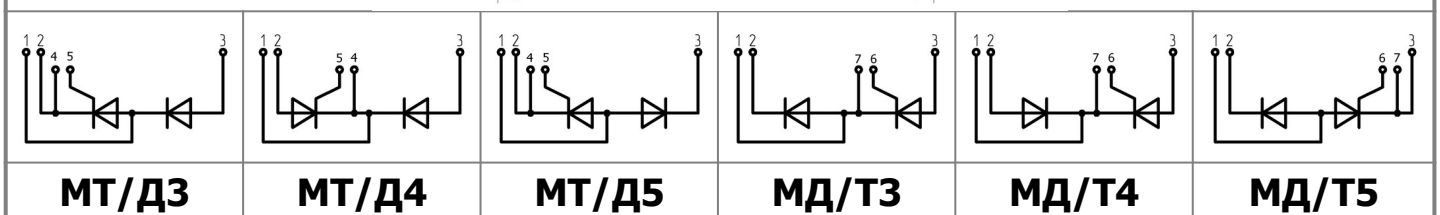
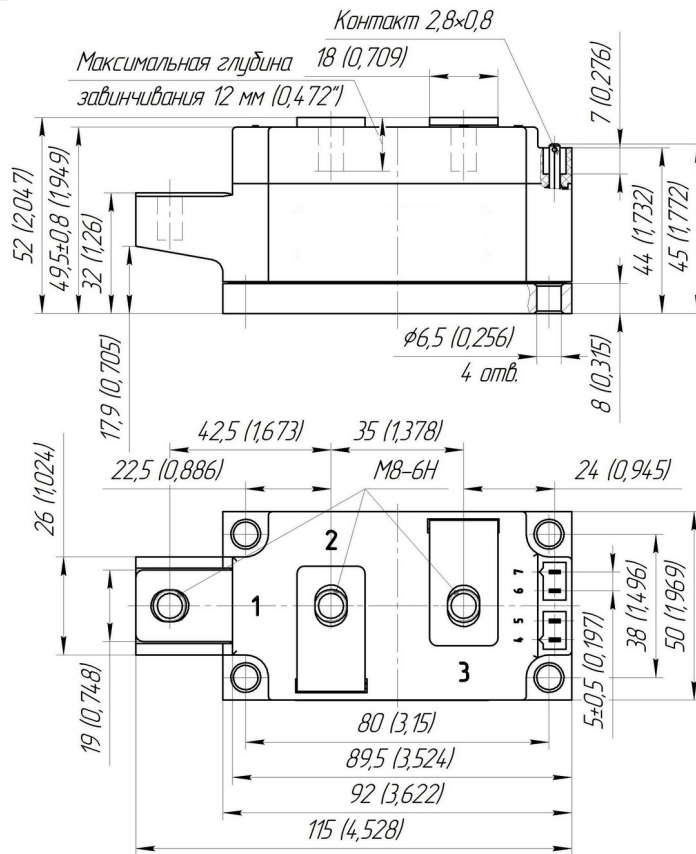
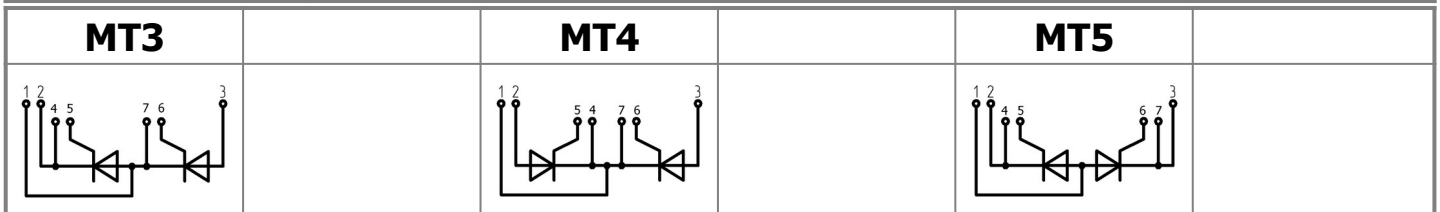




Изолированное основание
 Корпус промышленного стандарта
 Упрощенная механическая конструкция,
 быстрая сборка
 Прижимная конструкция

Двухпозиционный Тиристорный Модуль МТх-200-28-С1

| | | |
|--|------------|---------------|
| Средний прямой ток | I_{TAV} | 200 А |
| Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии | U_{DRM} | 2600...2800 В |
| Повторяющееся импульсное обратное напряжение | U_{RRM} | |
| Время выключения | t_q | 250 мкс |
| $U_{DRM}, U_{RRM}, В$ | 2600 | 2800 |
| Класс по напряжению | 26 | 28 |
| $T_j, ^\circ C$ | -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 | А | 200 237 | $T_c = 93\text{ }^\circ\text{C}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц $T_c = 85\text{ }^\circ\text{C}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц | |
| I_{TRMS} | Действующий ток в открытом состоянии | А | 314 | $T_c = 93\text{ }^\circ\text{C}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц | |
| I_{TSM} | Ударный ток в открытом состоянии | кА | 5.5 6.5 | $T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | 180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс}$; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$ |
| | | | 6.0 7.0 | $T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | 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 | $A^2c \cdot 10^3$ | 150 210 | $T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | 180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс}$; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$ |
| | | | 145 200 | $T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | 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 | В | 2600...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 | В | 2700...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 | В | $0.6 \cdot U_{DRM}$ $0.6 \cdot U_{RRM}$ | $T_j = T_{j\max}$; управление разомкнуто | |
| Параметры управления | | | | | |
| I_{FGM} | Максимальный прямой ток управления | А | 6 | $T_j = T_{j\max}$ | |
| U_{RGM} | Максимальное обратное напряжение управления | В | 5 | | |
| P_G | Максимальная рассеиваемая мощность по управлению | Вт | 3 | $T_j = T_{j\max}$ для постоянного тока управления | |
| Параметры переключения | | | | | |
| $(di_T/dt)_{crit}$ | Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ($f = 1\text{ Hz}$) | А/мкс | 200 | $T_j = T_{j\max}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$; $I_{TM} = 2 I_{TAV}$; 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 | 2.00 | $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; I_{TM}=785\text{ A}$ | | |
| $U_{T(ТО)}$ | Пороговое напряжение, макс | В | 0.90 | $T_j=T_{j\text{ max}};$ $0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$ | | |
| r_T | Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс | МОм | 1.100 | | | |
| I_L | Ток включения, макс | мА | 700 | $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; U_D=12\text{ В};$ 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 | 50 2.50 | $T_j=T_{j\text{ max}}$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ | $U_D=U_{DRM}; U_R=U_{RRM}$ | |
| $(du_D/dt)_{crit}$ | Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии ¹⁾ , мин | В/мкс | 1000 | $T_j=T_{j\text{ max}};$ $U_D=0.67 \cdot U_{DRM};$ управление разомкнуто | | |
| Характеристики управления | | | | | | |
| U_{GT} | Отпирающее постоянное напряжение управления, макс | В | 3.50 2.00 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 | 250 150 100 | $T_j=T_{j\text{ min}}$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ $T_j=T_{j\text{ max}}$ | | |
| U_{GD} | Неотпирающее постоянное напряжение управления, мин | В | 0.25 | $T_j=T_{j\text{ max}};$ $U_D=0.67 \cdot U_{DRM};$ Постоянный ток управления | | |
| I_{GD} | Неотпирающий постоянный ток управления, мин | мА | 10.00 | | | |
| Динамические характеристики | | | | | | |
| t_{gd} | Время задержки, макс | мкс | 2.50 | $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; U_D=1500\text{ В}; I_{TM}=I_{TAV};$ $di/dt=200\text{ А/мкс};$ 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 | $du_D/dt=50\text{ В/мкс}; T_j=T_{j\text{ max}}; I_{TM}=I_{TAV};$ $di_R/dt=-10\text{ А/мкс}; U_R=100\text{ В};$ $U_D=0.67 U_{DRM}$ | | |
| Q_{rr} | Заряд обратного восстановления, макс | мкКл | 1200 | $T_j=T_{j\text{ max}}; I_{TM}=320\text{ A};$ $di_R/dt=-10\text{ А/мкс};$ $U_R=100\text{ В}$ | | |
| t_{rr} | Время обратного восстановления, макс | мкс | 20 | | | |
| I_{rr} | Обратный ток восстановления, макс | А | 120 | | | |
| Тепловые характеристики | | | | | | |
| R_{thjc} | Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс | | | 180 эл. град. синус; 50 Гц | | |
| | | на модуль | $^\circ\text{C/Вт}$ | | | 0.0550 |
| | | на позицию | $^\circ\text{C/Вт}$ | | | 0.1100 |
| R_{thch} | Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс | | | | | |
| | | на модуль | $^\circ\text{C/Вт}$ | | | 0.0200 |
| | | на позицию | $^\circ\text{C/Вт}$ | | | 0.0400 |
| Характеристики изоляции | | | | | | |
| U_{ISOL} | Электрическая прочность изоляции | кВ | 3.00 | синус; 50 Гц; действующее значение | $t=60\text{ с}$ | |
| | | | 3.60 | | $t=1\text{ с}$ | |

