В, время испытания 10 с
		4-10	5	Повышенная влажность (>80%). Напряжение 1000 В, время испытания 10 с



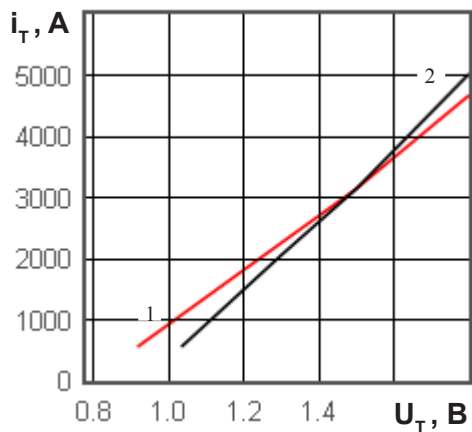
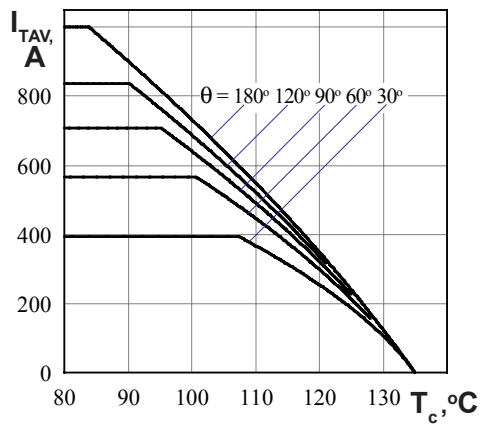
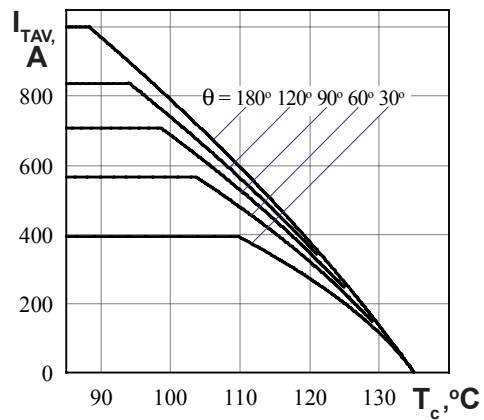


Рисунок 1: Предельные вольтамперные характеристики при максимально допустимой температуре перехода  $T_{jm}$  (1) и температуре  $T_j = 25\text{ °C}$  (2),  $I_T = 3,14I_{T(AV)}$ , для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.



а)



б)

Рисунок 2: Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии синусоидальной формы  $I_{TAV}$  частотой 50 Гц от температуры корпуса  $T_c$  при различных углах проводимости для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000;

б) МТ17/1-1000.

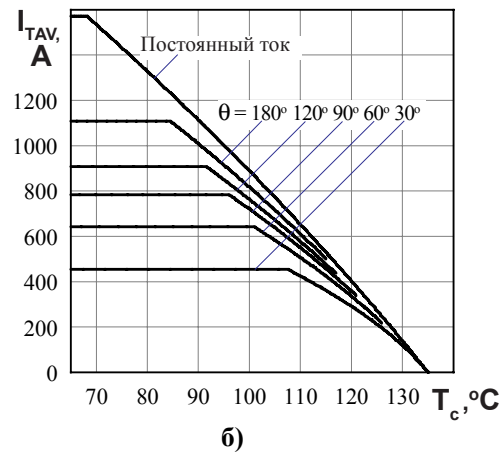
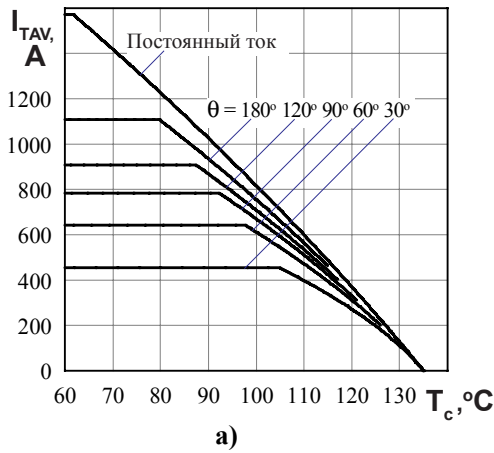


Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока от температуры корпуса  $T_c$  для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000;  
 б) МТ17/1-1000.

