

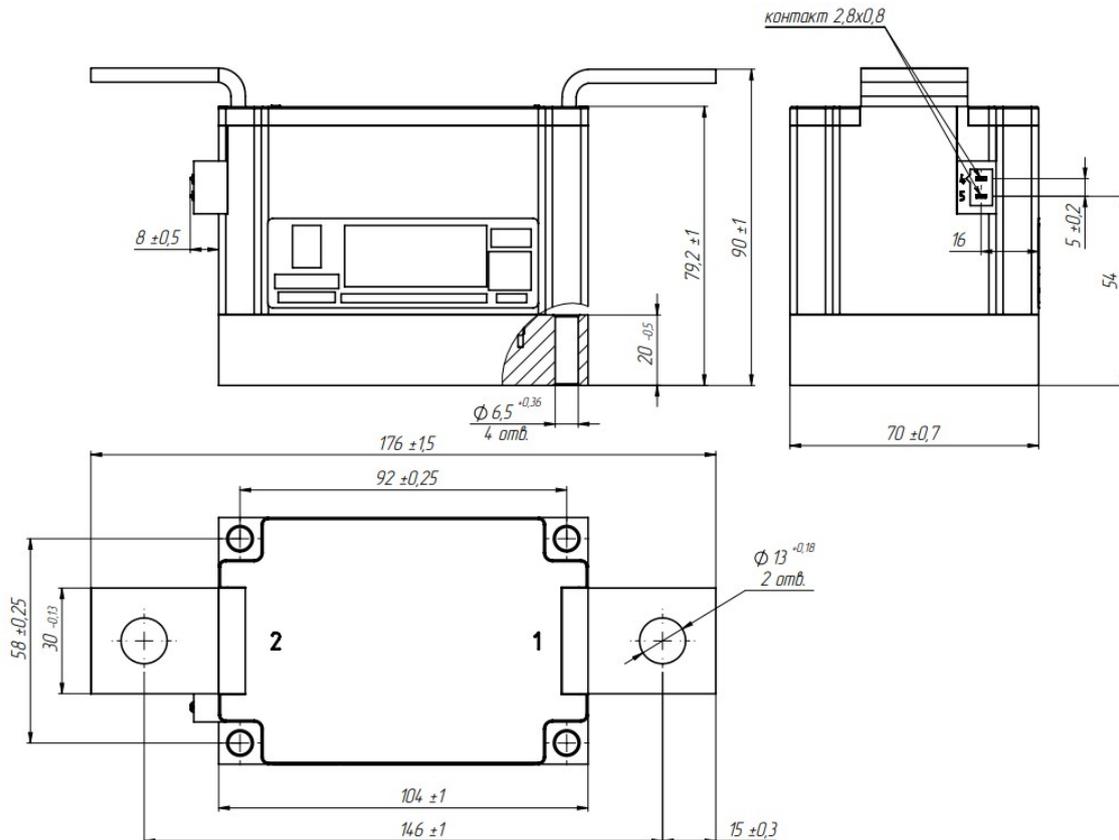
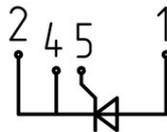


Изолированное основание  
Корпус промышленного стандарта  
Упрощенная механическая конструкция,  
быстрая сборка  
Прижимная конструкция

## Однопозиционный Тиристорный Модуль MT1-500-36-E1M

Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	$I_{TAV}$	500 А		
Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	$U_{DRM}$	3000...3600 В		
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	$U_{RRM}$			
Время выключения	$t_q$	400 мкс		
$U_{DRM}, U_{RRM}, В$	3000	3200	3400	3600
Класс по напряжению	30	32	34	36
$T_j, ^\circ C$	-50...+125			

**MT1**



**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ**

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
<b>Параметры в проводящем состоянии</b>					
$I_{TAV}$	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	A	500 633	$T_c = 96\text{ }^\circ\text{C};$ $T_c = 85\text{ }^\circ\text{C};$ 180 эл. град. синус; 50 Гц	
$I_{TRMS}$	Действующий ток в открытом состоянии	A	785	$T_c = 96\text{ }^\circ\text{C};$ 180 эл. град. синус; 50 Гц	
$I_{TSM}$	Ударный ток в открытом состоянии	кА	22.0 25.0	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс};$ единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В};$ Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}; t_{GP} = 50\text{ мкс};$ $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
			23.0 26.0	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 8.3\text{ мс};$ единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В};$ Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}; t_{GP} = 50\text{ мкс};$ $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
$I^2t$	Защитный показатель	$A^2c \cdot 10^3$	2400 3100	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс};$ единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В};$ Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}; t_{GP} = 50\text{ мкс};$ $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
			2100 2800	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 8.3\text{ мс};$ единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В};$ Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}; t_{GP} = 50\text{ мкс};$ $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
<b>Блокирующие параметры</b>					
$U_{DRM}, U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	B	3000...3600	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max};$ 180 эл. град. синус; 50 Гц; управление разомкнуто	
$U_{DSM}, U_{RSM}$	Неповторяющееся импульсное обратное напряжение и неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	B	3100...3700	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max};$ 180 эл. град. синус; единичный импульс; управление разомкнуто	
$U_D, U_R$	Постоянное обратное и постоянное прямое напряжение	B	$0.6 \cdot U_{DRM}$ $0.6 \cdot U_{RRM}$	$T_j = T_{j\max};$ управление разомкнуто	
<b>Параметры управления</b>					
$I_{FGM}$	Максимальный прямой ток управления	A	8	$T_j = T_{j\max}$	
$U_{RGM}$	Максимальное обратное напряжение управления	B	5		
$P_G$	Максимальная рассеиваемая мощность по управлению	Вт	4	$T_j = T_{j\max}$ для постоянного тока управления	
<b>Параметры переключения</b>					
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ( $f = 1\text{ Hz}$ )	A/мкс	500	$T_j = T_{j\max}; U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}; I_{TM} = 1600\text{ А};$ Импульс управления: $I_G = 2\text{ А};$ $t_{GP} = 50\text{ мкс}; di_G/dt \geq 2\text{ А/мкс}$	
<b>Тепловые параметры</b>					
$T_{stg}$	Температура хранения	$^\circ\text{C}$	-50...+50		
$T_j$	Температура р-п перехода	$^\circ\text{C}$	-50...+125		
$T_{c\text{оп}}$	Рабочая температура корпуса	$^\circ\text{C}$	-50...+125		
<b>Механические параметры</b>					
a	Ускорение	$\text{м/с}^2$	50		