| Механические характеристики | | | | |
|-----------------------------|---|----|------|--------------|
| M ₁ | Момент затяжки основания (M6) ³⁾ | Нм | 6.00 | Допуск ± 15% |
| M ₂ | Момент затяжки выводов (M8) ³⁾ | Нм | 9.00 | Допуск ± 15% |
| m | Масса, макс | г | 860 | |

| МАРКИРОВКА | | ПРИМЕЧАНИЕ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|--|-----|--------------------|-----|-------------|-----|----|----|----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|---|--|--------------------|----|----------------------------|------|
| <table border="1"> <tr> <td>MT</td><td>3</td><td>-</td><td>200</td><td>-</td><td>28</td><td>-</td><td>A2</td><td>M2</td><td>-</td><td>C1</td><td>-</td><td>Y2</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | | MT | 3 | - | 200 | - | 28 | - | A2 | M2 | - | C1 | - | Y2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | <p>1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии</p> <table border="1"> <tr> <td>Обозначение группы</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>$(du_D/dt)_{crit}$, В/мкс</td> <td>1000</td> </tr> </table> | | Обозначение группы | A2 | $(du_D/dt)_{crit}$, В/мкс | 1000 |
| MT | 3 | - | 200 | - | 28 | - | A2 | M2 | - | C1 | - | Y2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение группы | A2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $(du_D/dt)_{crit}$, В/мкс | 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>1. Тиристорный модуль (MT) Тиристорно-диодный модуль (MT/Д) Диодно-тиристорный модуль (МД/Т)</p> <p>2. Схема включения</p> <p>3. Средний прямой ток, А</p> <p>4. Класс по напряжению</p> <p>5. Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии</p> <p>6. Группа по времени выключения ($du_D/dt=50$ В/мкс)</p> <p>7. Тип корпуса (M.C1)</p> <p>8. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: Y2</p> | | <p>2) Время выключения ($du_D/dt=50$ В/мкс)</p> <table border="1"> <tr> <td>Обозначение группы</td> <td>M2</td> </tr> <tr> <td>t_q, мкс</td> <td>250</td> </tr> </table> | | Обозначение группы | M2 | t_q , мкс | 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение группы | M2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| t_q , мкс | 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | <p>3) Резьба должна быть смазана</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Сертифицирован UL, файл № E255404</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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.

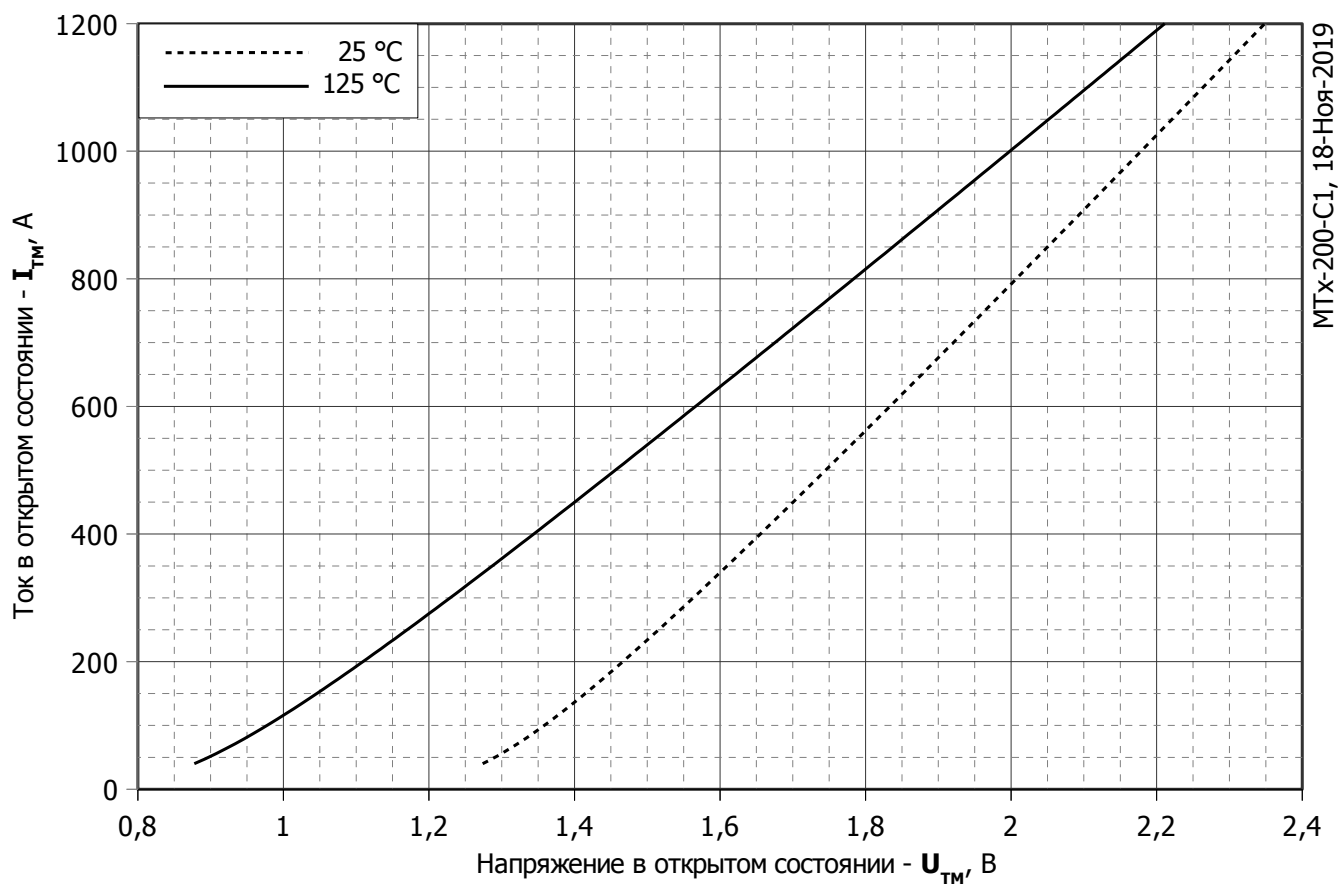


Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика

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 | |
|----------|--------------------------|-------------------------|
| | $T_j = 25^\circ\text{C}$ | $T_j = T_{j\text{max}}$ |
| A | 1.08580000 | 0.67849000 |
| B | 0.00082840 | 0.00102550 |
| C | 0.04373700 | 0.04254400 |
| D | -0.00119770 | 0.00001079 |

