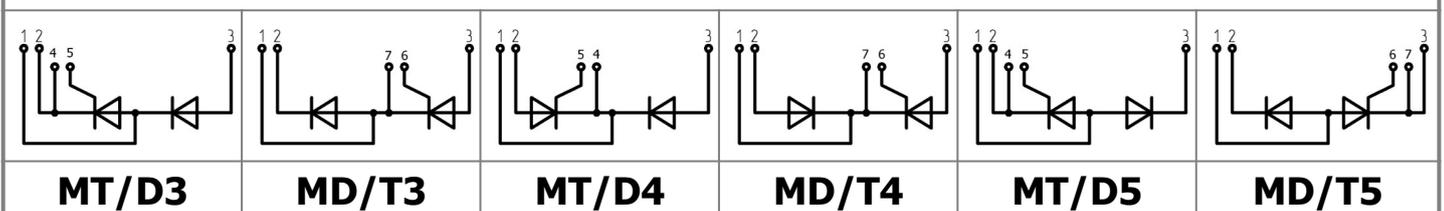
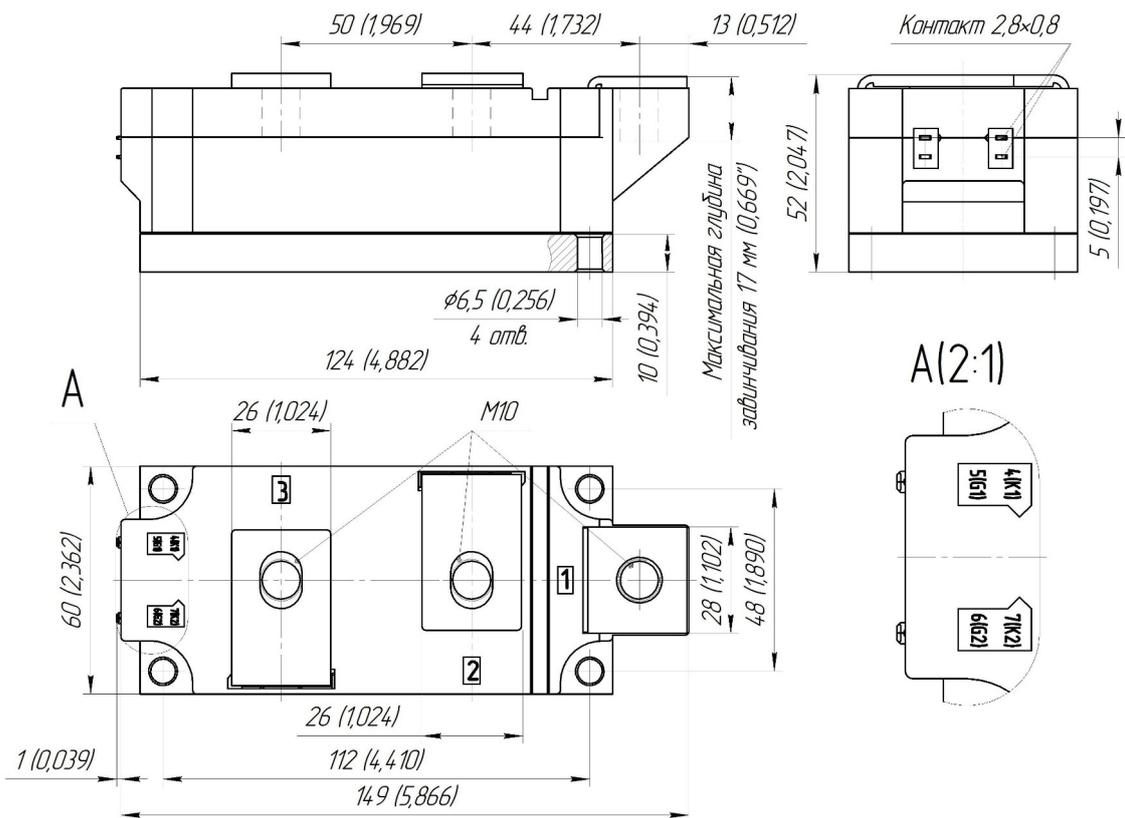
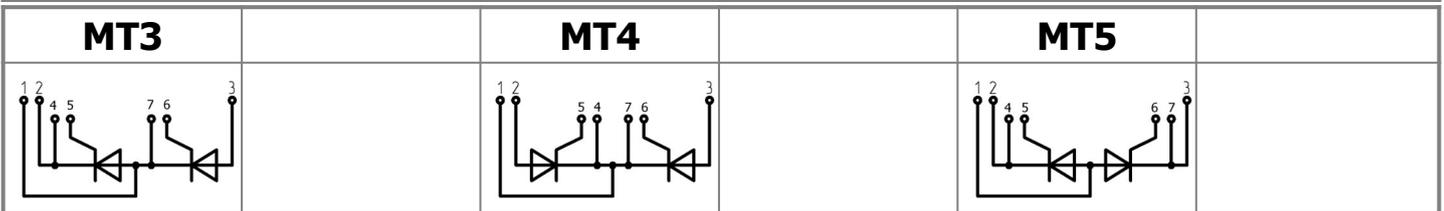




Изолированное основание
 Корпус промышленного стандарта
 Упрощенная механическая конструкция,
 быстрая сборка
 Прижимная конструкция

Двухпозиционный Тиристорный Модуль МТх-400-28-А2

Средний прямой ток			I_{TAV}	400 А	
Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии			U_{DRM}	2000...2800 В	
Повторяющееся импульсное обратное напряжение			U_{RRM}		
Время выключения			t_q	250 мкс	
$U_{DRM}, U_{RRM}, В$	2000	2200	2400	2600	2800
Класс по напряжению	20	22	24	26	28
$T_j, °C$	-40...+125				



ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения
Параметры в проводящем состоянии				
I_{TAV}	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	A	400 437	$T_c = 89\text{ }^\circ\text{C}$; $T_c = 85\text{ }^\circ\text{C}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц
I_{TRMS}	Действующий ток в открытом состоянии	A	628	$T_c = 89\text{ }^\circ\text{C}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц
I_{TSM}	Ударный ток в открытом состоянии	кА	11.0 13.0	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс}$; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
			12.0 14.0	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 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	$A^2c \cdot 10^3$	600 840	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс}$; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
			590 810	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 180 эл. град. синус; $t_p = 8.3\text{ мс}$; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
Блокирующие параметры				
U_{DRM}, U_{RRM}	Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	B	2000...2800	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц; управление разомкнуто
U_{DSM}, U_{RSM}	Неповторяющееся импульсное обратное напряжение и неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	B	2100...2900	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$; 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
Параметры управления				
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
Параметры переключения				
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ($f = 1\text{ Hz}$)	A/мкс	1600	$T_j = T_{j\max}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$; $I_{TM} = 2100\text{ А}$; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$; $di_G/dt \geq 2\text{ А/мкс}$
Тепловые параметры				
T_{stg}	Температура хранения	$^\circ\text{C}$	-40...+50	
T_j	Температура р-п перехода	$^\circ\text{C}$	-40...+125	
$T_{c\text{ op}}$	Рабочая температура корпуса	$^\circ\text{C}$	-40...+125	
Механические параметры				
a	Ускорение	м/с ²	50	