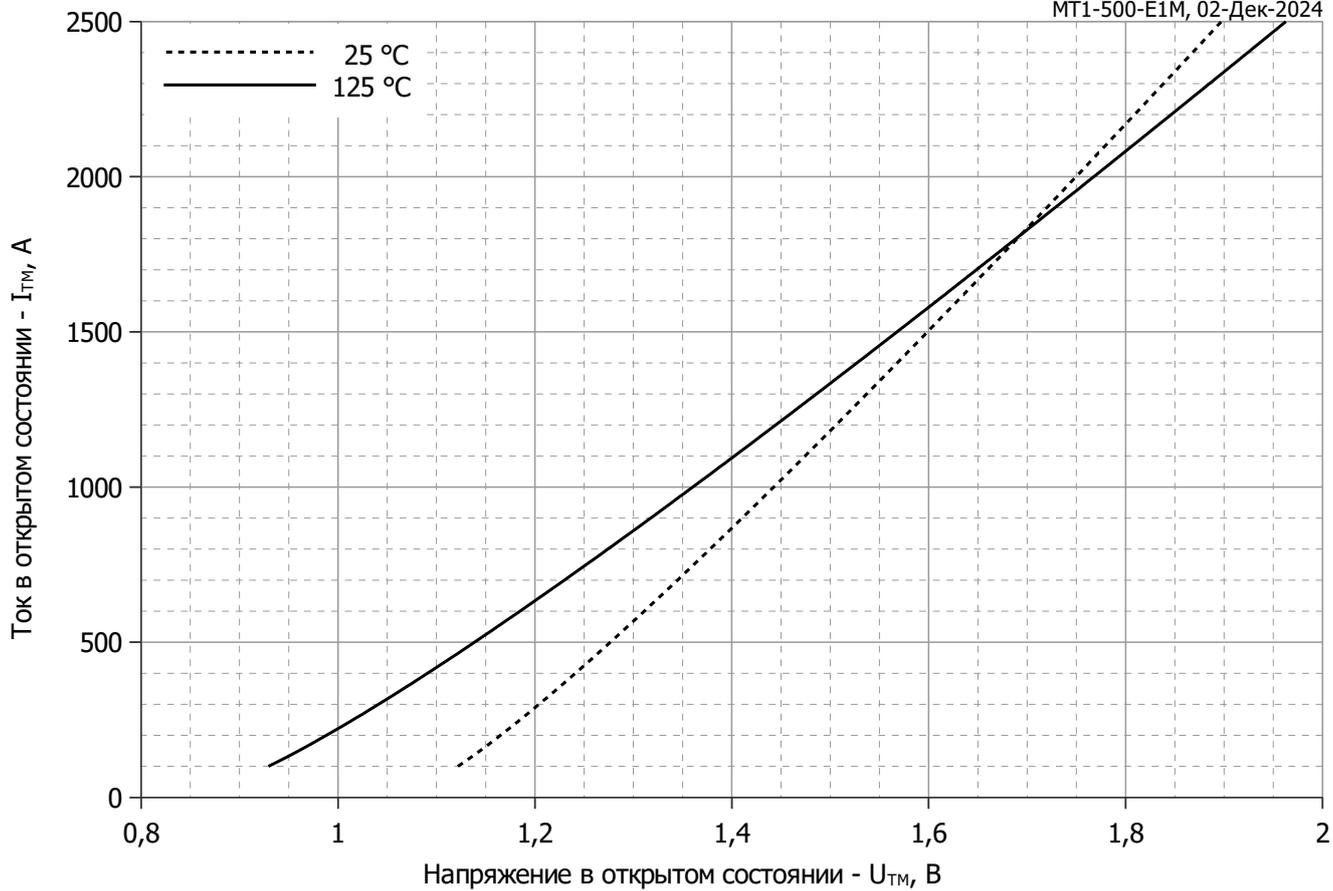
## ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение и наименование характеристики		Ед. изм.	Значение	Условия измерения			
<b>Характеристики в проводящем состоянии</b>							
$U_{TM}$	Импульсное напряжение в открытом состоянии, макс	В	1.90	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; I_{TM}=2500\text{ A}$			
$U_{T(ТО)}$	Пороговое напряжение, макс	В	0.948	$T_j=T_{j\text{ max}};$ $0.5\pi I_{TAV} < I_T < 1.5\pi I_{TAV}$			
$r_T$	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс	МОм	0.407				
$I_L$	Ток включения, макс	мА	1500	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; U_D=12\text{ В};$ Импульс управления: $I_G=2\text{ A};$ $t_{GP}=50\text{ мкс}; di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$			
$I_H$	Ток удержания, макс	мА	300	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C};$ $U_D=12\text{ В};$ управление разомкнуто			
<b>Блокирующие характеристики</b>							
$I_{DRM}, I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный обратный ток и повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, макс	мА	250 4.00	$T_j=T_{j\text{ max}};$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$	$U_D=U_{DRM}; U_R=U_{RRM}$		
$(du_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии <sup>1)</sup> , мин	В/мкс	200, 320, 500, 1000, 1600, 2000, 2500	$T_j=T_{j\text{ max}};$ $U_D=0.67 \cdot U_{DRM};$ управление разомкнуто			
<b>Характеристики управления</b>							
$U_{GT}$	Отпирающее постоянное напряжение управления, макс	В	3.00 2.50 1.50	$T_j=T_{j\text{ min}};$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ $T_j=T_{j\text{ max}}$	$U_D=12\text{ В}; I_D=3\text{ А};$ Постоянный ток управления		
$I_{GT}$	Отпирающий постоянный ток управления, макс	мА	400 250 150	$T_j=T_{j\text{ min}};$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ $T_j=T_{j\text{ max}}$			
$U_{GD}$	Неотпирающее постоянное напряжение управления, мин	В	0.50	$T_j=T_{j\text{ max}};$ $U_D=0.67 \cdot U_{DRM};$			
$I_{GD}$	Неотпирающий постоянный ток управления, мин	мА	70.00	Постоянный ток управления			
<b>Динамические характеристики</b>							
$t_{gd}$	Время задержки, макс	мкс	1.40	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; U_D=1500\text{ В}; I_{TM}=I_{TAV};$ $di/dt=200\text{ А/мкс};$			
$t_{gt}$	Время включения, макс	мкс	6.00	Импульс управления: $I_G=2\text{ А}; U_G=20\text{ В};$ $t_{GP}=50\text{ мкс}; di_G/dt=2\text{ А/мкс}$			
$t_q$	Время выключения <sup>2)</sup> , макс	мкс	400	$du_D/dt=50\text{ В/мкс}; T_j=T_{j\text{ max}}; I_{TM}=I_{TAV};$ $di_R/dt=-10\text{ А/мкс}; U_R=100\text{ В};$ $U_D=0.67 \cdot U_{DRM};$			
$Q_{rr}$	Заряд обратного восстановления, макс	мкКл	3910	$T_j=T_{j\text{ max}}; I_{TM}=I_{TAV};$ $di_R/dt=-5\text{ А/мкс};$ $U_R=100\text{ В}$			
$t_{rr}$	Время обратного восстановления, макс	мкс	61				
$I_{rr}$	Обратный ток восстановления, макс	А	128				
<b>Тепловые характеристики</b>							
$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс			180 эл. град. синус; 50 Гц			
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0400	
$R_{thch}$	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс						
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0100	

Характеристики изоляции					
U <sub>ISOL</sub>	Электрическая прочность изоляции	кВ	7.00	синус; 50 Гц; действующее значение	t=60 с
			8.40		t=1 с
Механические характеристики					
M <sub>1</sub>	Момент затяжки основания (M6) <sup>3)</sup>	Нм	6.00	Допуск ± 15%	
M <sub>2</sub>	Момент затяжки выводов (M12) <sup>3)</sup>	Нм	18.00	Допуск ± 15%	
m	Масса, макс	г	2750		

МАРКИРОВКА										ПРИМЕЧАНИЕ																										
MT	1	-	500	-	36	-	A2	H2	-	E1M	-	Y2																								
1	2		3		4		5	6		7		8	<sup>1)</sup> Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии																							
1. Тиристорный модуль (MT) 2. Схема включения 3. Средний прямой ток, А 4. Класс по напряжению 5. Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии 6. Группа по времени выключения (du <sub>D</sub> /dt=50 В/мкс) 7. Тип корпуса (M.E1M) 8. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1: Y2 <sup>4)</sup>													<table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>P2</th> <th>K2</th> <th>E2</th> <th>A2</th> <th>T1</th> <th>P1</th> <th>M1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(du<sub>D</sub>/dt)<sub>crit</sub>, В/мкс</td> <td>200</td> <td>320</td> <td>500</td> <td>1000</td> <td>1600</td> <td>2000</td> <td>2500</td> </tr> </tbody> </table>								Обозначение группы	P2	K2	E2	A2	T1	P1	M1	(du <sub>D</sub> /dt) <sub>crit</sub> , В/мкс	200	320	500	1000	1600	2000	2500
Обозначение группы	P2	K2	E2	A2	T1	P1	M1																													
(du <sub>D</sub> /dt) <sub>crit</sub> , В/мкс	200	320	500	1000	1600	2000	2500																													
													<sup>2)</sup> Время выключения (du <sub>D</sub> /dt=50 В/мкс)																							
													<table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>H2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t<sub>q</sub>, мкс</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>								Обозначение группы	H2	t <sub>q</sub> , мкс	400												
Обозначение группы	H2																																			
t <sub>q</sub> , мкс	400																																			
													<sup>3)</sup> Резьба должна быть смазана																							
													<sup>4)</sup> Дополнительно: - рабочая температура окружающей среды -50...+60 °С; - верхнее значение высоты над уровнем моря 1700 метров; - устойчивость к воздействию инея и росы.																							

Содержащаяся здесь информация является конфиденциальной и находится под защитой авторских прав. В интересах улучшения качества продукции, АО «Протон-Электротекс» оставляет за собой право изменять информационные листы без уведомления.