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

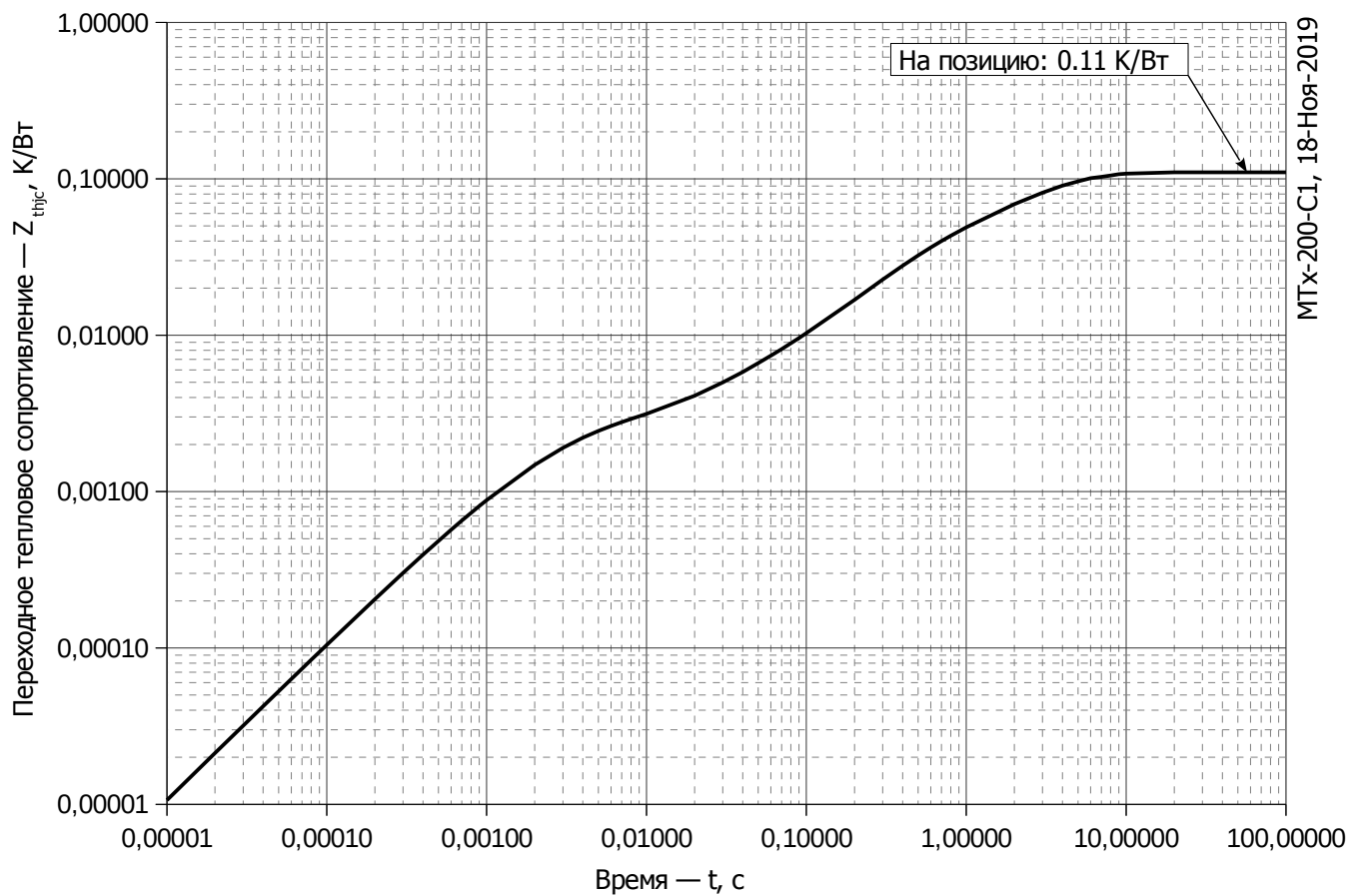


Рис. 2 – Зависимость переходного теплового сопротивления Z_{thjc} от времени t

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 |
|--------------------|--------|----------|---------|-----------|---------|----------|
| $R_i, \text{K/Wt}$ | 0.0808 | 0.007806 | 0.02226 | -0.007688 | 0.00471 | 0.00217 |
| τ_i, c | 2.801 | 1.283 | 0.3281 | 0.09408 | 0.0572 | 0.002255 |