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение и наименование характеристики		Ед. изм.	Значение	Условия измерения		
Характеристики в проводящем состоянии						
U_{TM}	Импульсное напряжение в открытом состоянии, макс	В	1.80	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$; $I_{TM}=1256\text{ A}$		
$U_{T(TO)}$	Пороговое напряжение, макс	В	0.989	$T_j=T_{j\text{ max}}$; $0.5\pi I_{TAV} < I_T < 1.5\pi I_{TAV}$		
r_T	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс	МОм	0.626			
I_L	Ток включения, макс	мА	1000	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$; $U_D=12\text{ В}$; 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		
Блокирующие характеристики						
I_{DRM}, I_{RRM}	Повторяющийся импульсный обратный ток и повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, макс	мА	100 3.00	$T_j=T_{j\text{ max}}$; $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$	$U_D=U_{DRM}$; $U_R=U_{RRM}$	
$(du_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии ¹⁾ , 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		
Характеристики управления						
U_{GT}	Отпирающее постоянное напряжение управления, макс	В	3.00 2.50 1.50	$T_j=T_{j\text{ min}}$; $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$; $T_j=T_{j\text{ max}}$	$U_D=12\text{ В}$; $I_D=3\text{ A}$; 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	0.55	$T_j=T_{j\text{ max}}$; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$; Постоянный ток управления		
I_{GD}	Неотпирающий постоянный ток управления, мин	мА	60.00			
Динамические характеристики						
t_{gd}	Время задержки, макс	мкс	0.55	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$; $U_D=1500\text{ В}$; $I_{TM}=I_{TAV}$; $di/dt=200\text{ А/мкс}$;		
t_{gt}	Время включения, макс	мкс	5.00	Импульс управления: $I_G=2\text{ A}$; $U_G=20\text{ В}$; $t_{GP}=50\text{ мкс}$; $di_G/dt=2\text{ А/мкс}$		
t_q	Время выключения ²⁾ , макс	мкс	250	$du_D/dt=50\text{ В/мкс}$; $T_j=T_{j\text{ max}}$; $I_{TM}=I_{TAV}$; $di_R/dt=-10\text{ А/мкс}$; $U_R=100\text{ В}$; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$		
Q_{rr}	Заряд обратного восстановления, макс	мкКл	2220	$T_j=T_{j\text{ max}}$; $I_{TM}=630\text{ A}$; $di_R/dt=-10\text{ А/мкс}$; $V_R=100\text{ В}$		
t_{rr}	Время обратного восстановления, макс	мкс	31			
I_{rr}	Обратный ток восстановления, макс	А	143			
Тепловые характеристики						
R_{thjc}	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс			180 эл. град. синус; 50 Гц		
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0275
		на позицию	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0550
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0265
R_{thch}	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс			Постоянный ток		
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0100
		на позицию	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0200

Характеристики изоляции					
U _{ISOL}	Электрическая прочность изоляции	кВ	3.00	синус; 50 Гц; действующее значение	t=60 с
			3.60		t=1 с
Механические характеристики					
M ₁	Момент затяжки основания (M6) ³⁾	Нм	6.00	Допуск ± 15%	
M ₂	Момент затяжки выводов (M10) ³⁾	Нм	12.00	Допуск ± 15%	
m	Масса, макс	г	1500		

МАРКИРОВКА										ПРИМЕЧАНИЕ																														
MT	3	-	400	-	28	-	A2	M2	-	A2	-	Y2																												
1	2		3		4		5	6		7		8																												
1. Тиристорный модуль (MT) Тиристорно-диодный модуль (MT/Д) Диодно-тиристорный модуль (МД/Т) 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 _D /dt=50 В/мкс) 7. Тип корпуса (M.A2) 8. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: Y2													1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии <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_D/dt)_{crit}, 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> 2) Время выключения (du _D /dt=50 В/мкс) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>M2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t_q, мкс</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> 3) Резьба должна быть смазана								Обозначение группы	P2	K2	E2	A2	T1	P1	M1	(du _D /dt) _{crit} , В/мкс	200	320	500	1000	1600	2000	2500	Обозначение группы	M2	t _q , мкс	250
Обозначение группы	P2	K2	E2	A2	T1	P1	M1																																	
(du _D /dt) _{crit} , В/мкс	200	320	500	1000	1600	2000	2500																																	
Обозначение группы	M2																																							
t _q , мкс	250																																							

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.

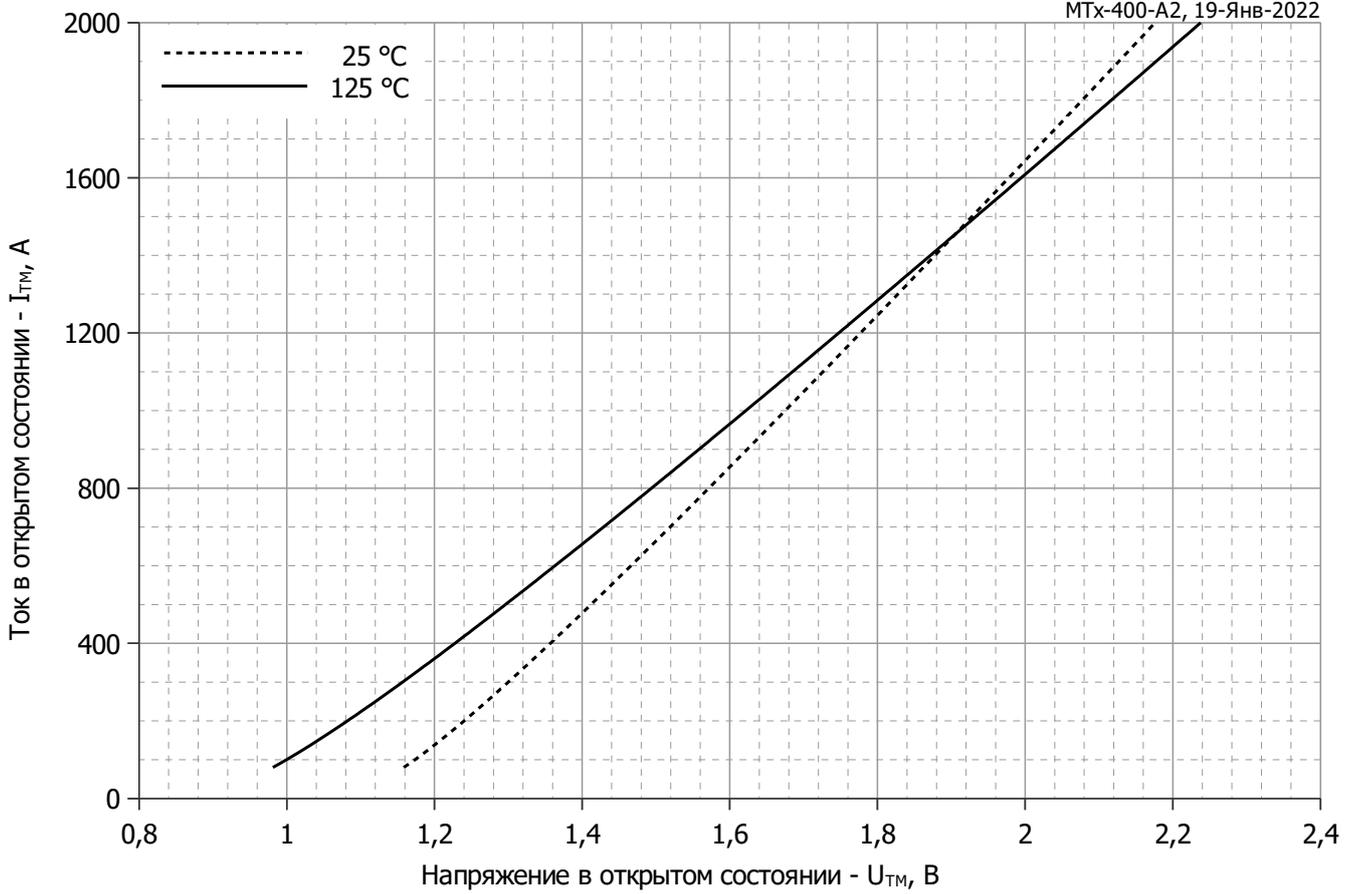


Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика

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 _j = 25°C	T _j = T _{j max}
A	1.03727831	0.84863426
B	0.00045447	0.00054056
C	0.01351158	0.00964233
D	0.00284448	0.00524922