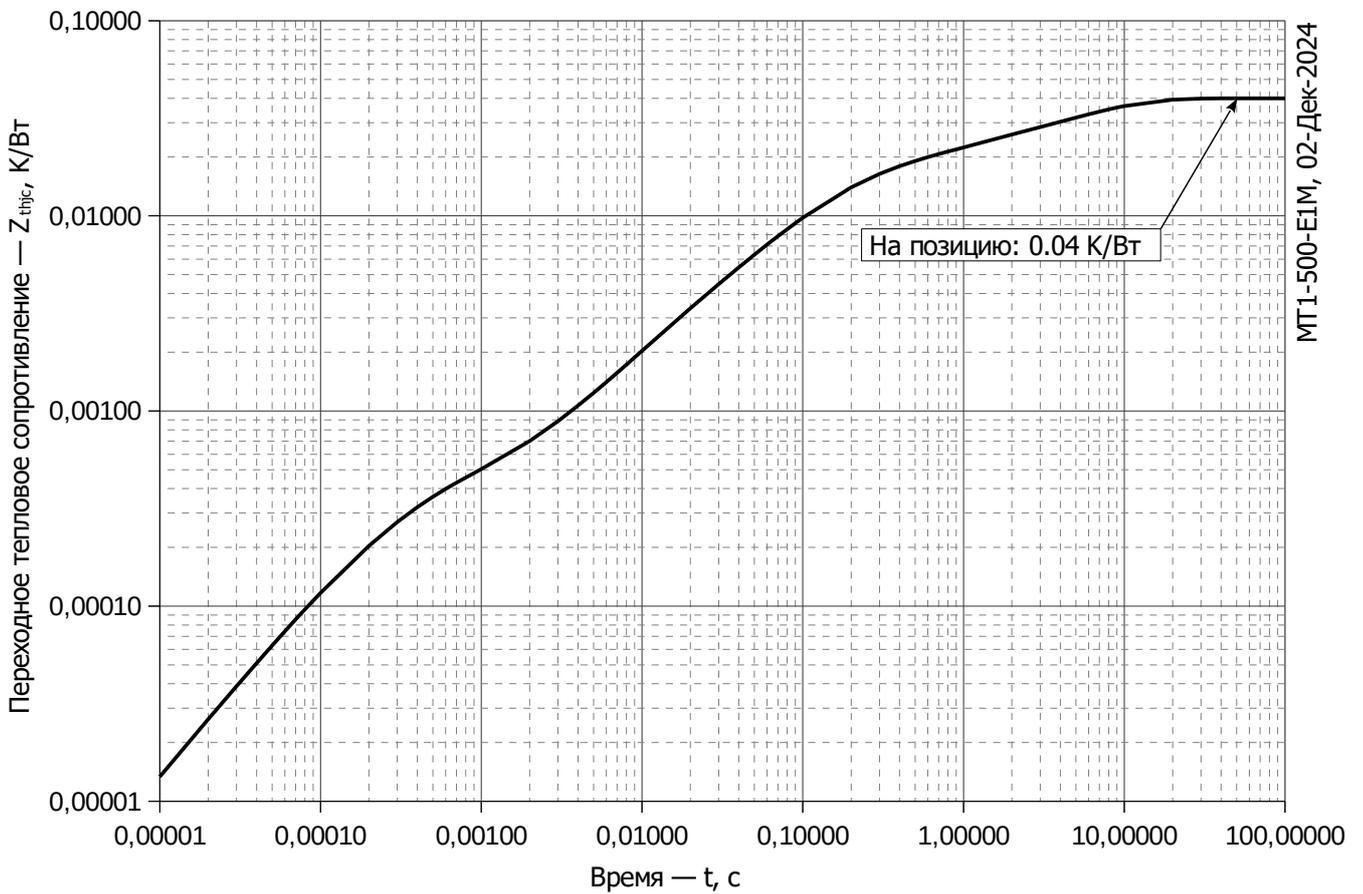
**Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика**

Аналитическая функция предельной вольт — амперной характеристики:

$$V_T = A + B \cdot i_T + C \cdot \ln(i_T + 1) + D \cdot \sqrt{i_T}$$

	Коэффициенты для графика	
	T <sub>j</sub> = 25°C	T <sub>j</sub> = T <sub>j max</sub>
<b>A</b>	1.05696259	0.84040245
<b>B</b>	0.00024516	0.00031722
<b>C</b>	-0.00171409	-0.00282356
<b>D</b>	0.00481685	0.00702867

**Модель предельной вольт – амперной характеристики (см. Рис. 1)**



**Рис. 2 – Зависимость переходного теплового сопротивления  $Z_{thjc}$  от времени  $t$**

Аналитическая зависимость переходного теплового сопротивления переход — корпус:

$$Z_{thjc} = \sum_{i=1}^n R_i \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau_i}} \right)$$

Где  $i = 1$  to  $n$ ,  $n$  – число суммирующихся элементов.

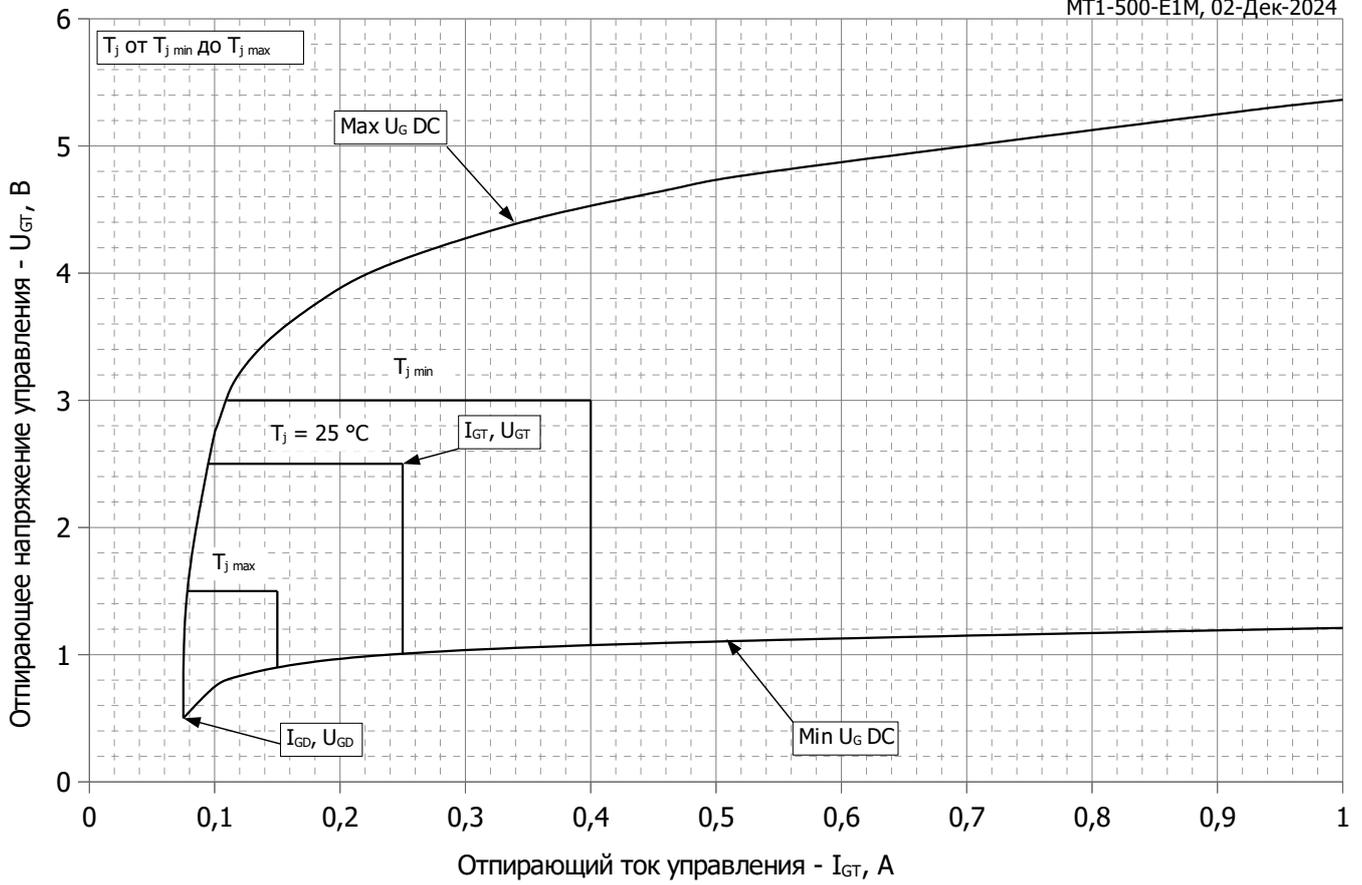
$t$  = продолжительность импульсного нагрева в секундах.

$Z_{thjc}$  = Тепловое сопротивление за время  $t$ .