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

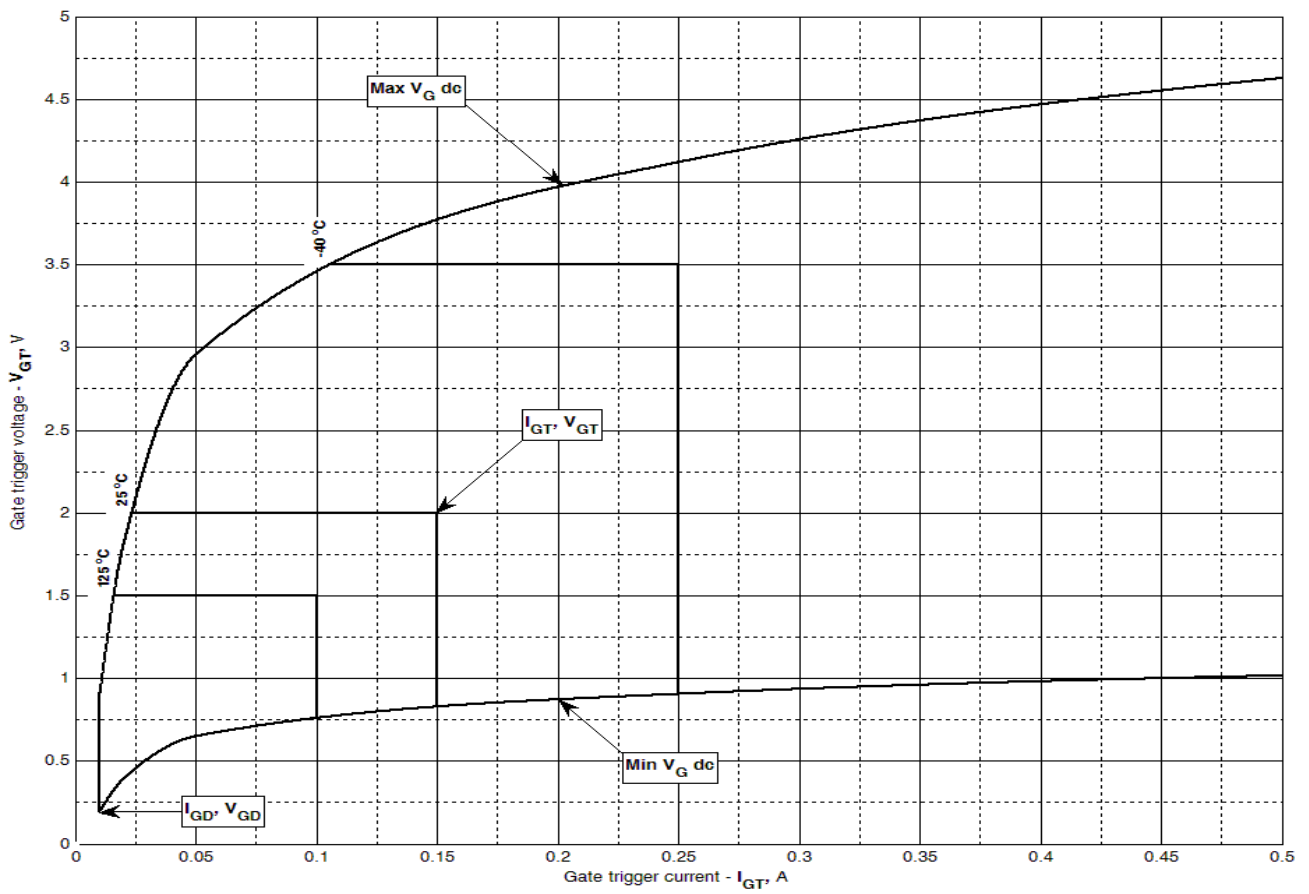


Рис. 3 – Вольт – амперная характеристика цепи управления

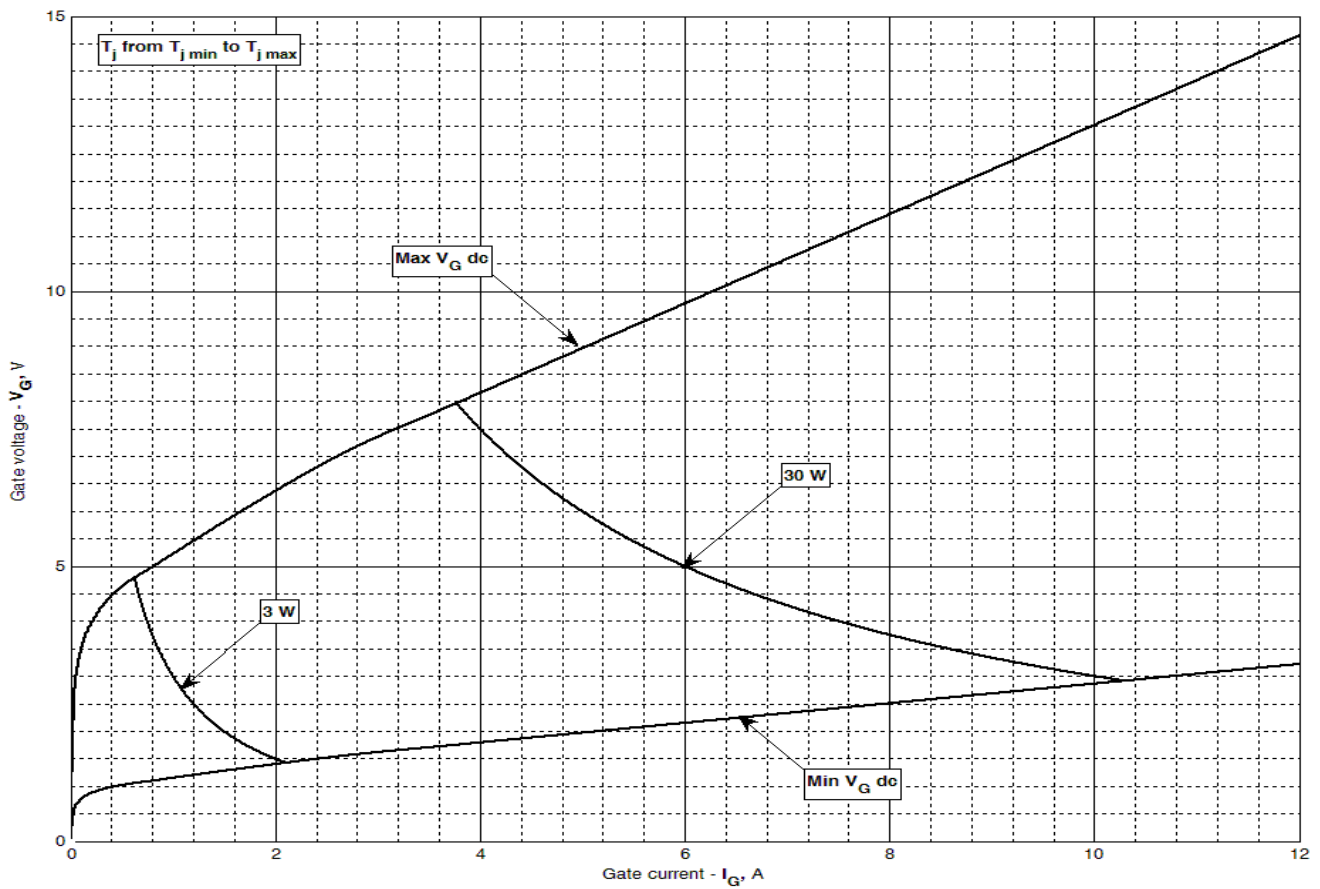


Рис. 4 – Вольт – амперная характеристика цепи управления – Кривые мощности

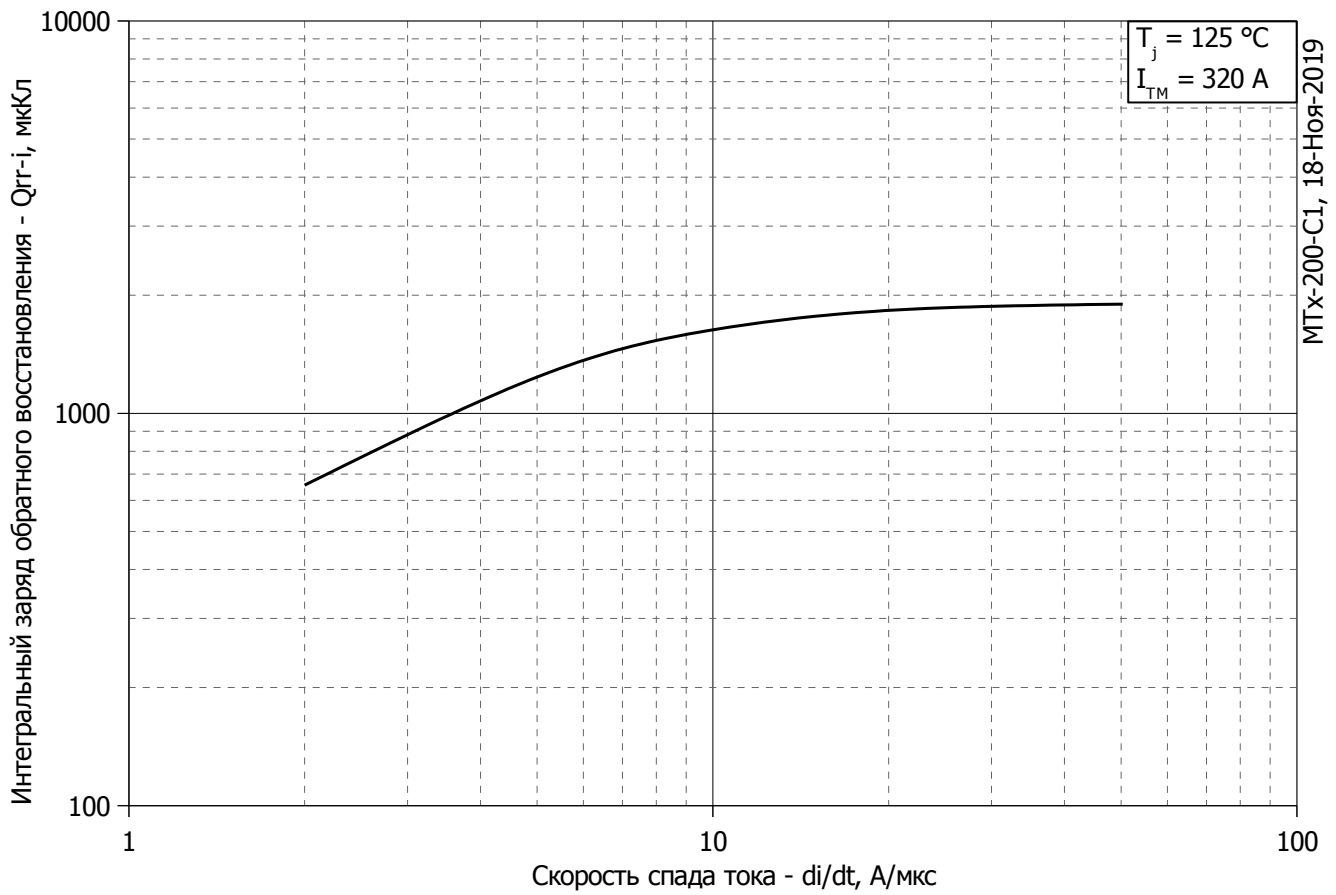


Рис. 5 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления Q_{rr-i} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