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

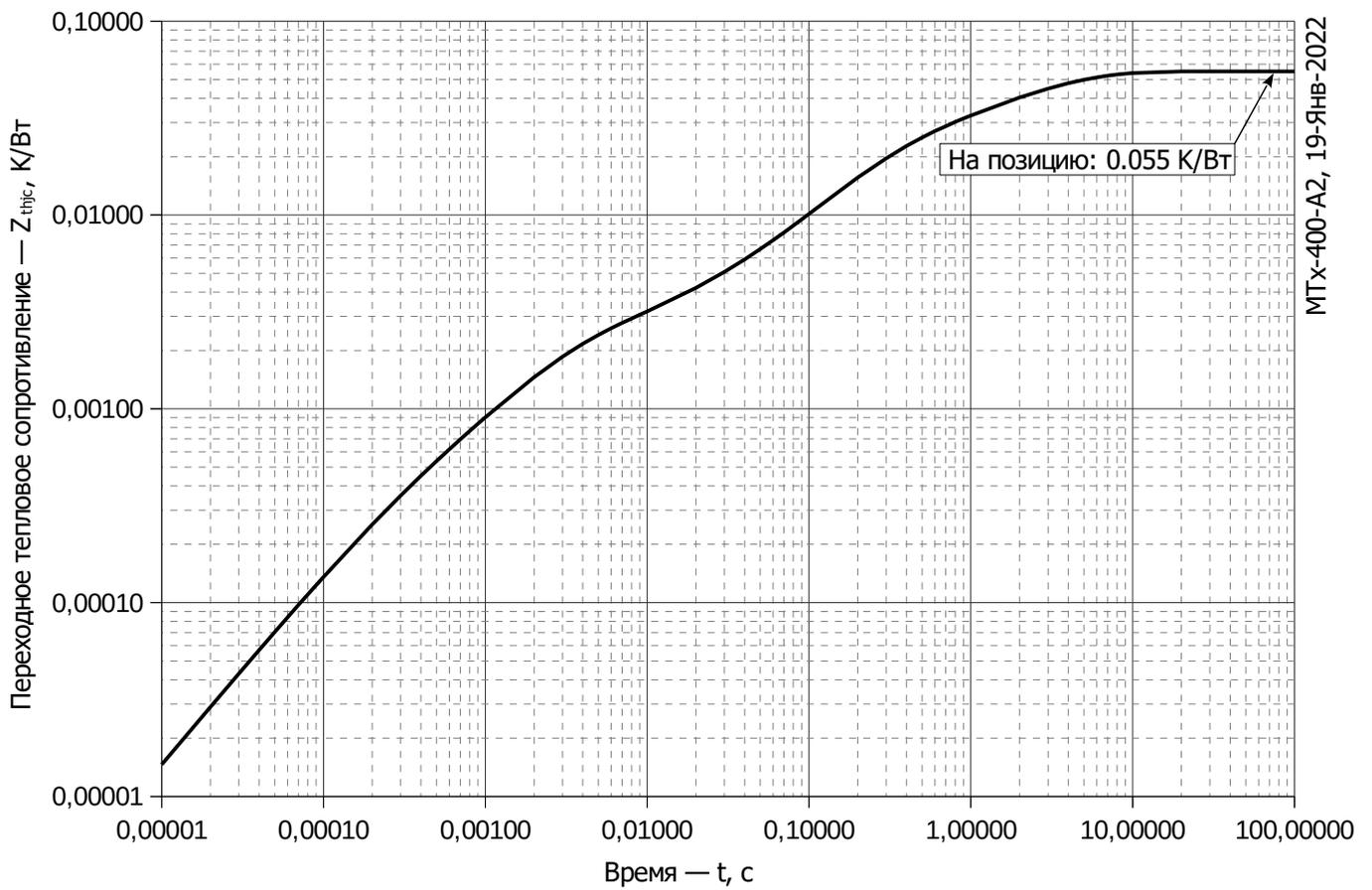


Рис. 2 – Зависимость переходного теплового сопротивления Z_{thjc} от времени t

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, τ_i = расчетные коэффициенты, приведенные в таблице.

i	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.0249	0.0112	0.01635	0.0006528	0.001791	0.0001363
τ_{ij}, c	3.132	1.000	0.2335	0.01038	0.002348	0.0002448