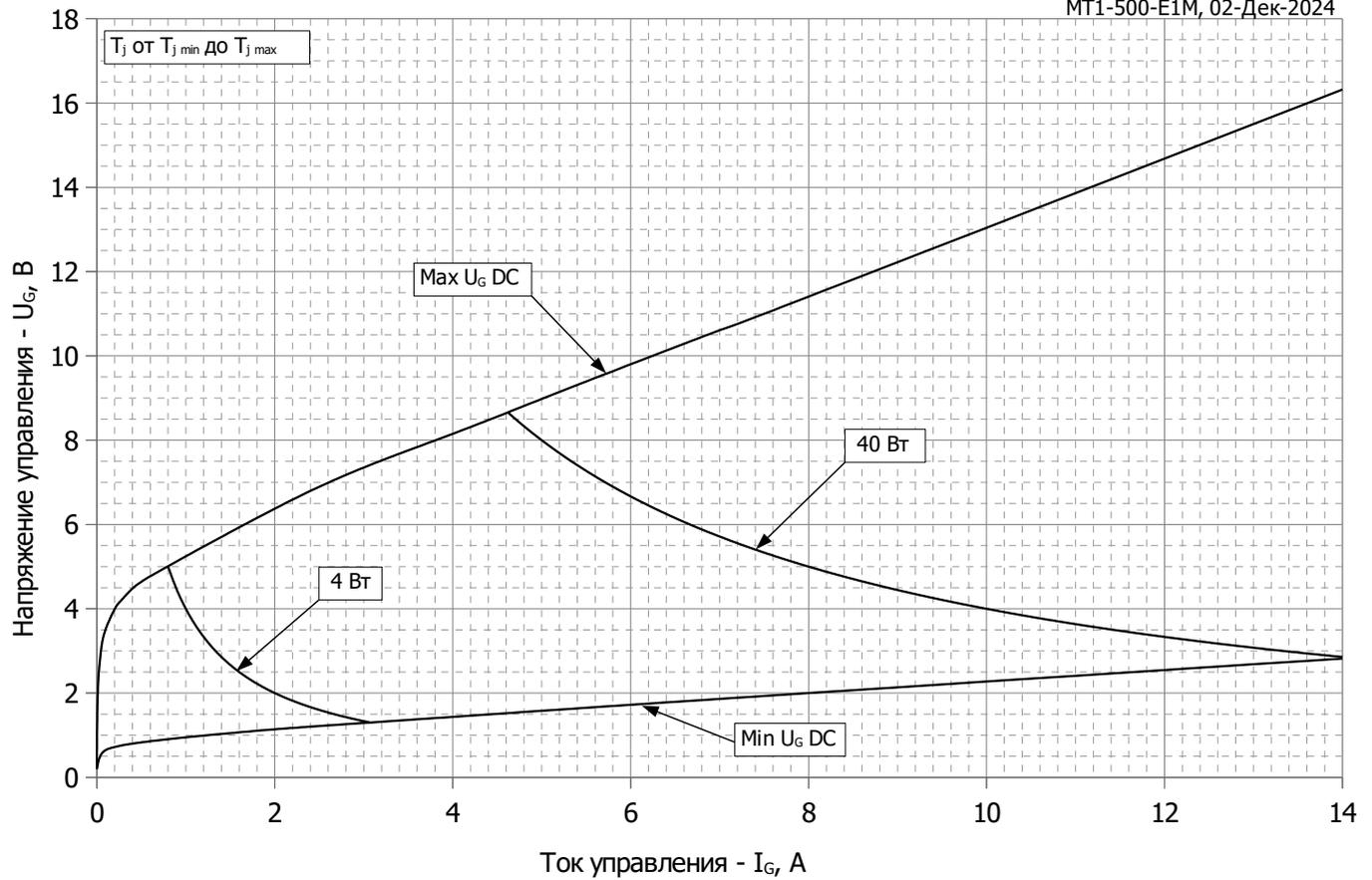
$R_i, \tau_i$  = расчетные коэффициенты, приведенные в таблице.

$i$	1	2	3	4	5	6
$R_i, \text{K/W}$	0.0189958	0.005931	0.009502	0.004252	0.001006	0.0003132
$\tau_i, \text{c}$	5.887	0.7389	0.1616	0.08215	0.01267	0.0002712

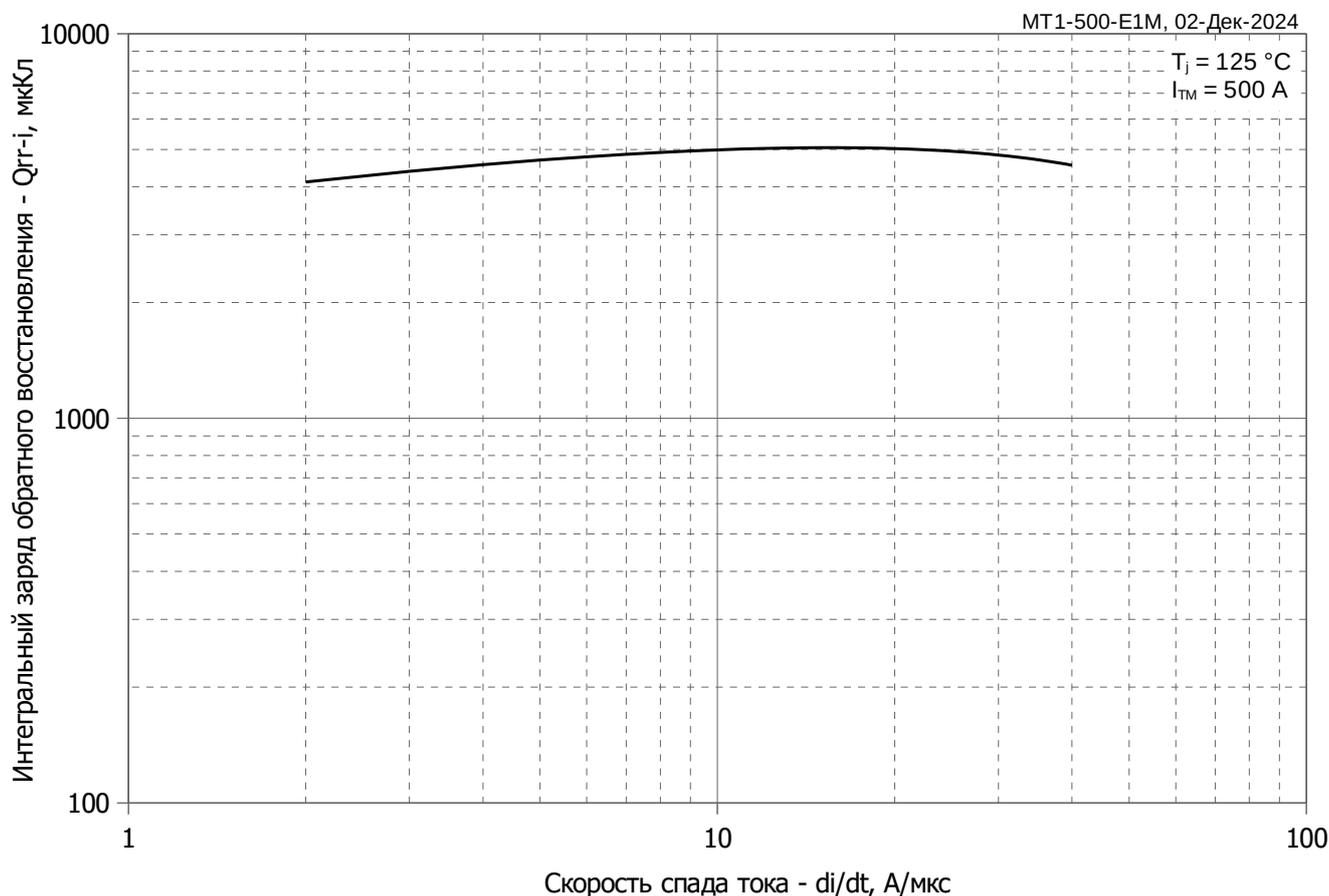
**Модель переходного теплового сопротивления переход - корпус (см. Рис. 2)**