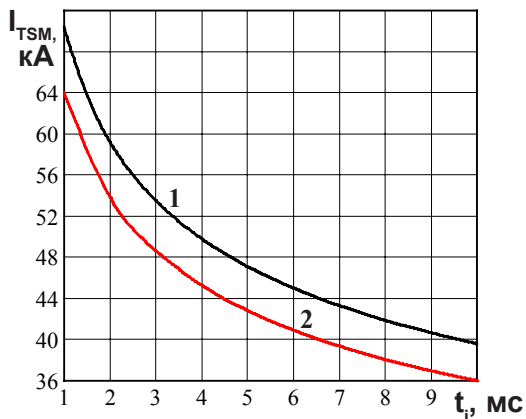


Рисунок 4 - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  от длительности импульса тока  $t_i$  при исходной температуре структуры  $T_j = 25$  °С (1) и максимально допустимой температуре перехода  $T_{jm}$  (2) для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

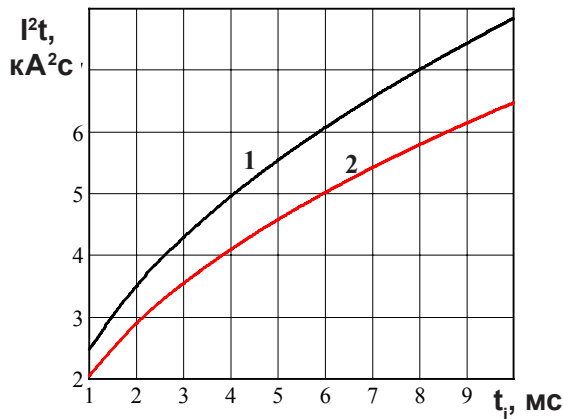


Рисунок 5 - Зависимость защитного показателя  $I^2t$  от длительности импульса тока  $t_i$  при температуре  $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$  (1) и максимально допустимой температуре перехода  $T_{jm}$  (2) для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

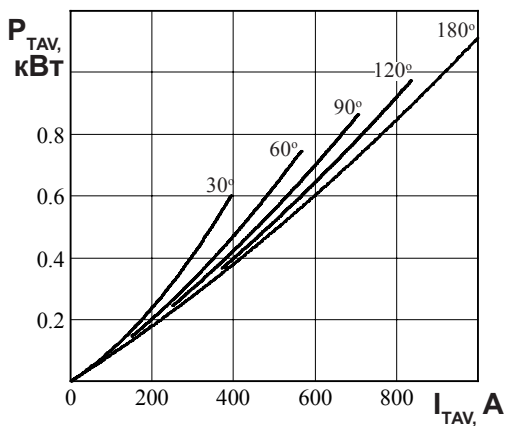


Рисунок 6 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  синусоидальной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

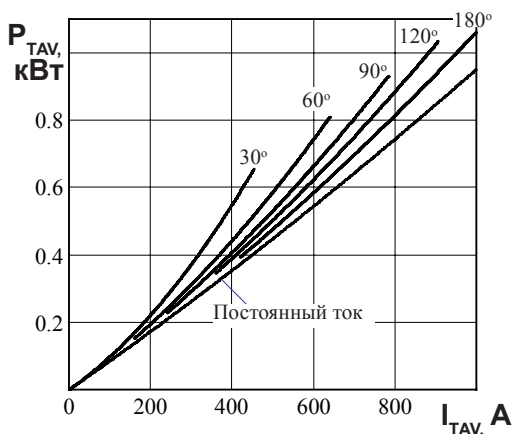


Рисунок 7 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока  $I_{TAV}$  для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