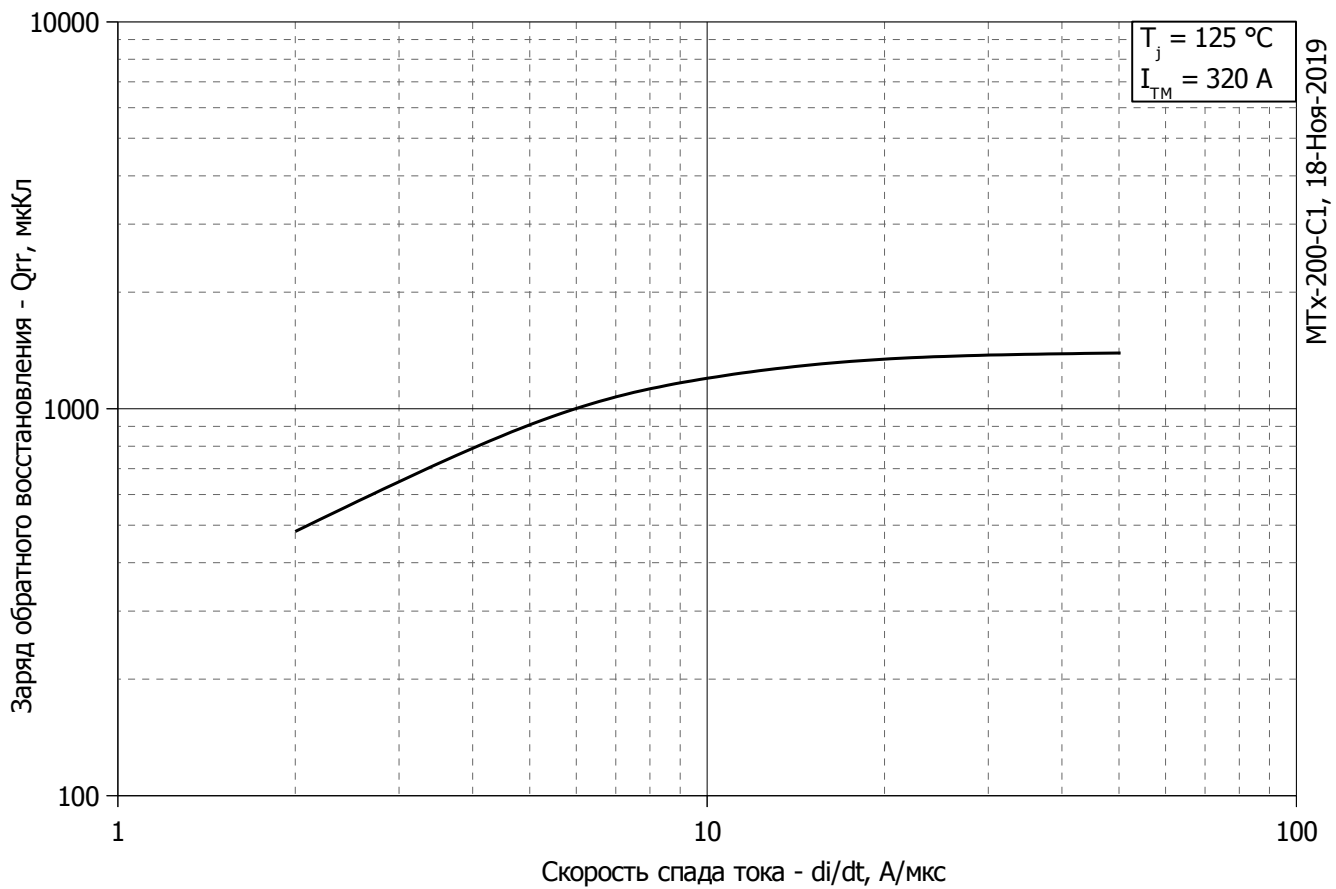


Рис. 6 – Зависимость максимального заряда обратного восстановления Q_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии

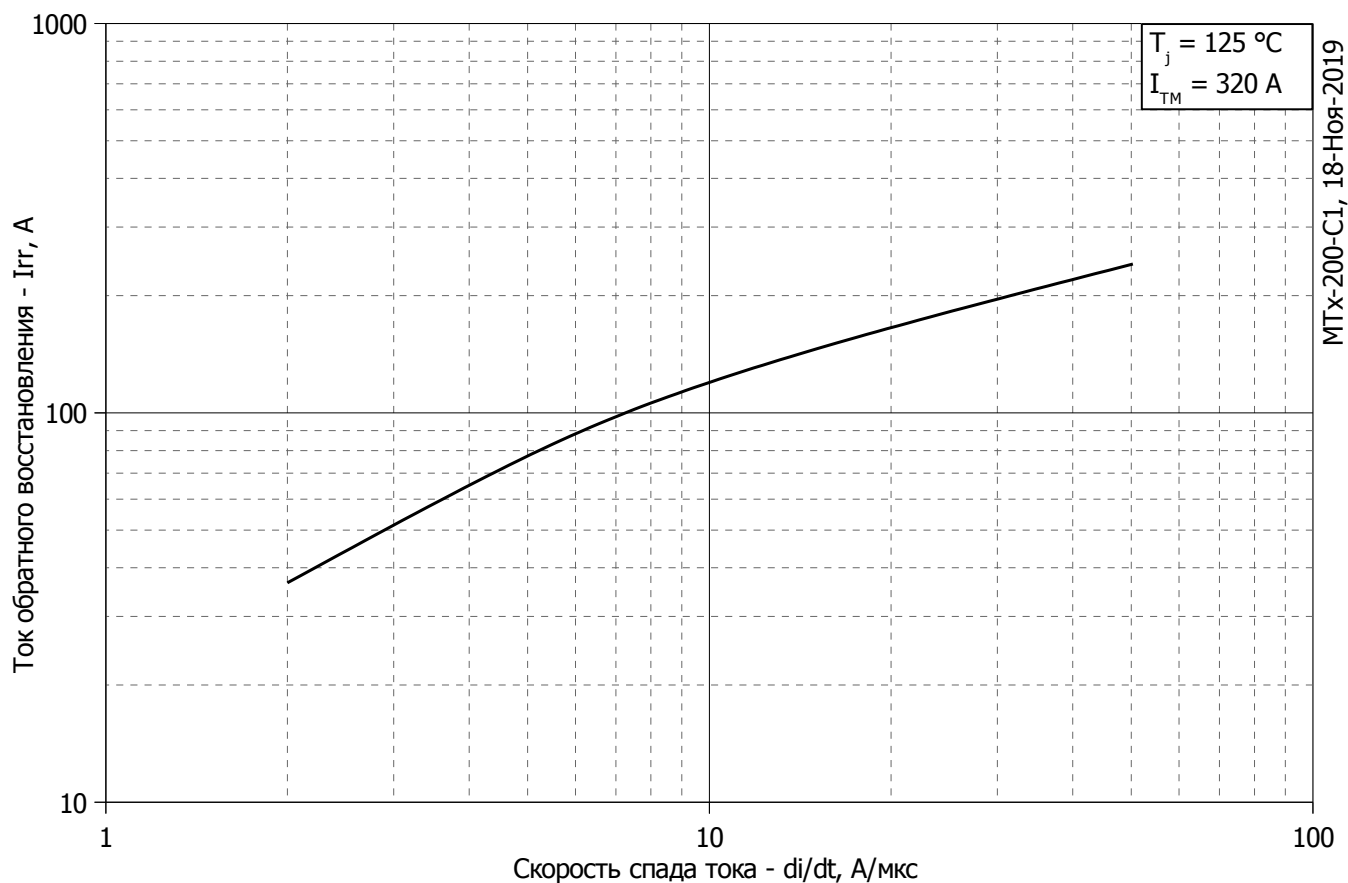


Рис. 7 – Зависимость максимального тока обратного восстановления I_{rr} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