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

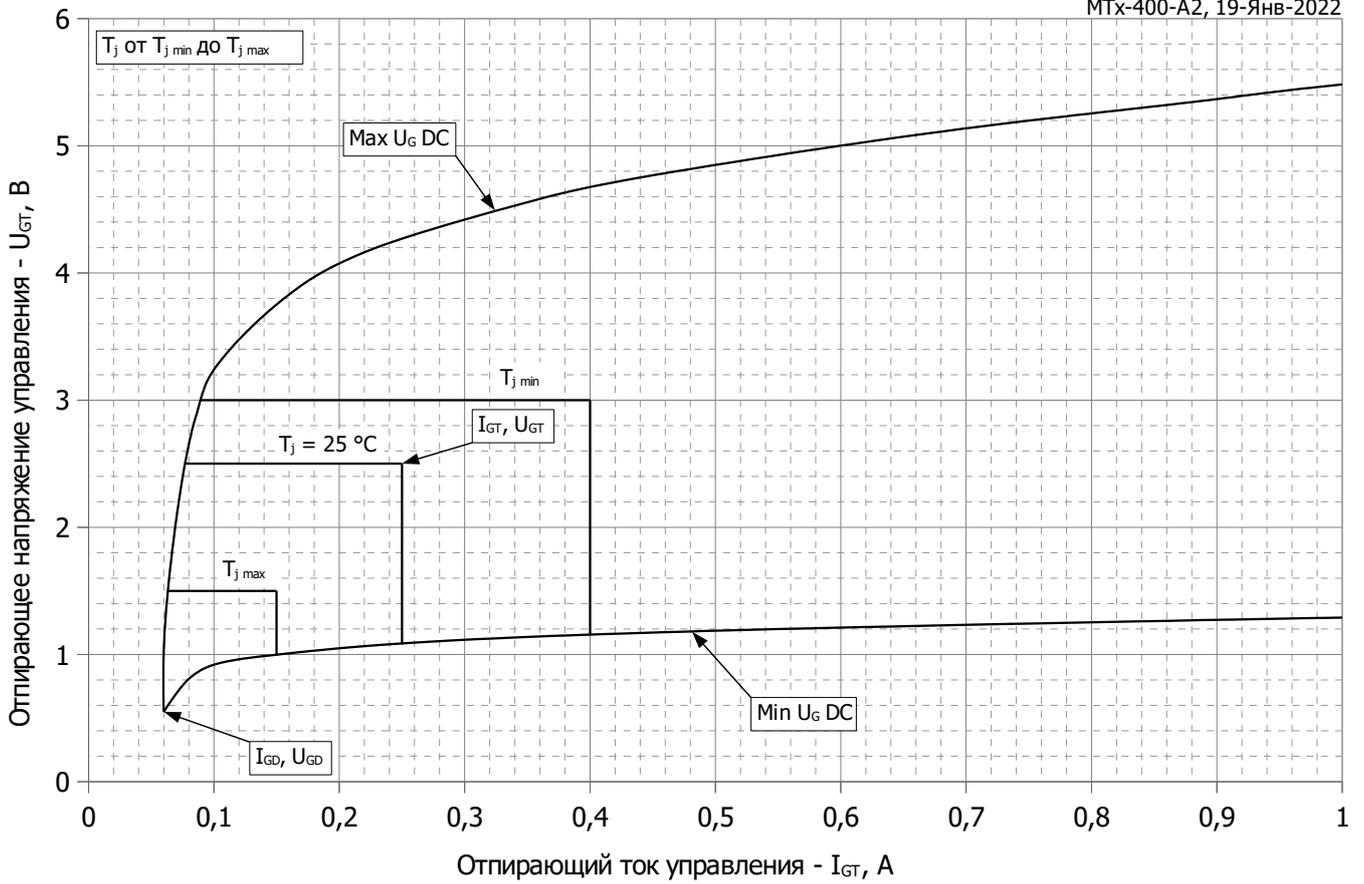


Рис. 3 – Вольт – амперная характеристика цепи управления

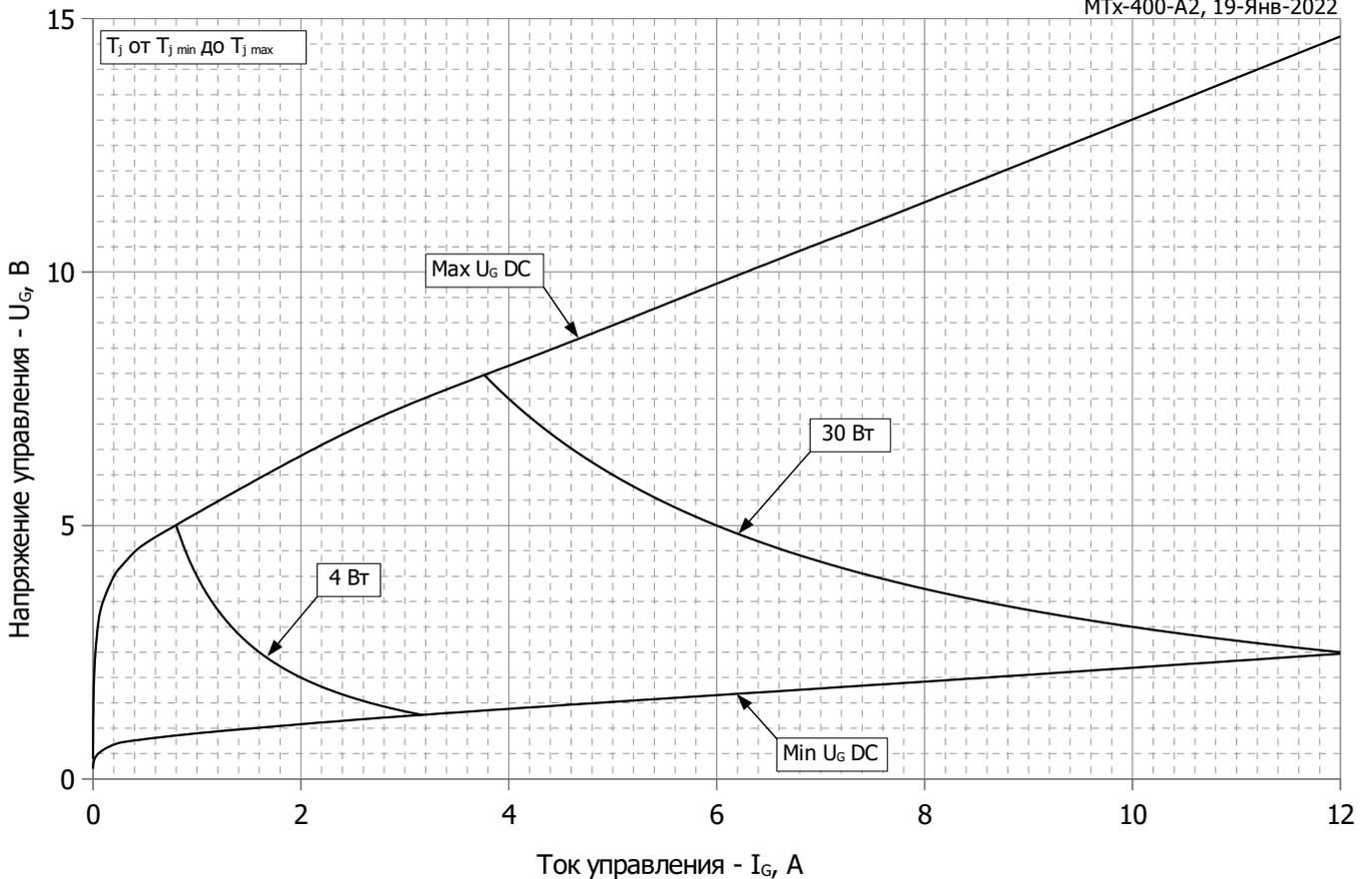


Рис. 4 – Вольт – амперная характеристика цепи управления – Кривые мощности

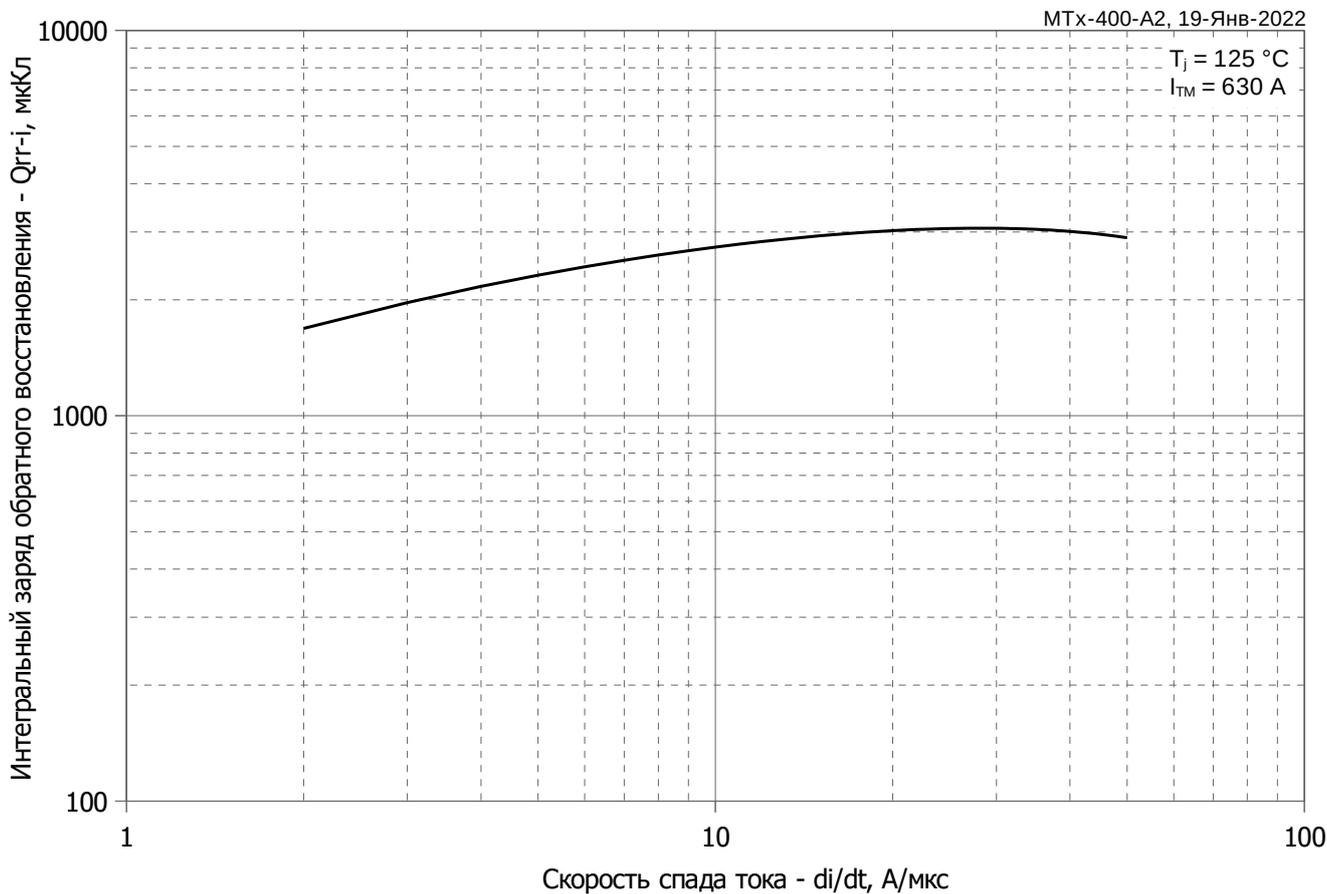


Рис. 5 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления Q_{rr-i} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