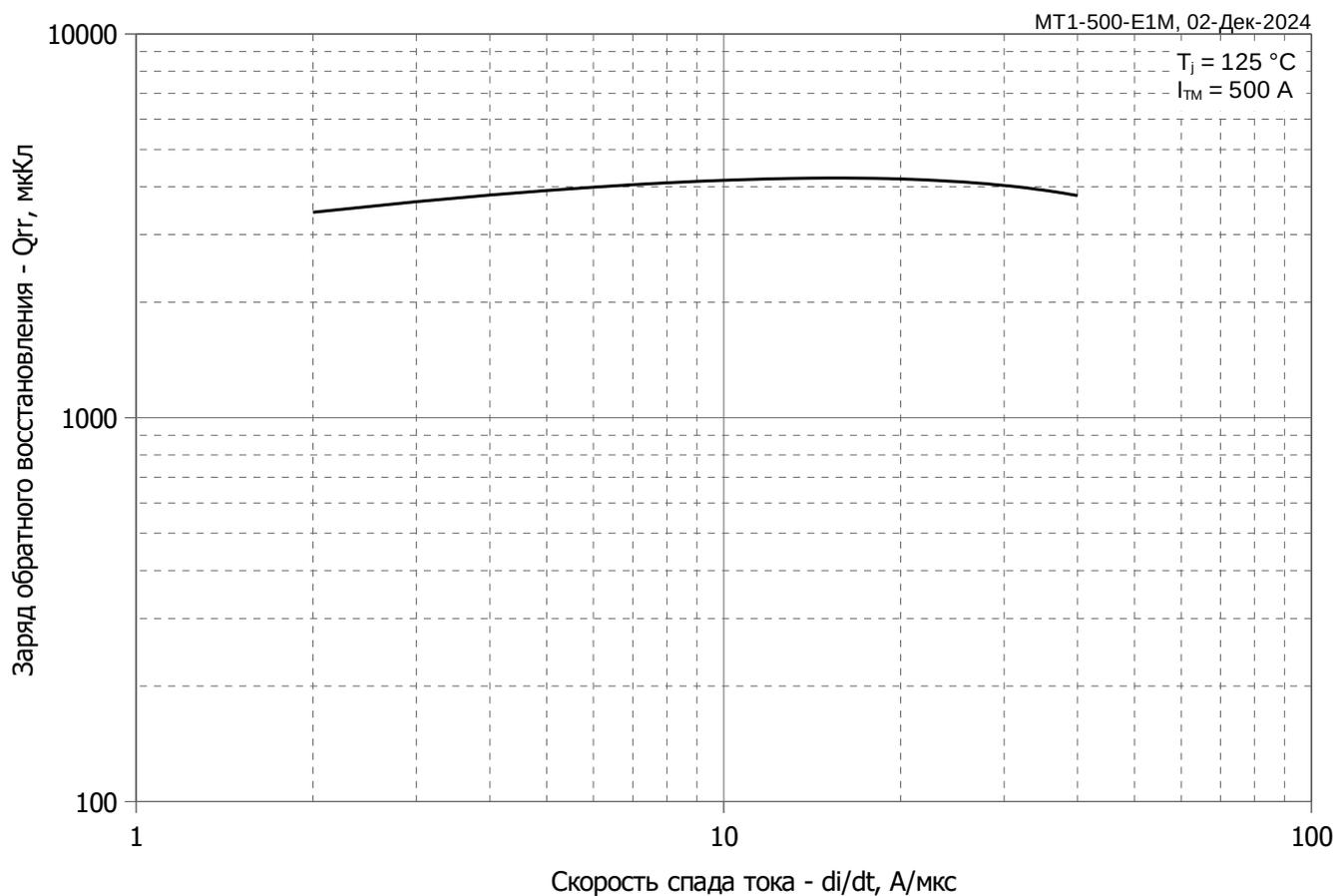
**Рис. 3 – Вольт – амперная характеристика цепи управления**



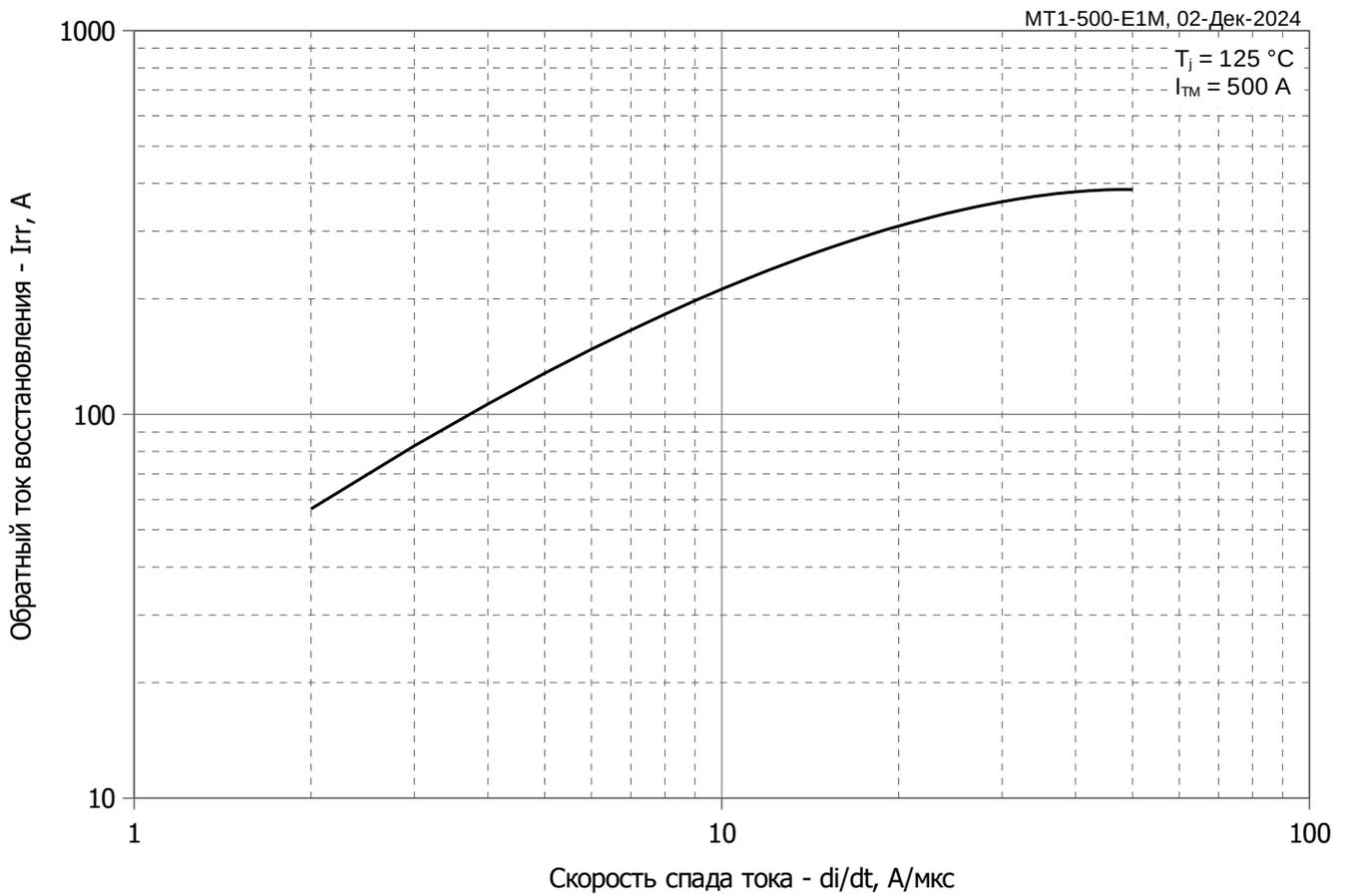
**Рис. 4 – Вольт – амперная характеристика цепи управления — Кривые мощности**