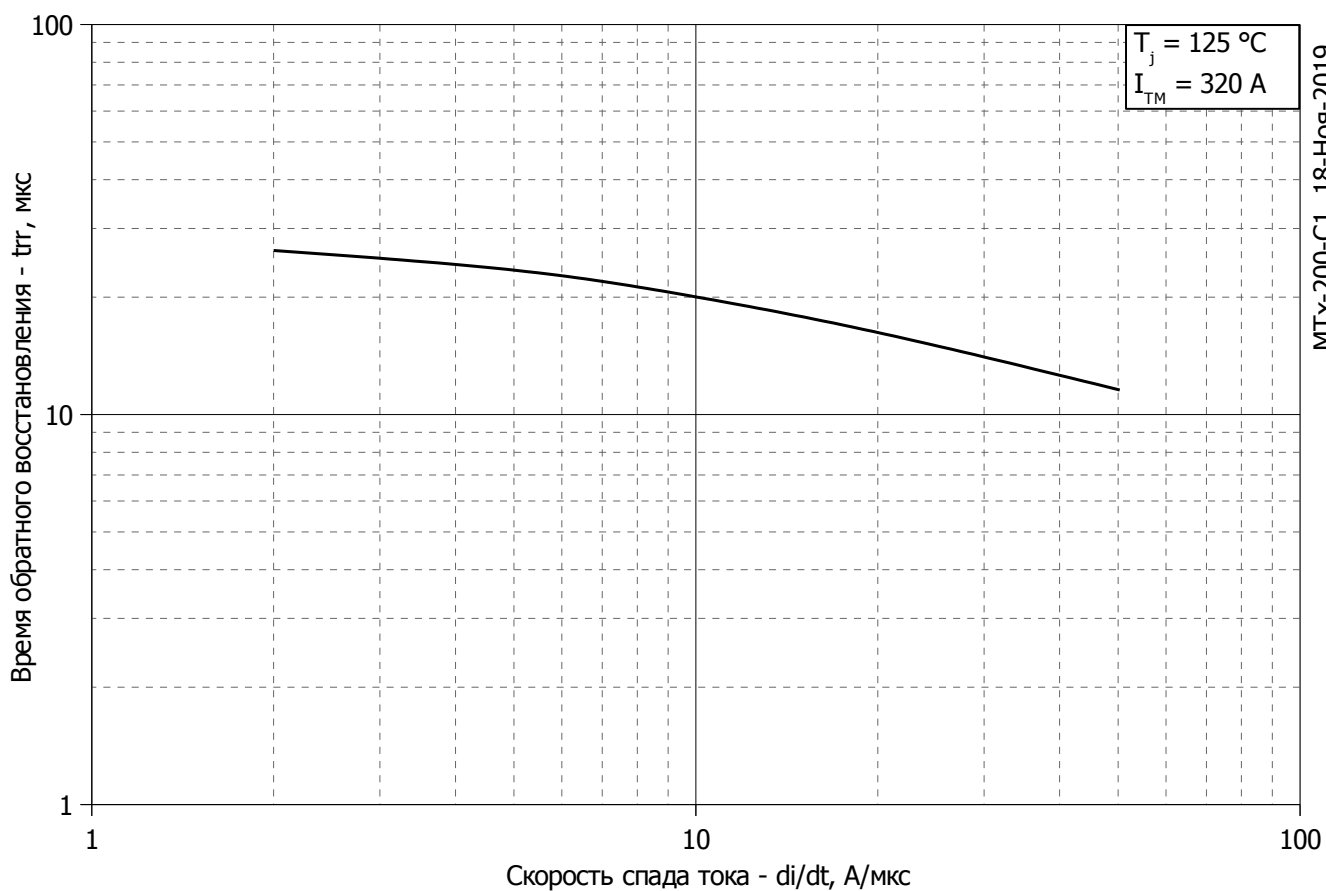


Рис. 8 - Зависимость максимального времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии

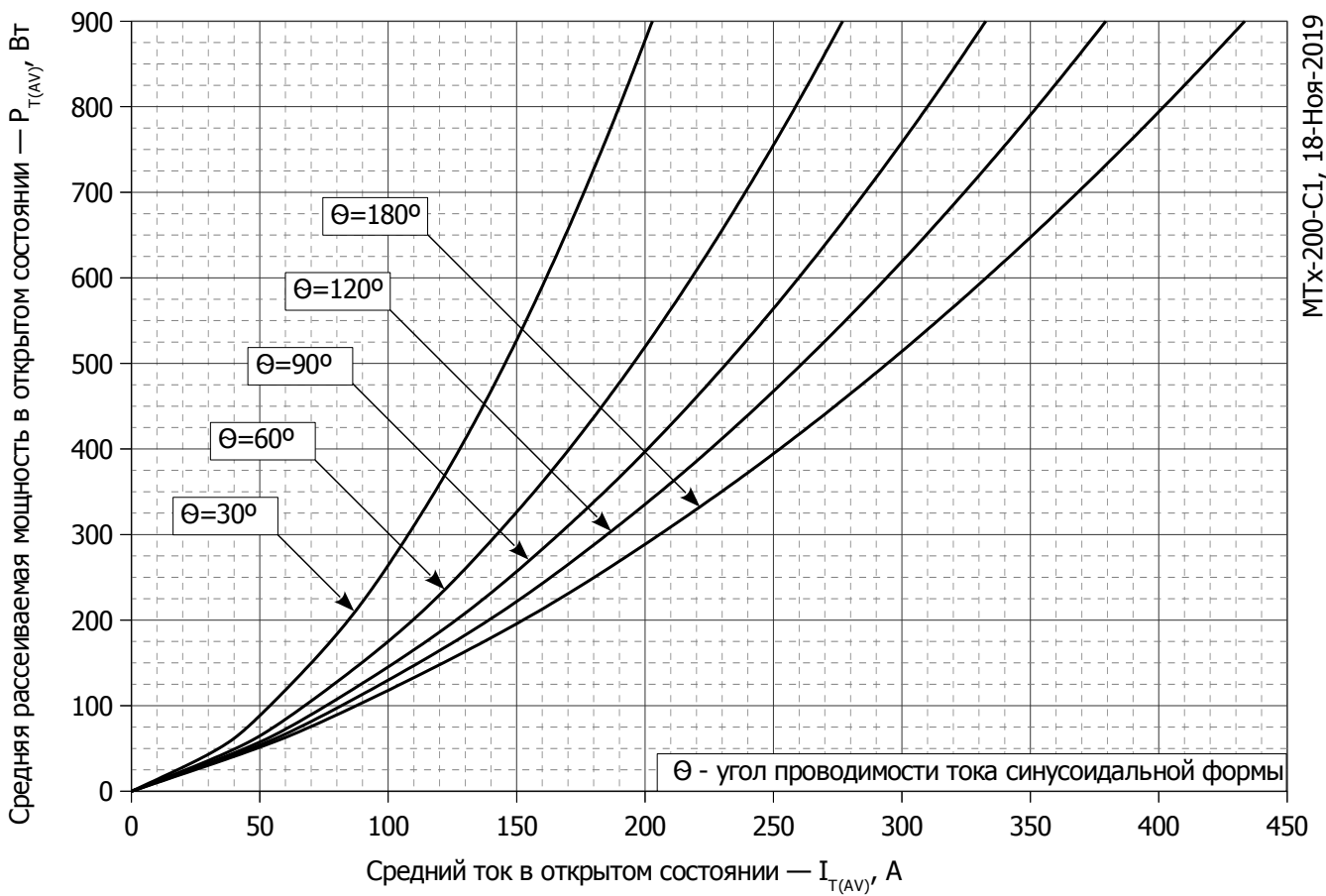


Рис. 9 - Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двустороннее охлаждение)