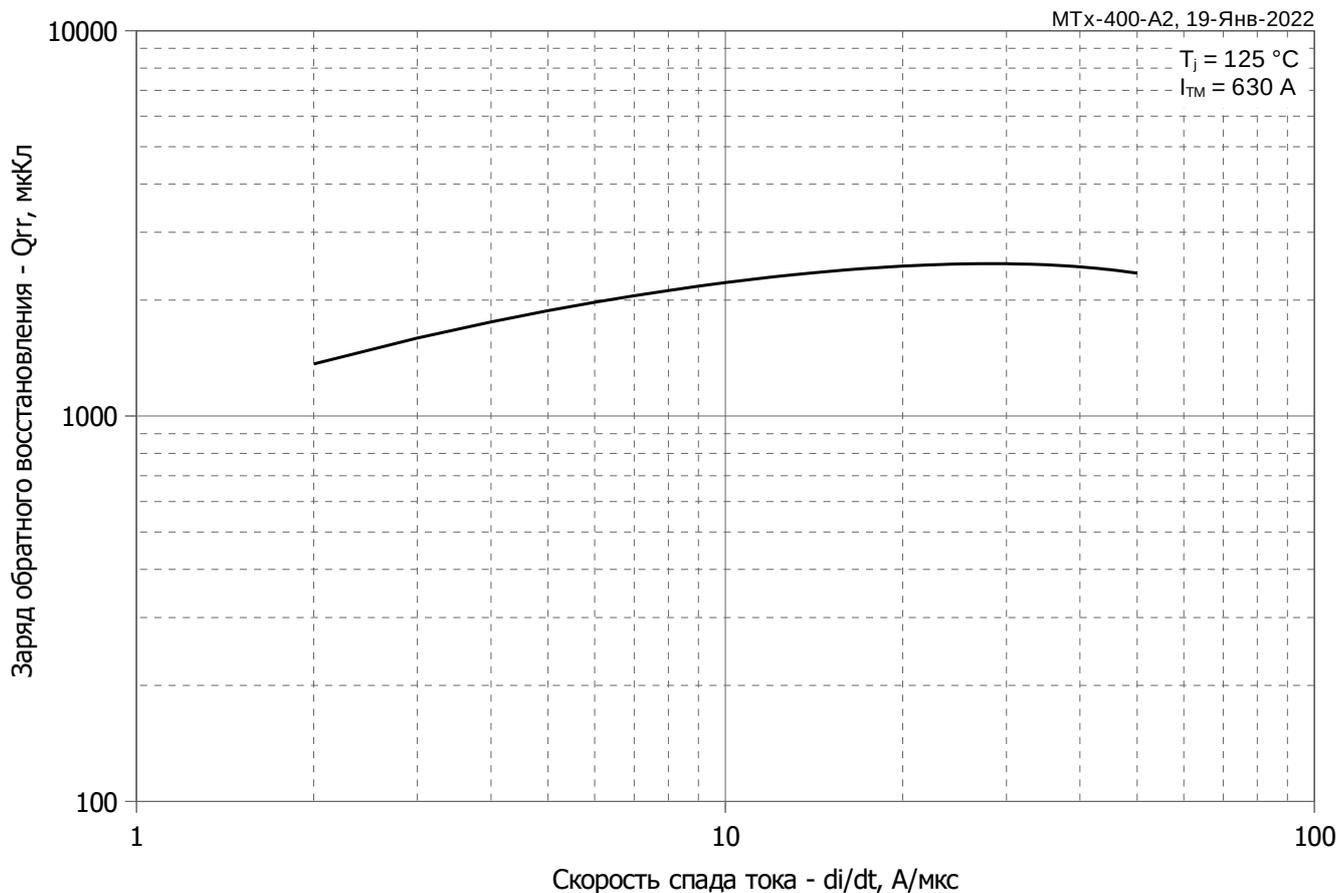


Рис. 6 – Зависимость максимального заряда обратного восстановления Q_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии

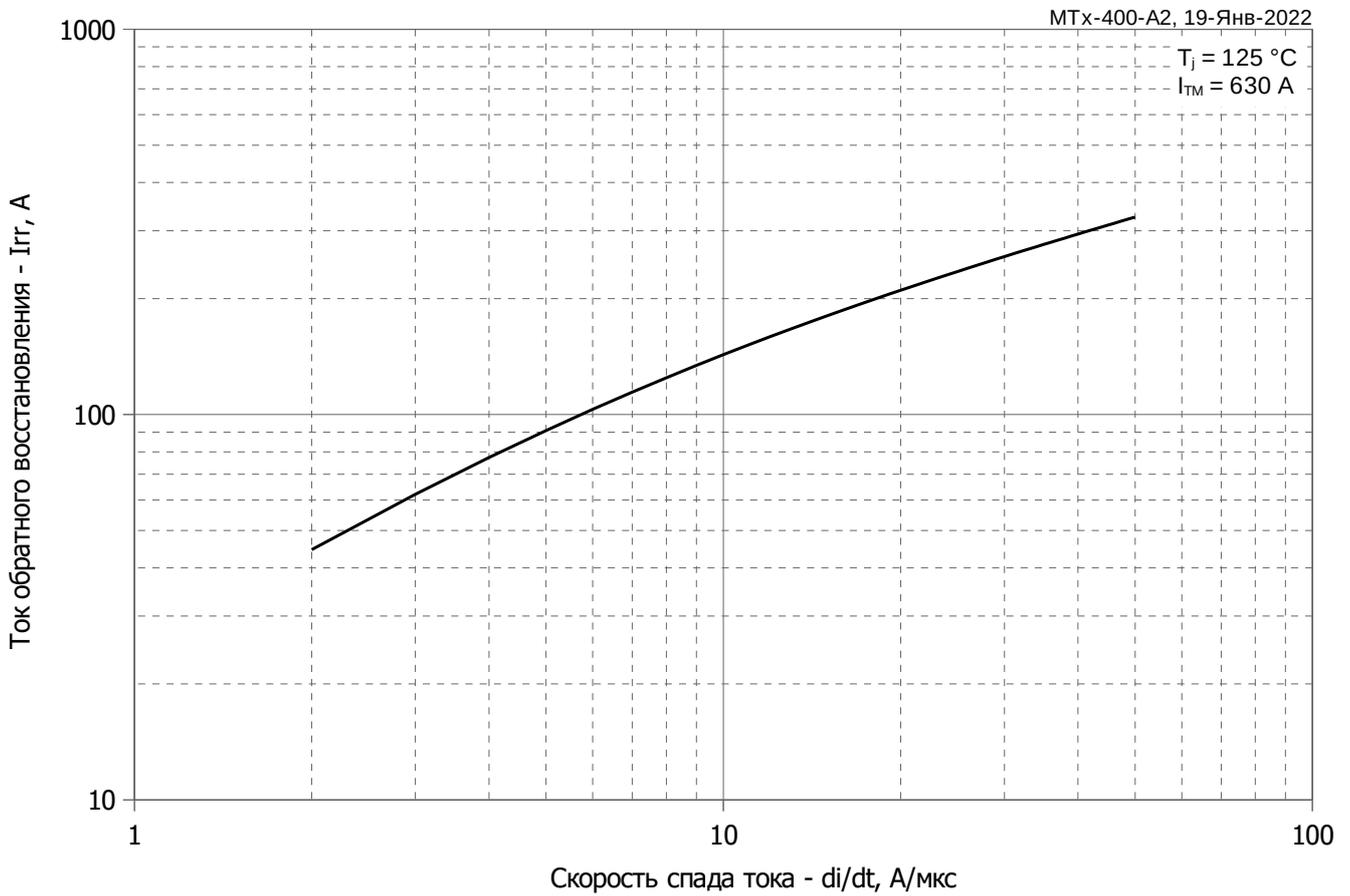


Рис. 7 – Зависимость максимального обратного тока восстановления I_{rr} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