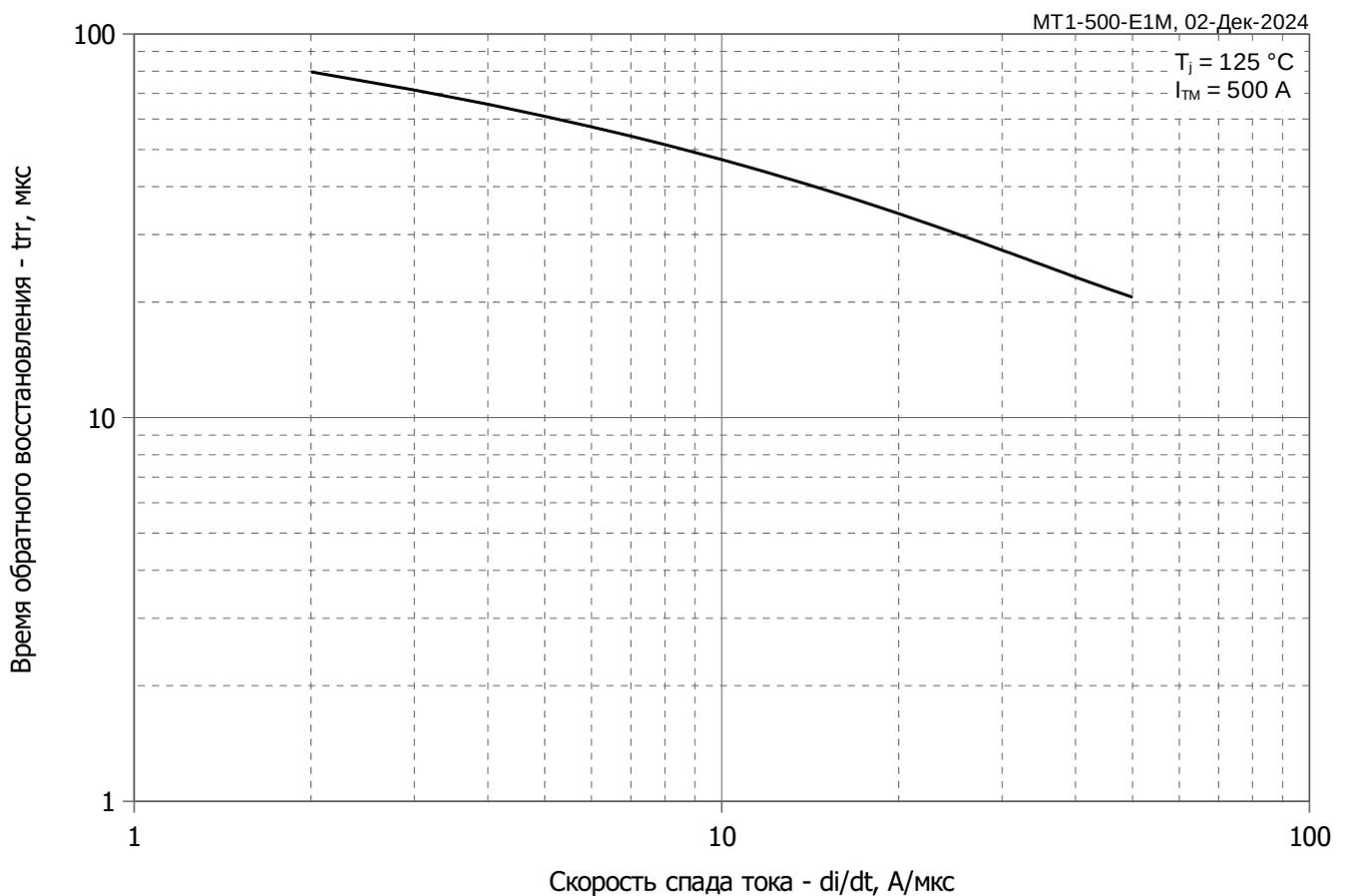
**Рис. 5 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления  $Q_{rr-i}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



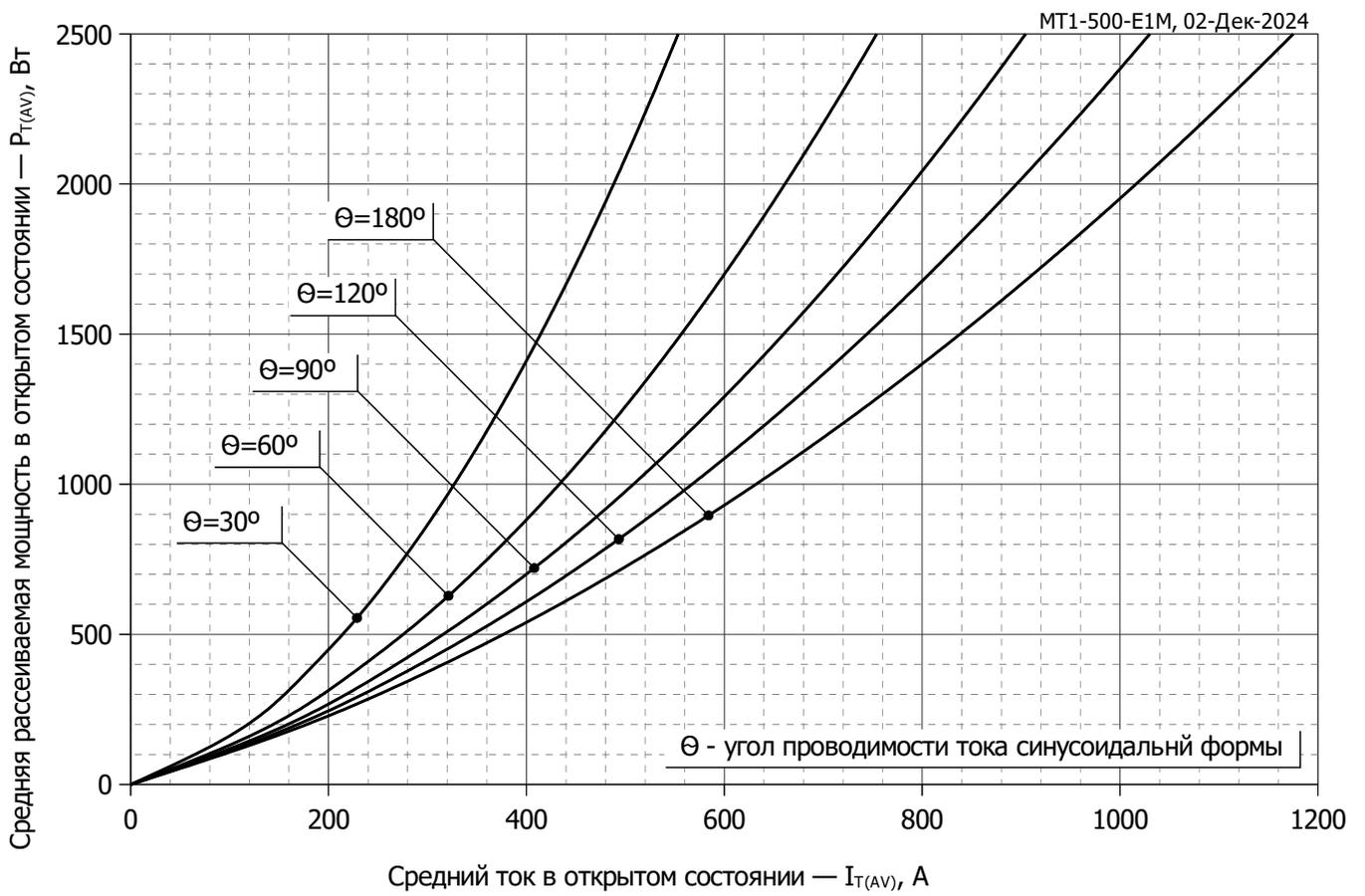
**Рис. 6 – Зависимость максимального заряда обратного восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии**



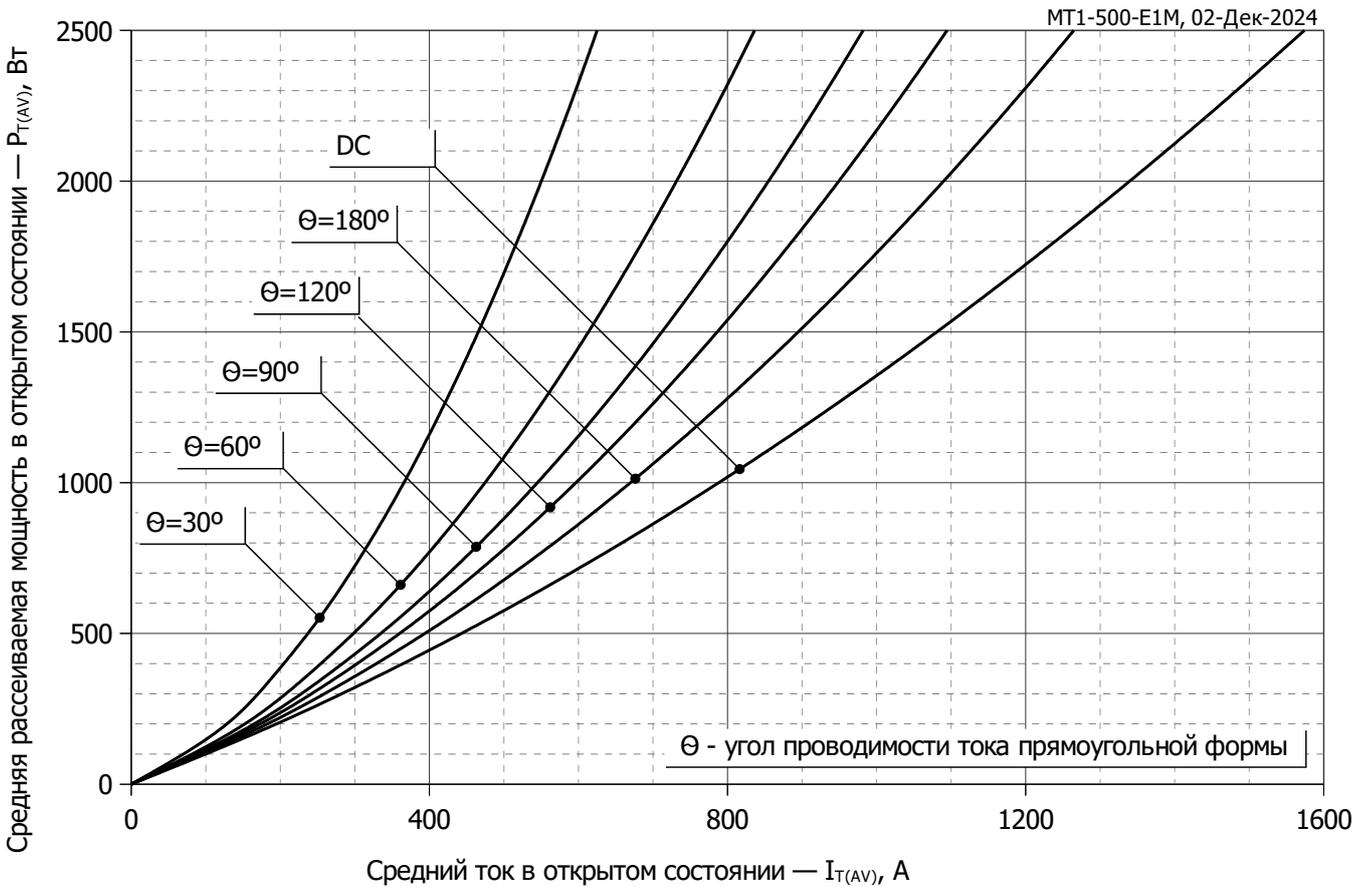
**Рис. 7 – Зависимость максимального обратного тока восстановления  $I_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