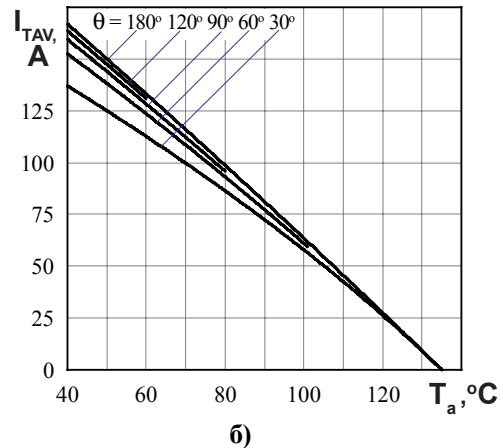
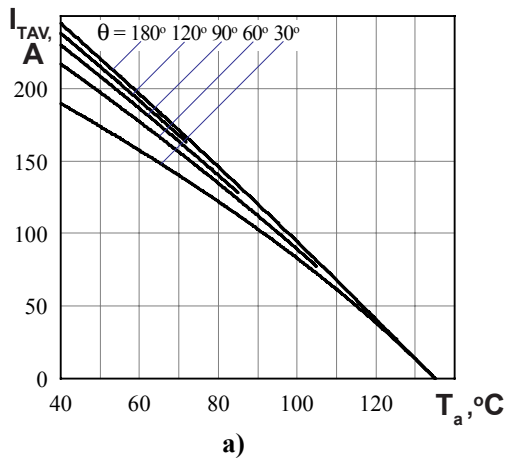


Рисунок 8 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии синусоидальной формы  $I_{TAV}$  частотой 50 Гц при различных углах проводимости от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000 на охладителе ОР564-300;

б) МТ17/1-1000 на охладителе ОР384-180.

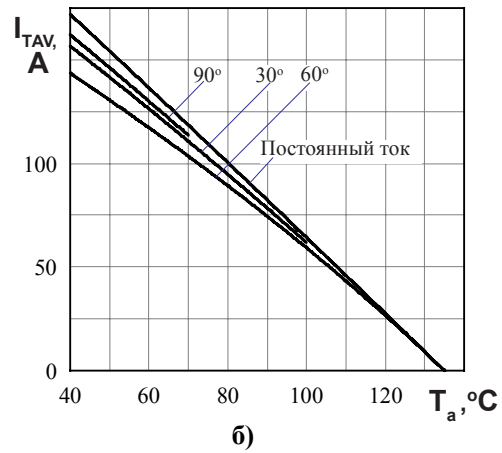
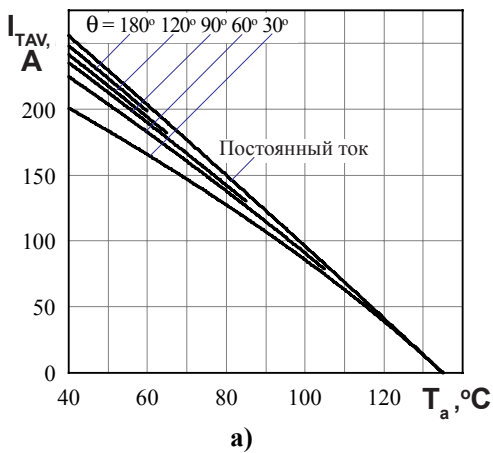


Рисунок 9 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000 на охладителе ОР564-300;

б) МТ17/1-1000 на охладителе ОР384-180.

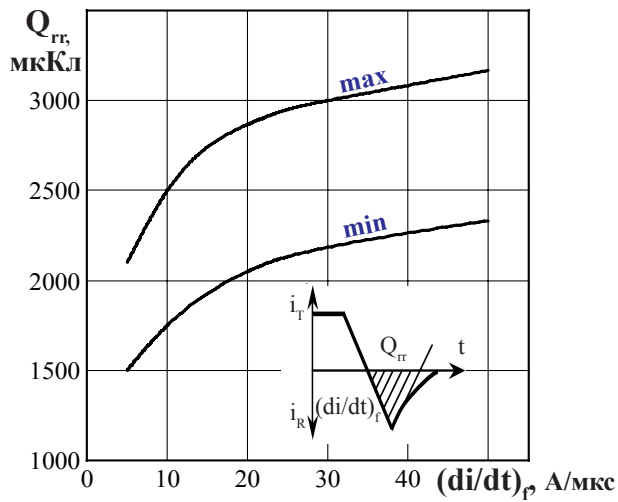


Рисунок 10 - Зависимость заряда восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при  $T_{jm} = 135\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ .