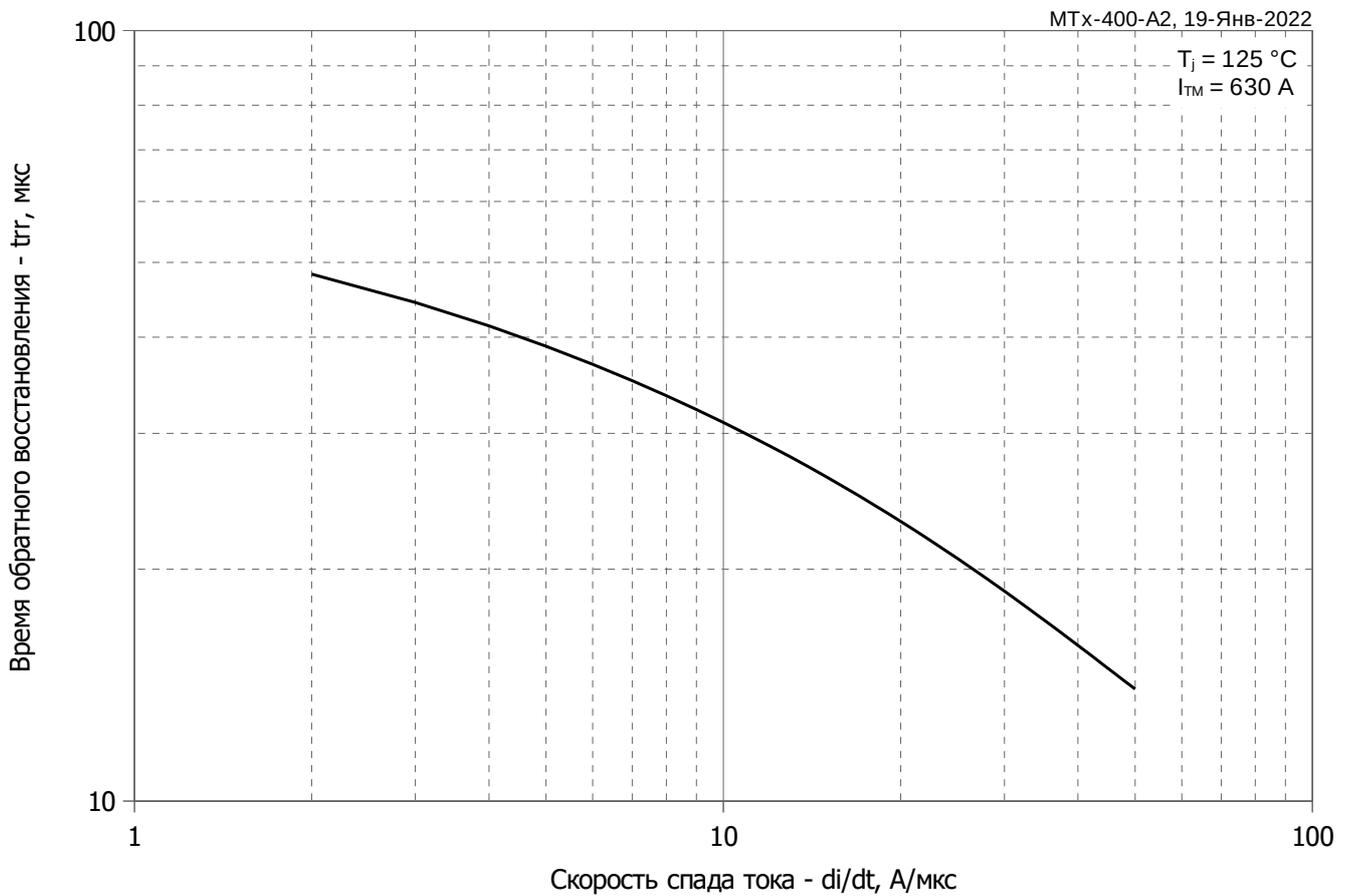


Рис. 8 - Зависимость максимального времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии

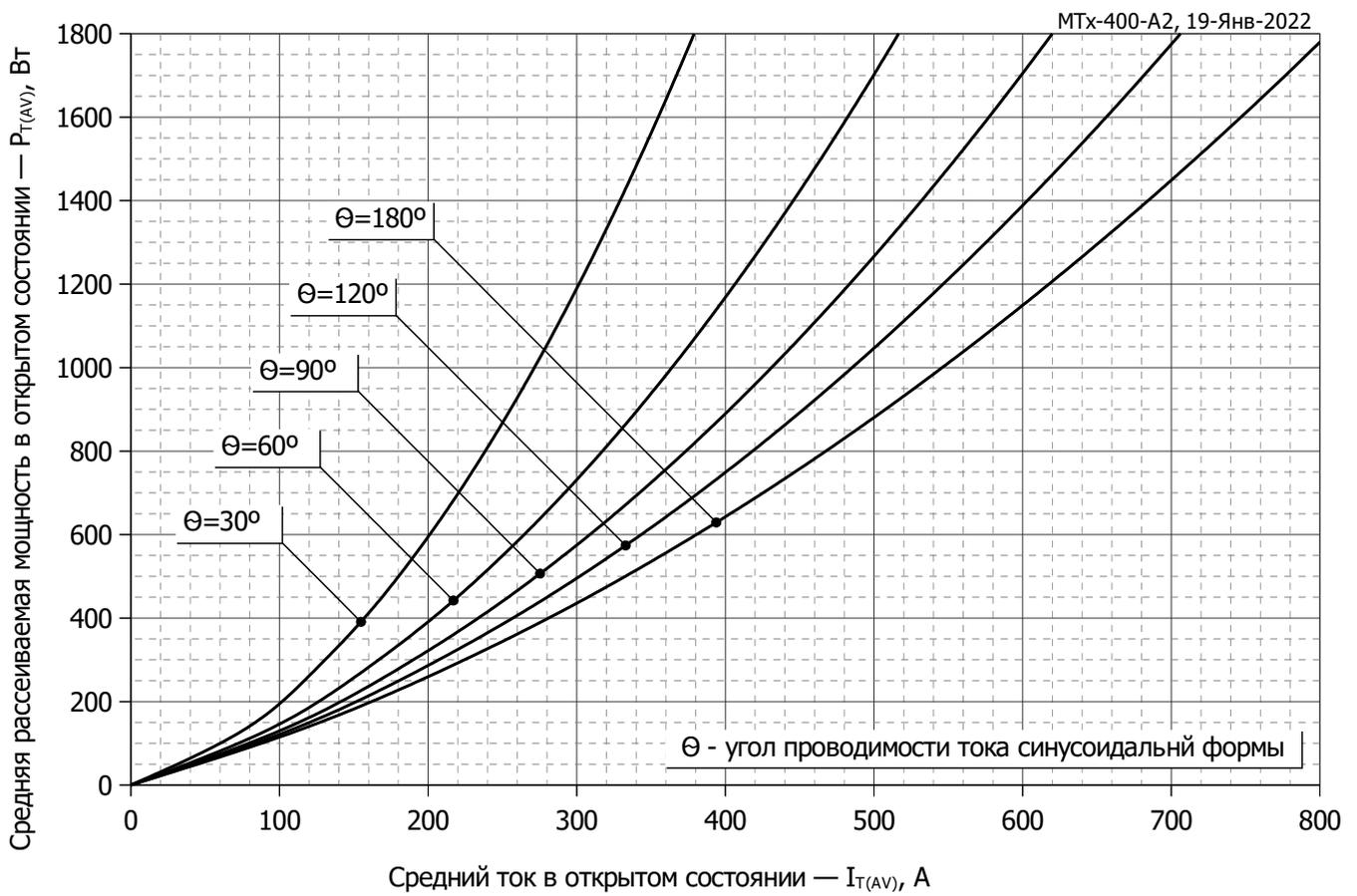


Рис. 9 - Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц)

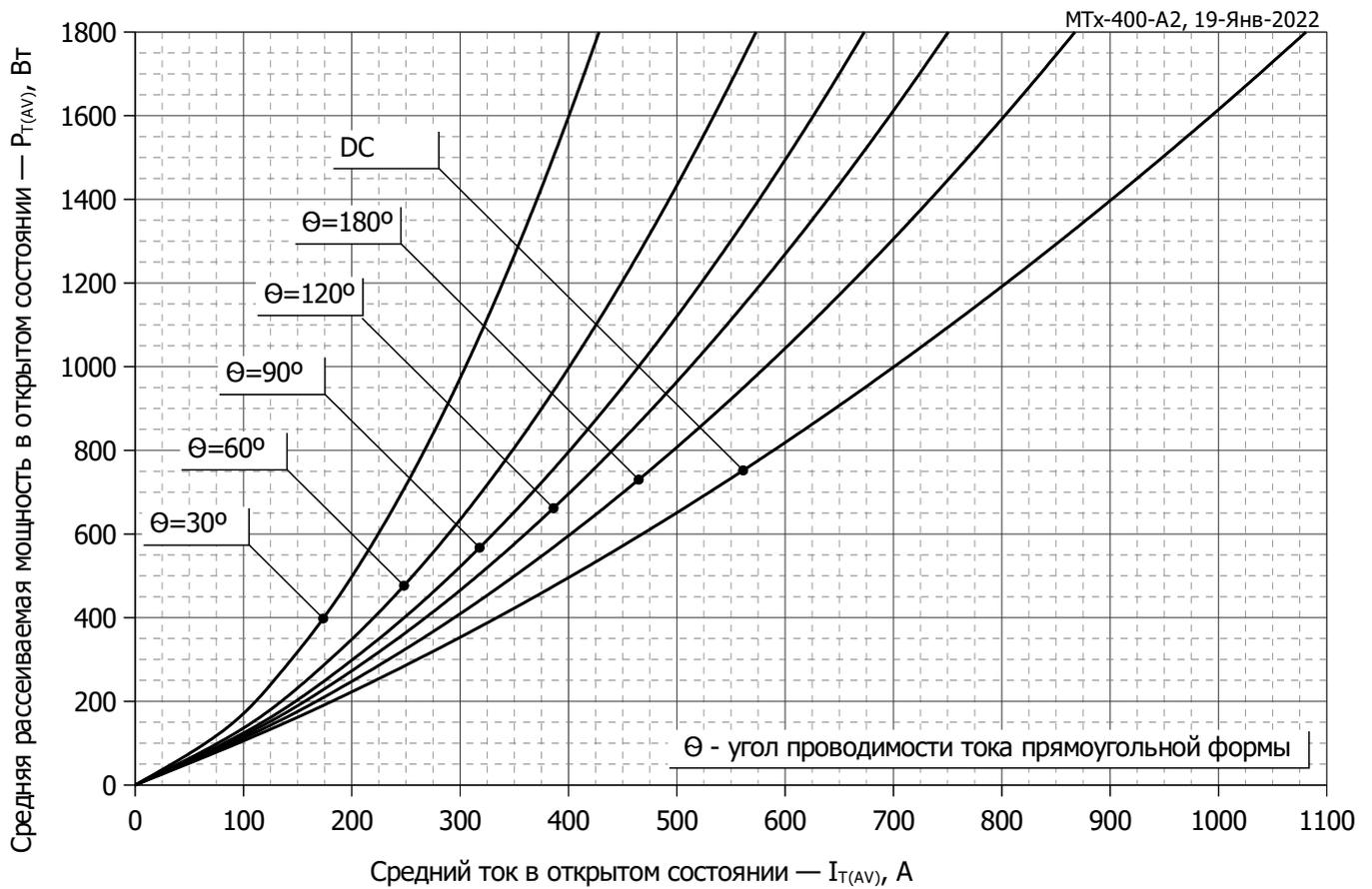


Рис. 10 – Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц)