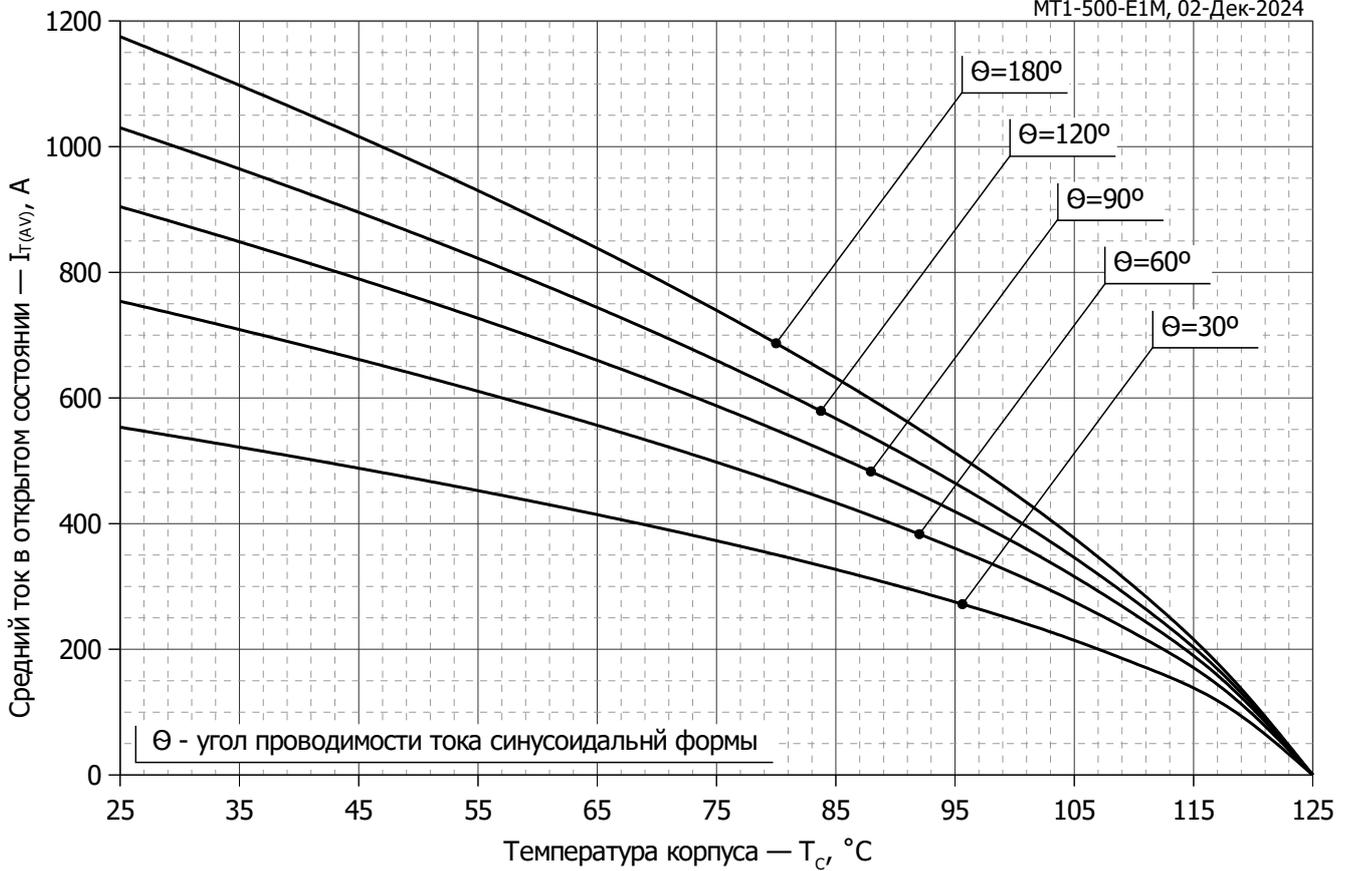
**Рис. 8 - Зависимость максимального времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии**



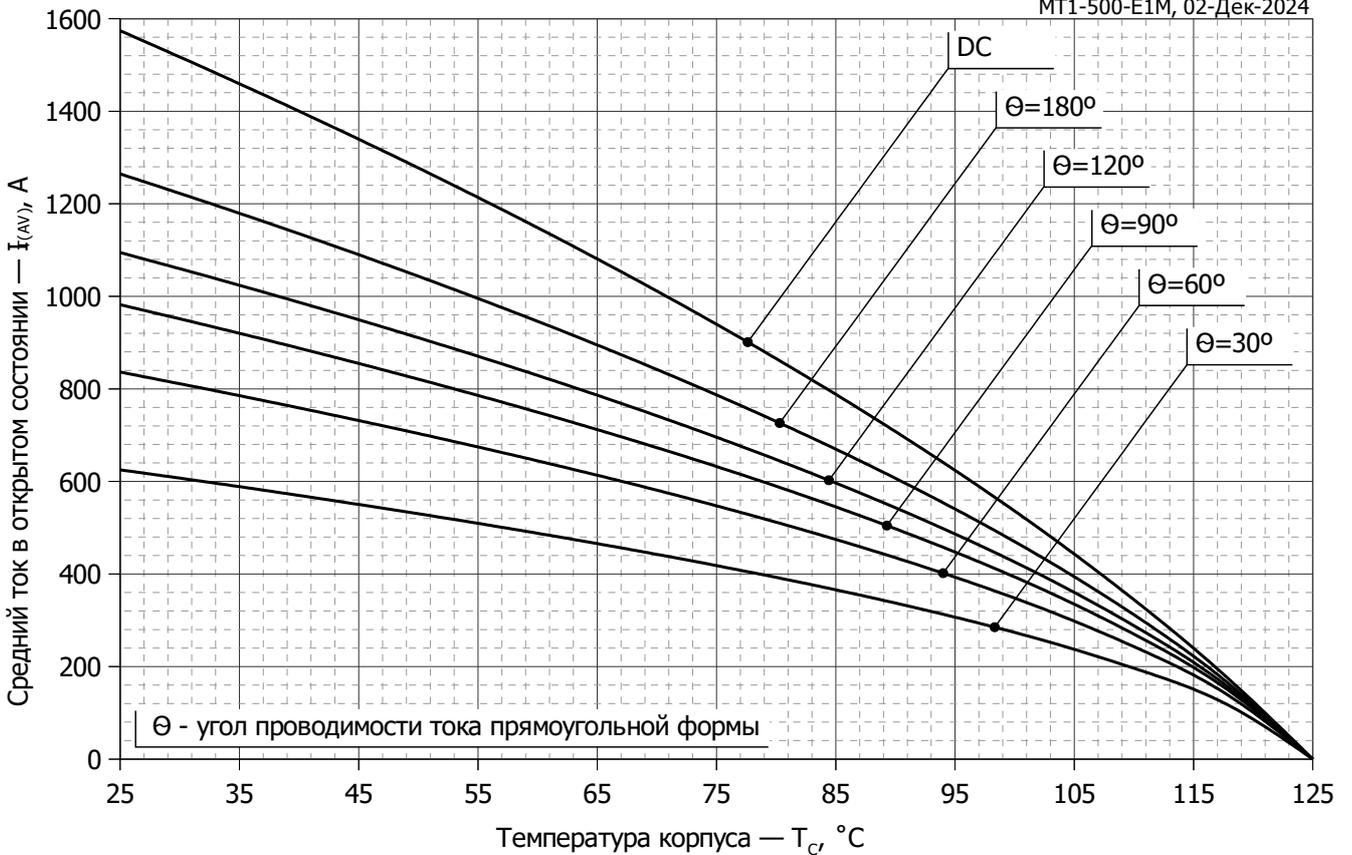
**Рис. 9 - Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  синусоидальной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