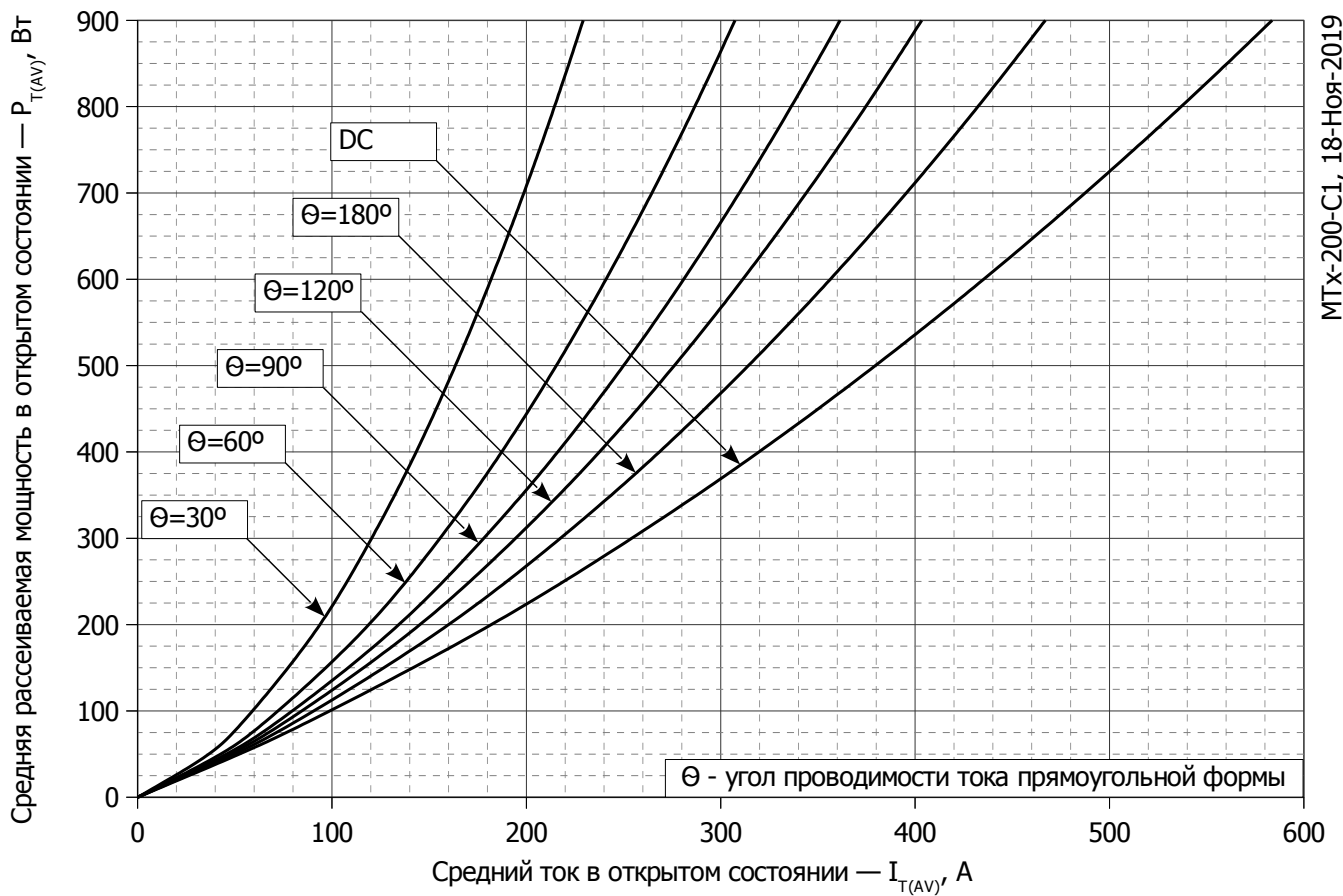
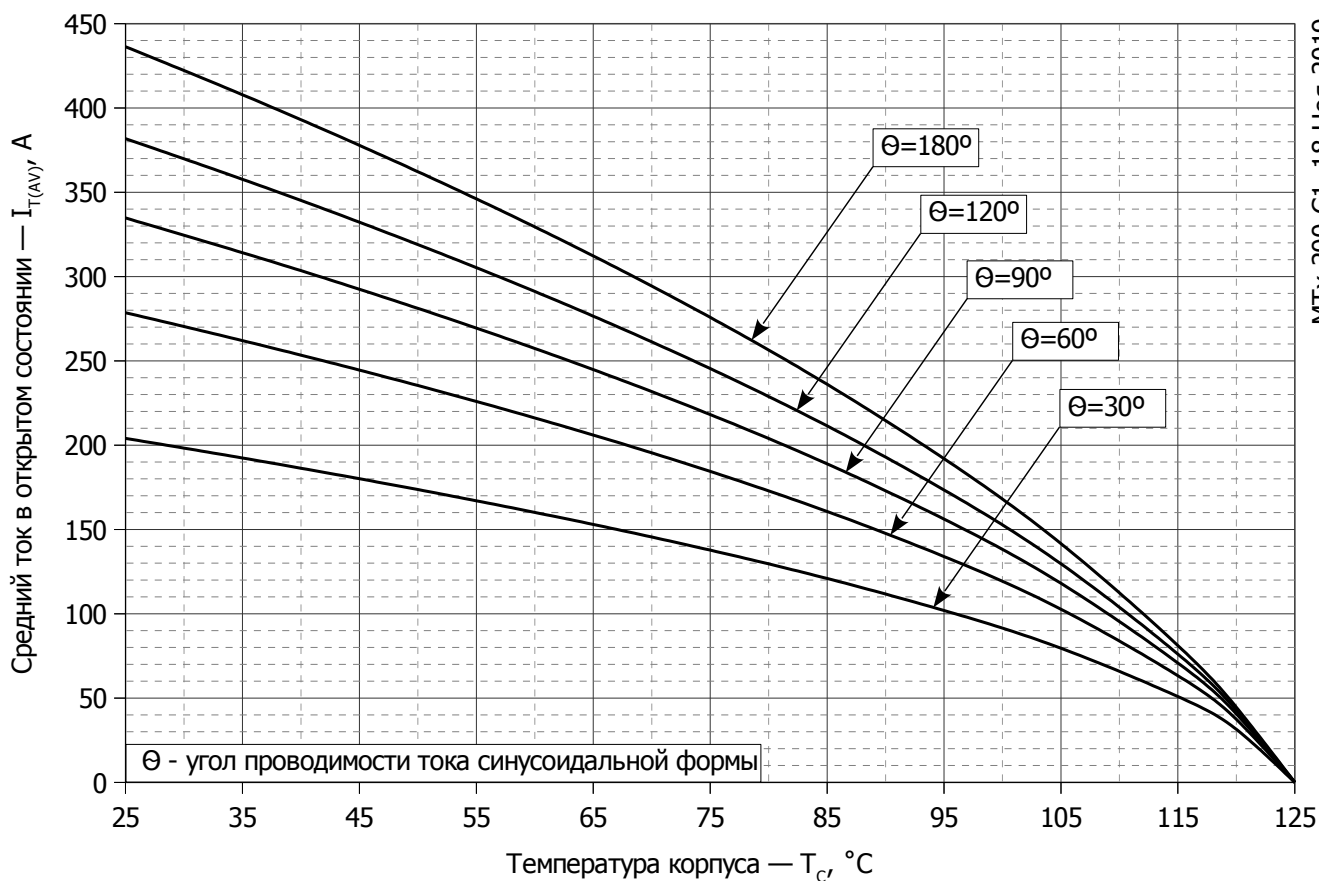
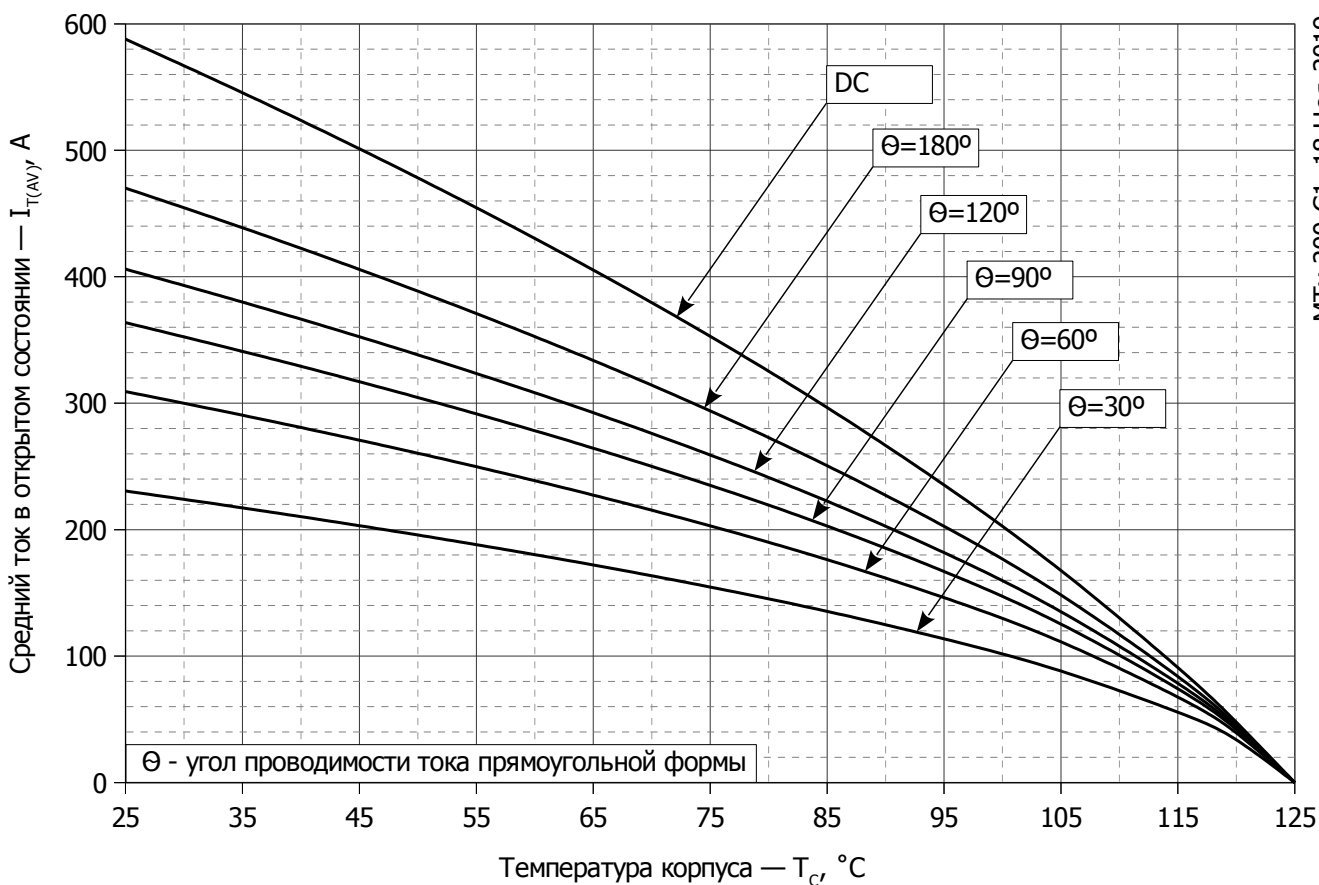