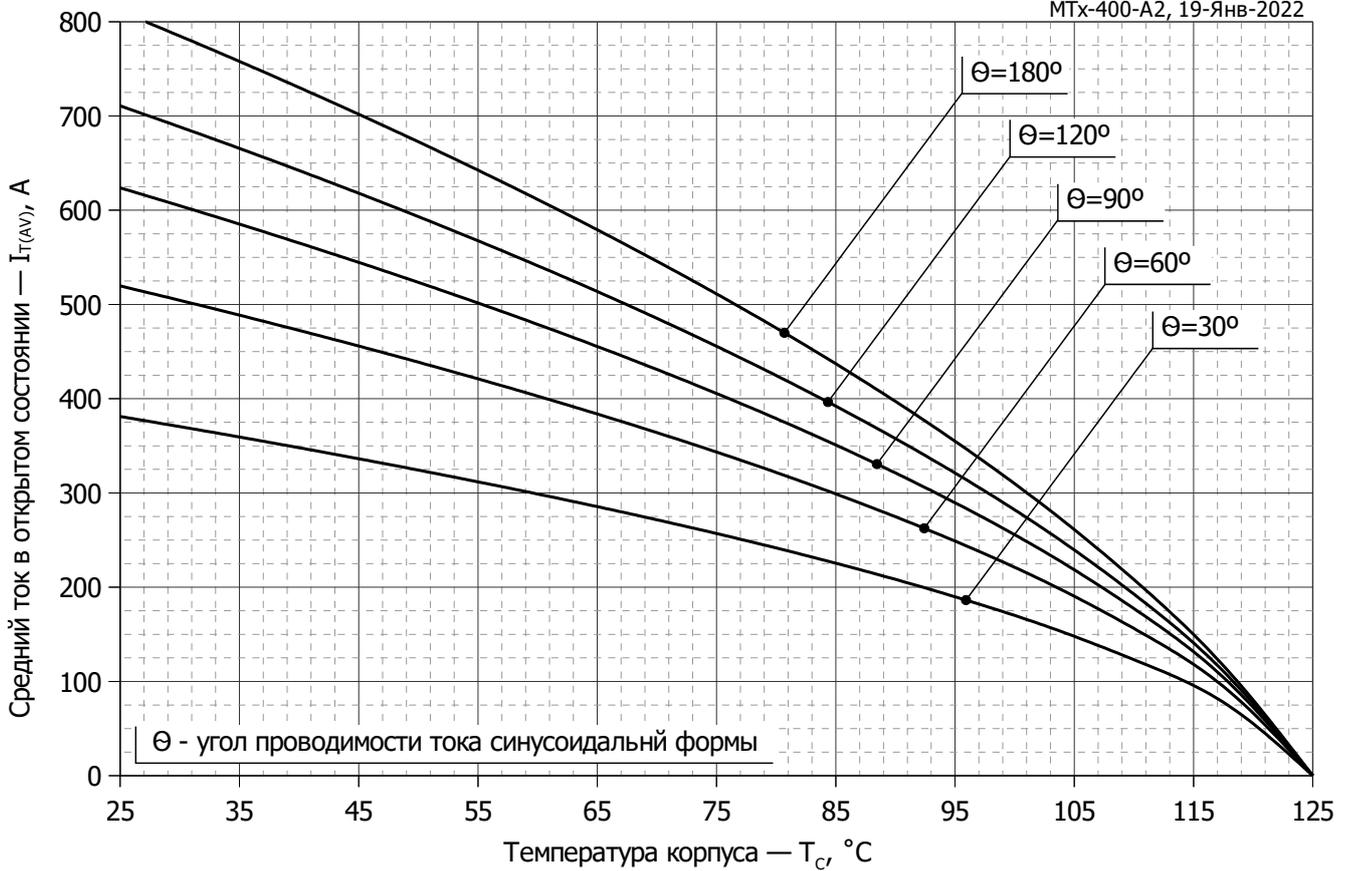


Рис. 11 – Зависимость среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_C для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ($f=50$ Гц)

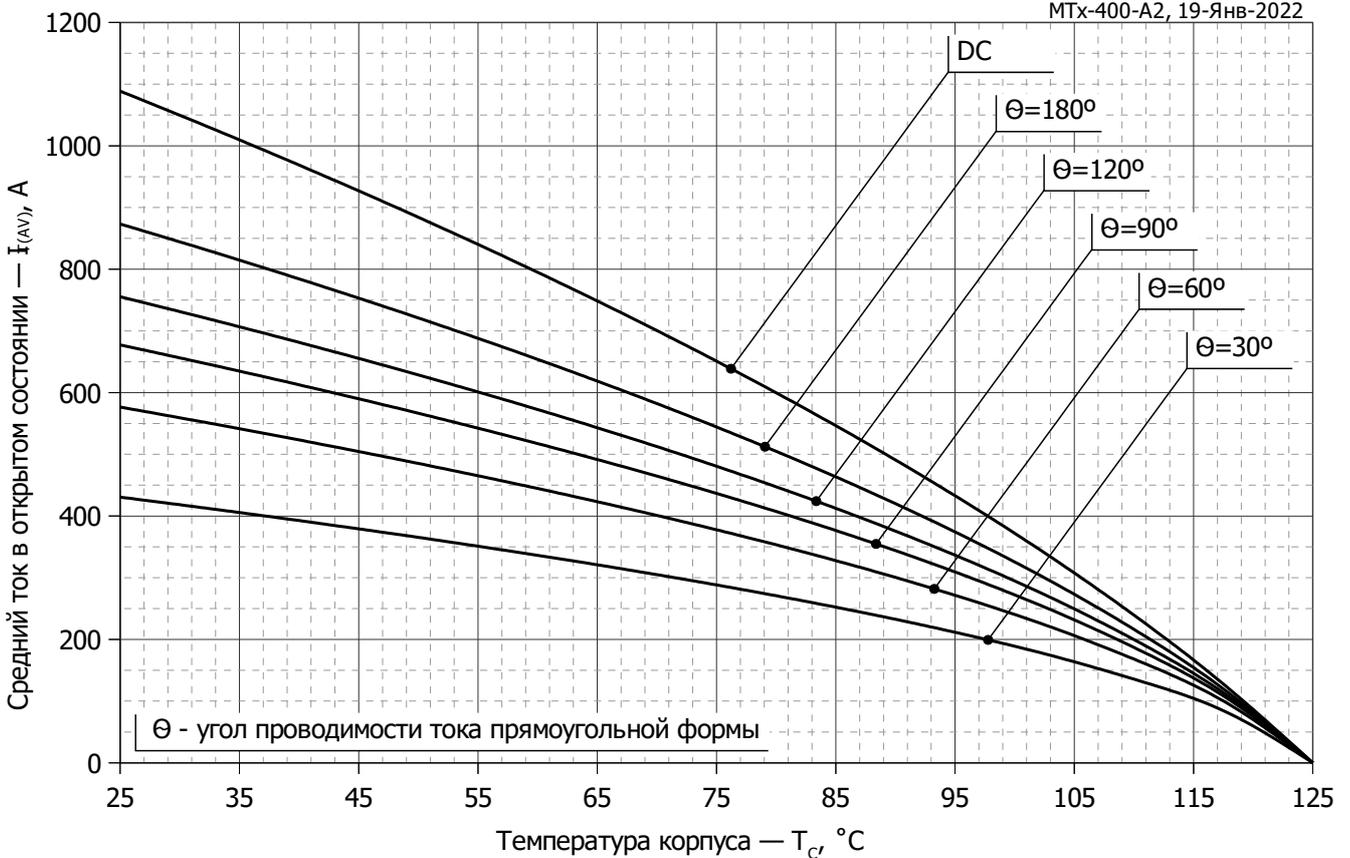


Рис. 12 - Зависимость среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_C для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости ($f=50$ Гц)