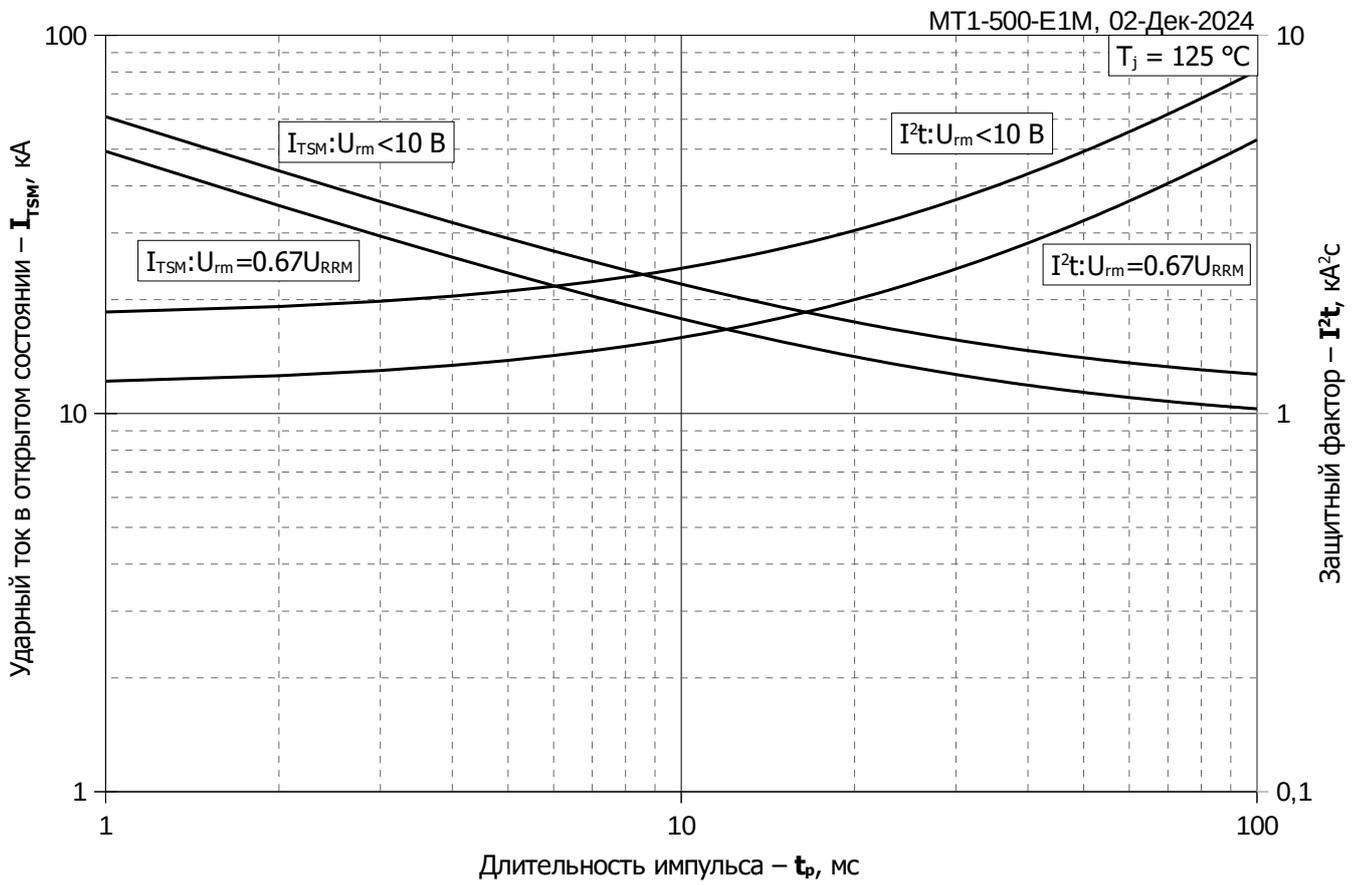
**Рис. 10 – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



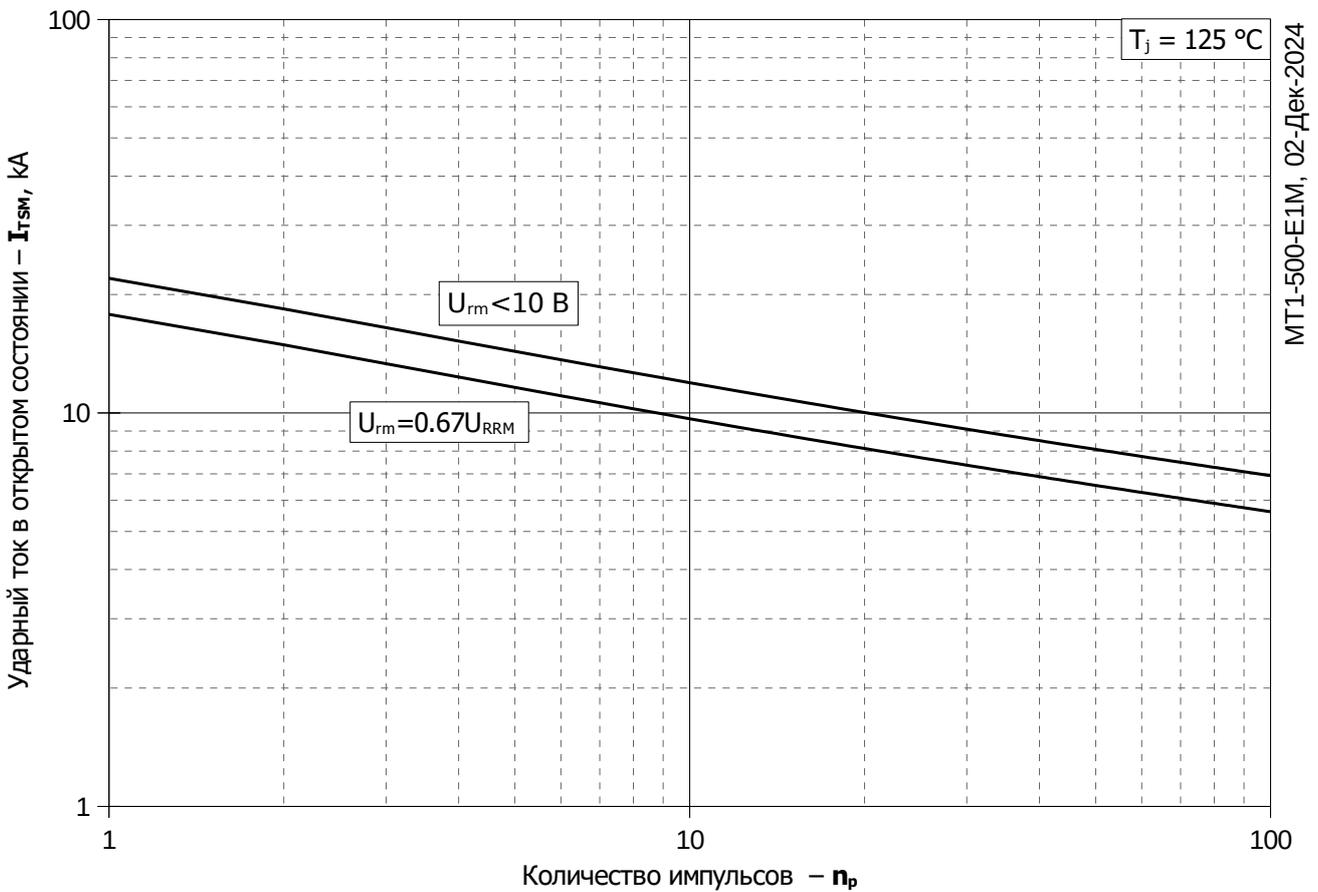
**Рис. 11 – Зависимость среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_C$  для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



**Рис. 12 - Зависимость среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_C$  для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



**Рис. 13 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{FSM}$  и защитного фактора  $I^2t$  от длительности импульса  $t_p$**



**Рис. 14 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{FSM}$  от количества импульсов  $n_p$**