Рис. 10 – Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двустороннее охлаждение)



MTX-200-C1, 18-Ноя-2019

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, Двустороннее охлаждение)



MTX-200-C1, 18-Ноя-2019

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, Двустороннее охлаждение)

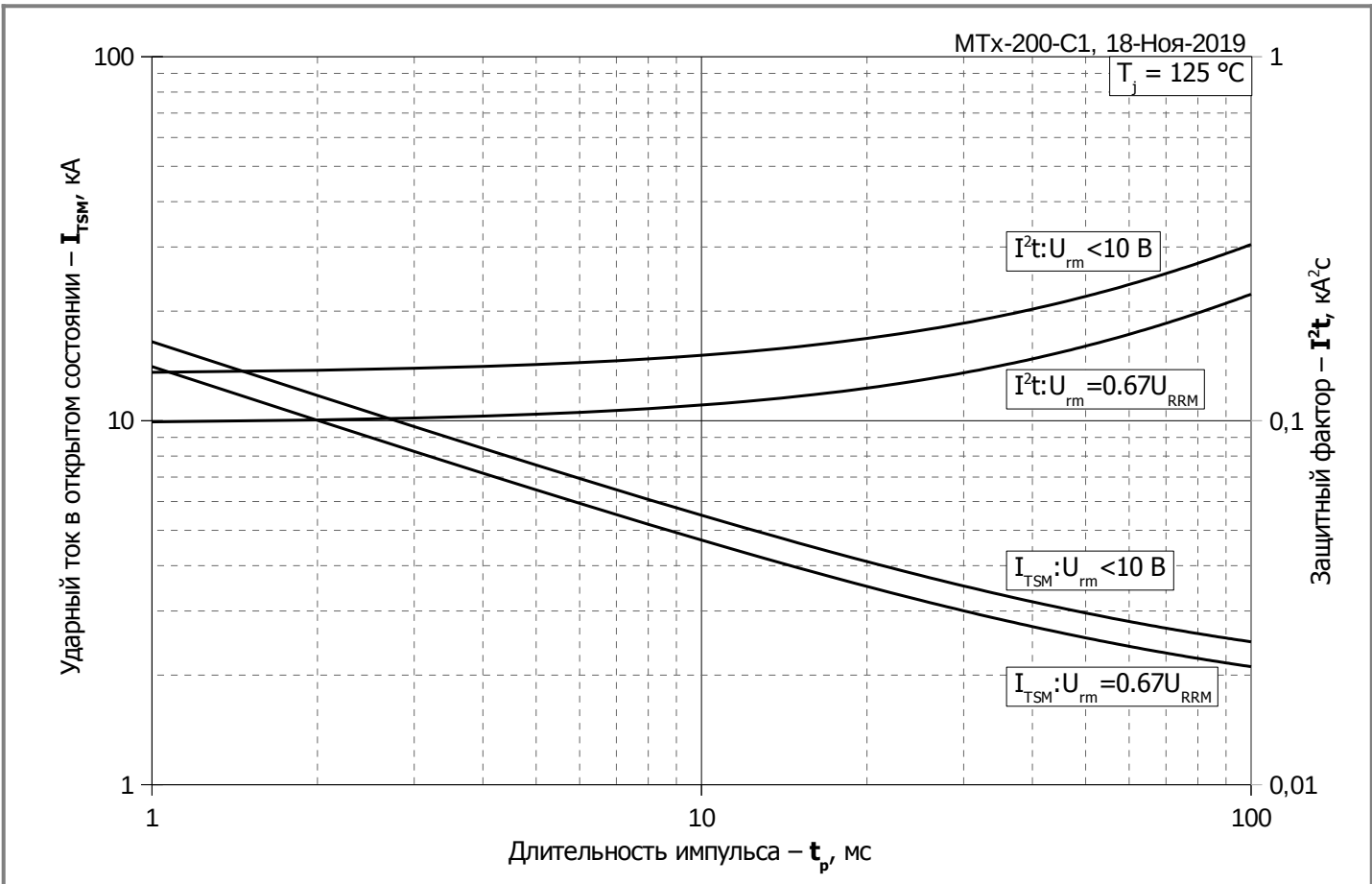


Рис. 13 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии $I_{F_{SM}}$ и защитного фактора I^2t от длительности импульса t_p

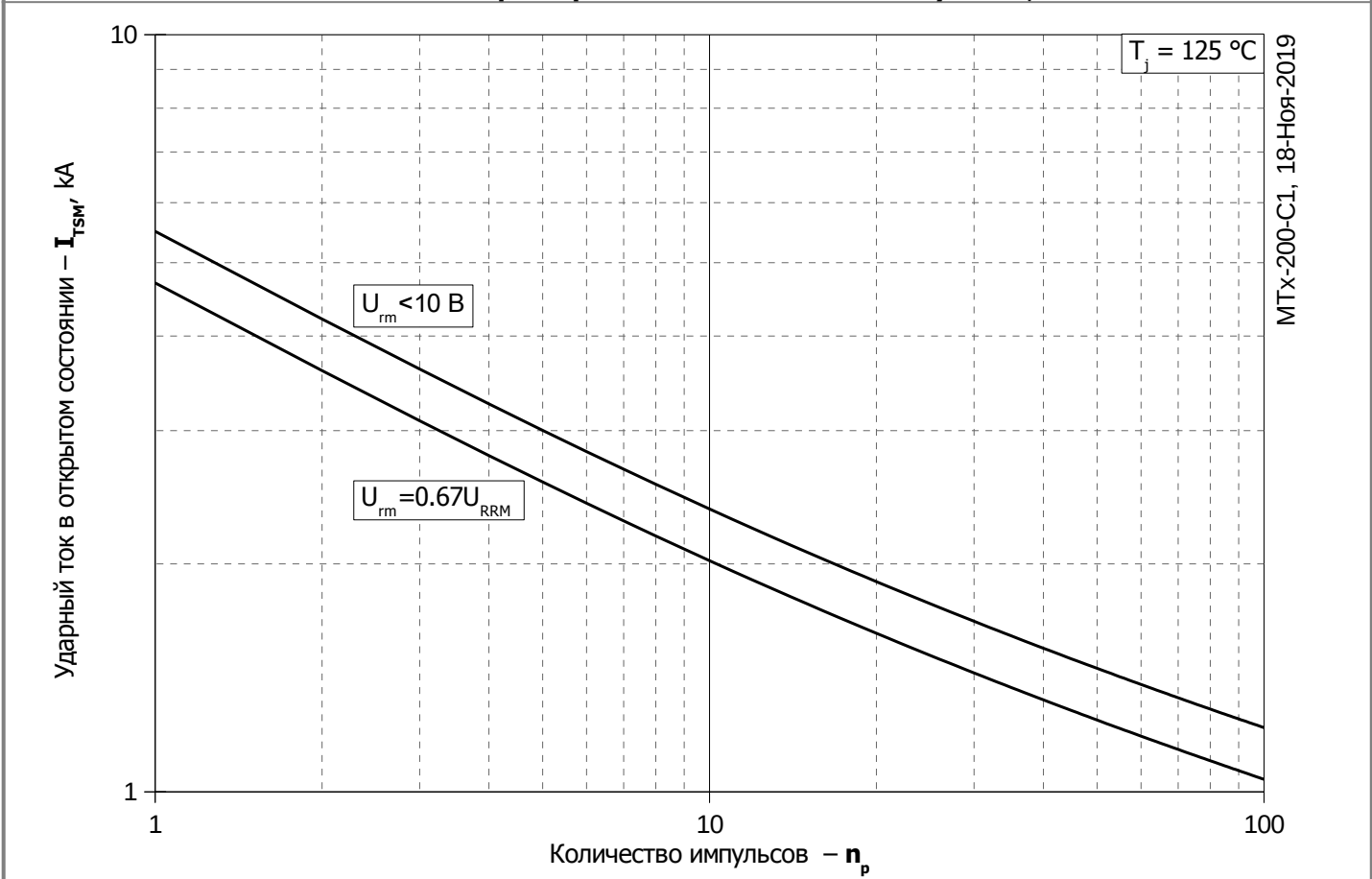


Рис. 14 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии $I_{F_{SM}}$ от количества импульсов n_p