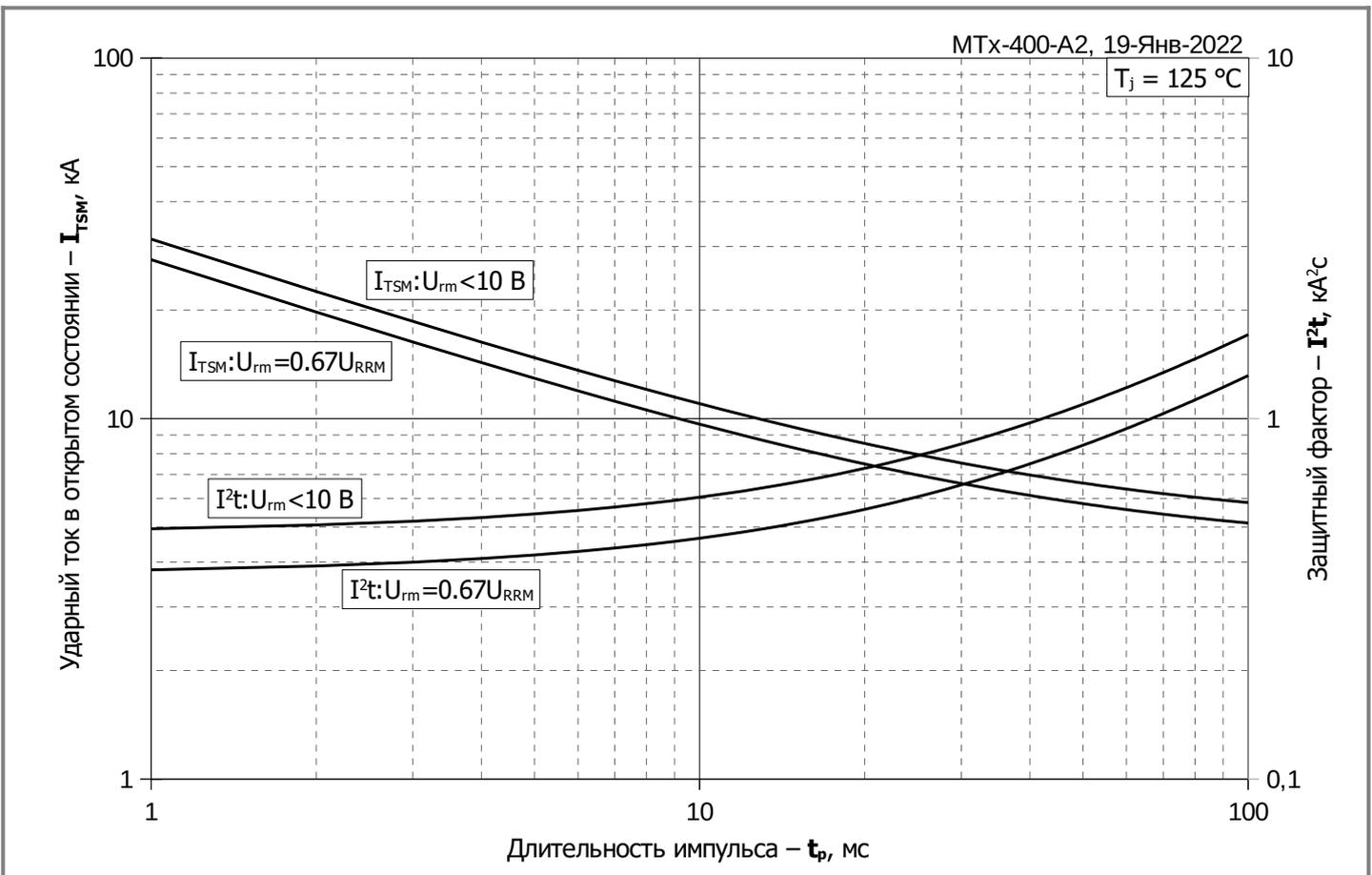


Рис. 13 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} и защитного фактора I^2t от длительности импульса t_p

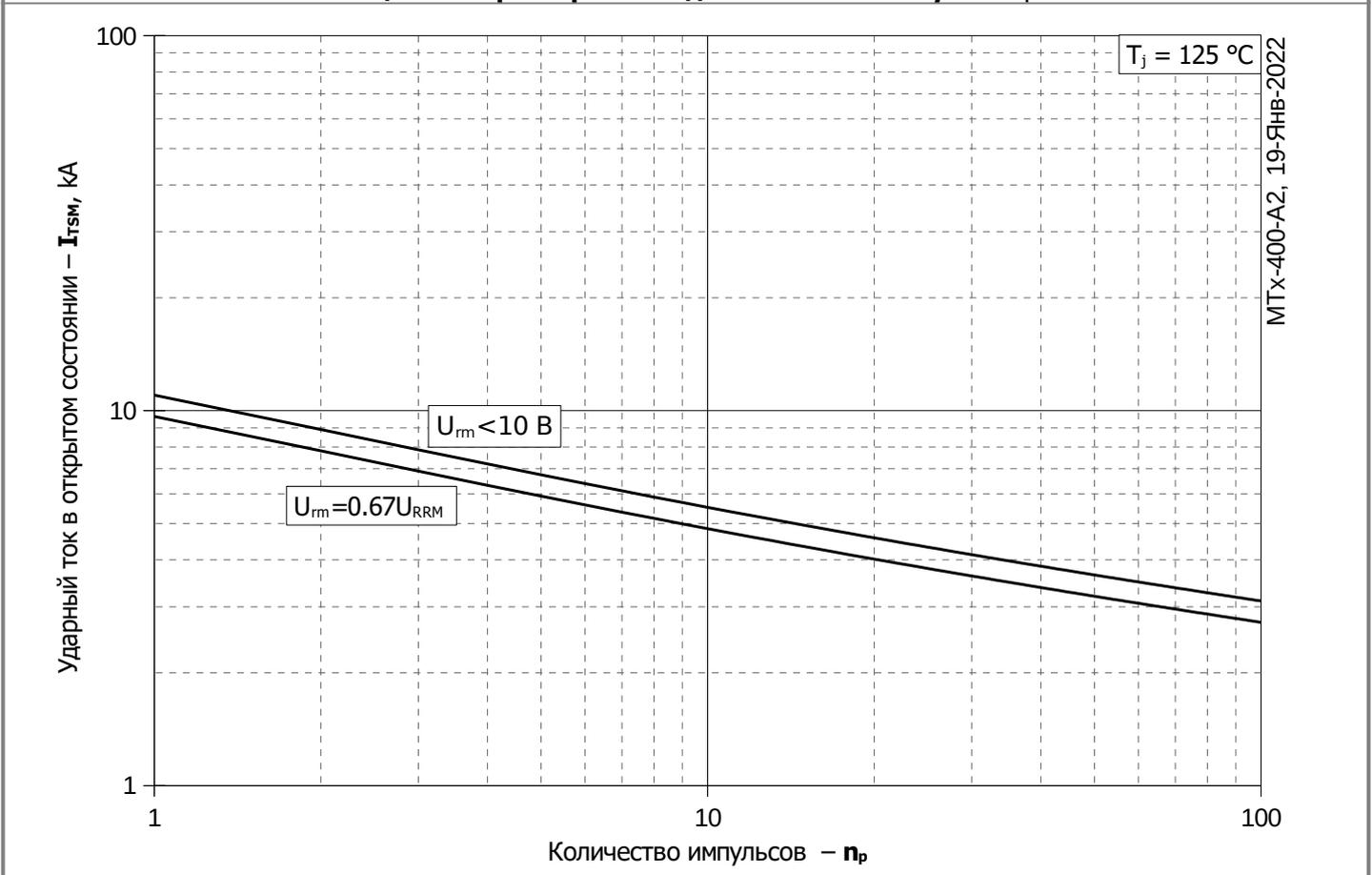


Рис. 14 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от количества импульсов n_p