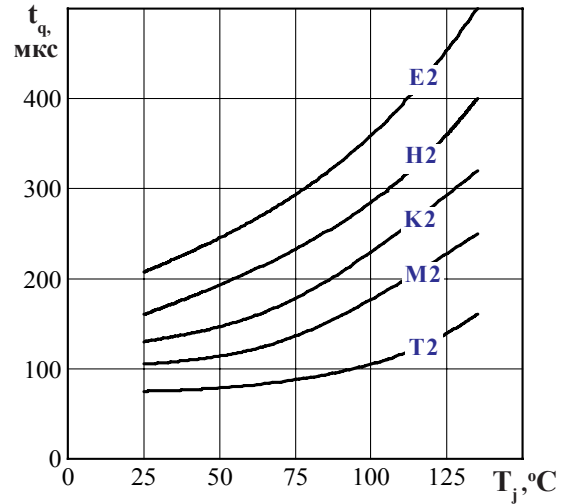
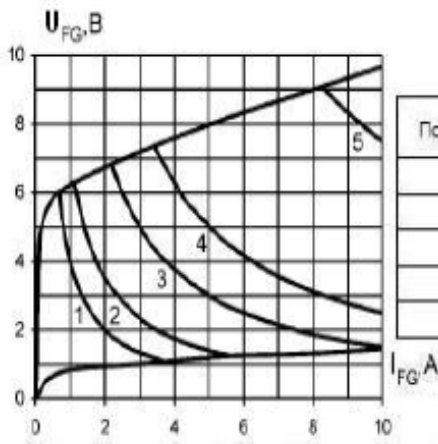
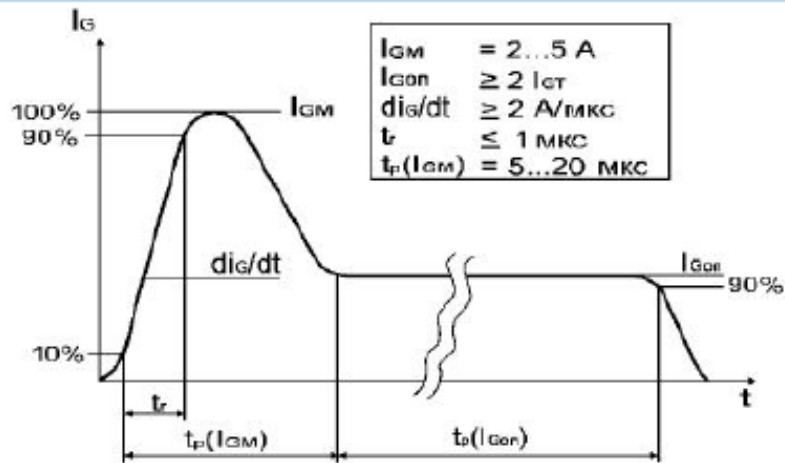


Рисунок 11 - Зависимость времени выключения  $t_q$  от температуры структуры  $T_j$  при  $I_T = I_{TAVM}$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$ ;  $dU_D/dt = 50\text{ В/мкс}$



Позиция на рисунке	Связанность	Длительность импульса тока управления, $t_b$ , мс	Допустимая импульсная мощность управления, $P_{см}$ , Вт
1	1	Постоянный ток	4
2	2	10	7
3	20	1,0	15
4	40	0,5	25
5	200	0,1	75

Рисунок 12: Предельные характеристики цепи управления.



**Рисунок 13:** Рекомендуемая форма импульса управления.  
 $t(I_{Gon})$  - определяется характеристиками тиристора и режимом работы преобразователя.