



# ПРОТОН-ЭЛЕКТРОТЕКС

Высокая стойкость к  
электротермоциклированию  
Низкие статические и динамические потери  
Разработан для промышленного применения

**Лавинный Диод**  
**Тип ДЛ153-2000-20**

Средний прямой ток	$I_{FAV}$	2000 А	
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	$U_{RRM}$	1600...2000 В	
$U_{RRM}$ , В	1600	1800	2000
Класс по напряжению	16	18	20
$T_j$ , °С	-60...+175		

## ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения
<b>Параметры в проводящем состоянии</b>				
$I_{FAV}$	Максимально допустимый средний прямой ток	А	2000 2191	$T_c=109$ °С; двухстороннее охлаждение; $T_c=100$ °С; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц
$I_{FRMS}$	Действующий прямой ток	А	3140	$T_c=109$ °С; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц
$I_{FSM}$	Ударный ток	кА	32.0 38.0	$T_j=T_{j\max}$ $T_j=25$ °С 180 эл. град. синус; $t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_R=0$ В
			34.0 41.0	$T_j=T_{j\max}$ $T_j=25$ °С 180 эл. град. синус; $t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_R=0$ В
$I^2t$	Защитный показатель	$A^2c10^3$	5100 7200	$T_j=T_{j\max}$ $T_j=25$ °С 180 эл. град. синус; $t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_R=0$ В
			4700 6900	$T_j=T_{j\max}$ $T_j=25$ °С 180 эл. град. синус; $t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_R=0$ В
<b>Блокирующие параметры</b>				
$U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное обратное напряжение	В	1600...2000	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$ ; 180 эл. град. синус; 50 Гц
$U_{(BR)}$	Пробивное напряжение	В	2000...2450	$T_j=25$ °С; $I_{br}=100$ мА; $t_p=10$ мс; 5 Гц
$U_R$	Постоянное обратное напряжение	В	$0.6 \cdot U_{RRM}$	$T_j=T_{j\max}$
$P_{RSM}$	Ударная обратная рассеиваемая мощность	кВт	16	$T_j=T_{j\max}$ ; $t_p=100$ мкс; 180 эл. град. синусоидальный ток; единичный импульс
<b>Тепловые параметры</b>				
$T_{stg}$	Температура хранения	°С	-60...+50	
$T_j$	Температура р-п перехода	°С	-60...+175	
<b>Механические параметры</b>				
F	Монтажное усилие	кН	24.0...28.0	
a	Ускорение	м/с <sup>2</sup>	50	В зажатом состоянии

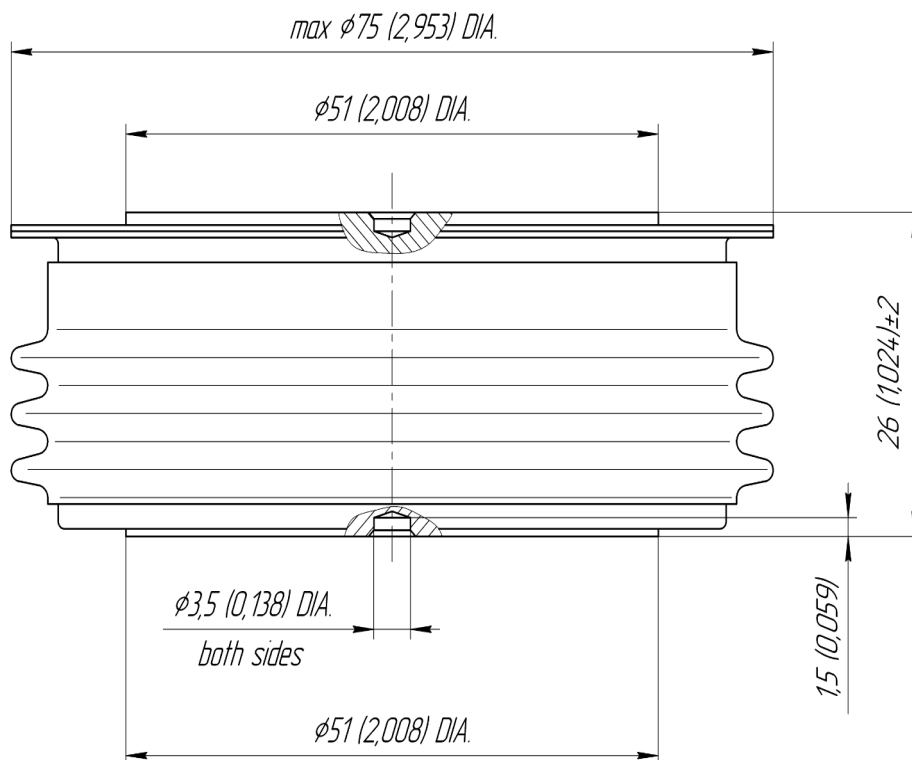
## ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение и наименование характеристики		Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
<b>Характеристики в проводящем состоянии</b>					
$U_{FM}$	Импульсное прямое напряжение, макс	В	1.80	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}; I_{FM}=6280\text{ A}$	
$U_{F(TO)}$	Пороговое напряжение, макс	В	0.956	$T_j=T_{j\text{ max}};$	
$r_T$	Динамическое сопротивление, макс	МОм	0.176	$0.5 \pi I_{FAV} < I_T < 1.5 \pi I_{FAV}$	
<b>Блокирующие характеристики</b>					
$I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный обратный ток, макс	мА	50	$T_j=T_{j\text{ max}};$ $U_R=U_{RRM}$	
<b>Динамические характеристики</b>					
$Q_r$	Заряд восстановления, макс	мкКл	5390	$T_j=T_{j\text{ max}}; I_{FM}=1000\text{ A};$ $di_R/dt=-10\text{ A/мкс};$ $U_R=100\text{ В};$	
$t_{rr}$	Время обратного восстановления, макс	мкс	46		
$I_{rr}$	Обратный ток восстановления, макс	А	234		
<b>Тепловые характеристики</b>					
$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0180	Постоянный ток	Двухстороннее охлаждение
$R_{thjc-A}$			0.0396		Охлаждение со стороны анода
$R_{thjc-K}$			0.0324		Охлаждение со стороны катода
$R_{thck}$	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0040	Постоянный ток	
<b>Механические характеристики</b>					
$m$	Масса, макс	г	550		
$D_s$	Длина пути тока утечки по поверхности	мм (дюйм)	33.72 (1.327)		
$D_a$	Длина пути тока утечки по воздуху	мм (дюйм)	24.50 (0.964)		

### МАРКИРОВКА

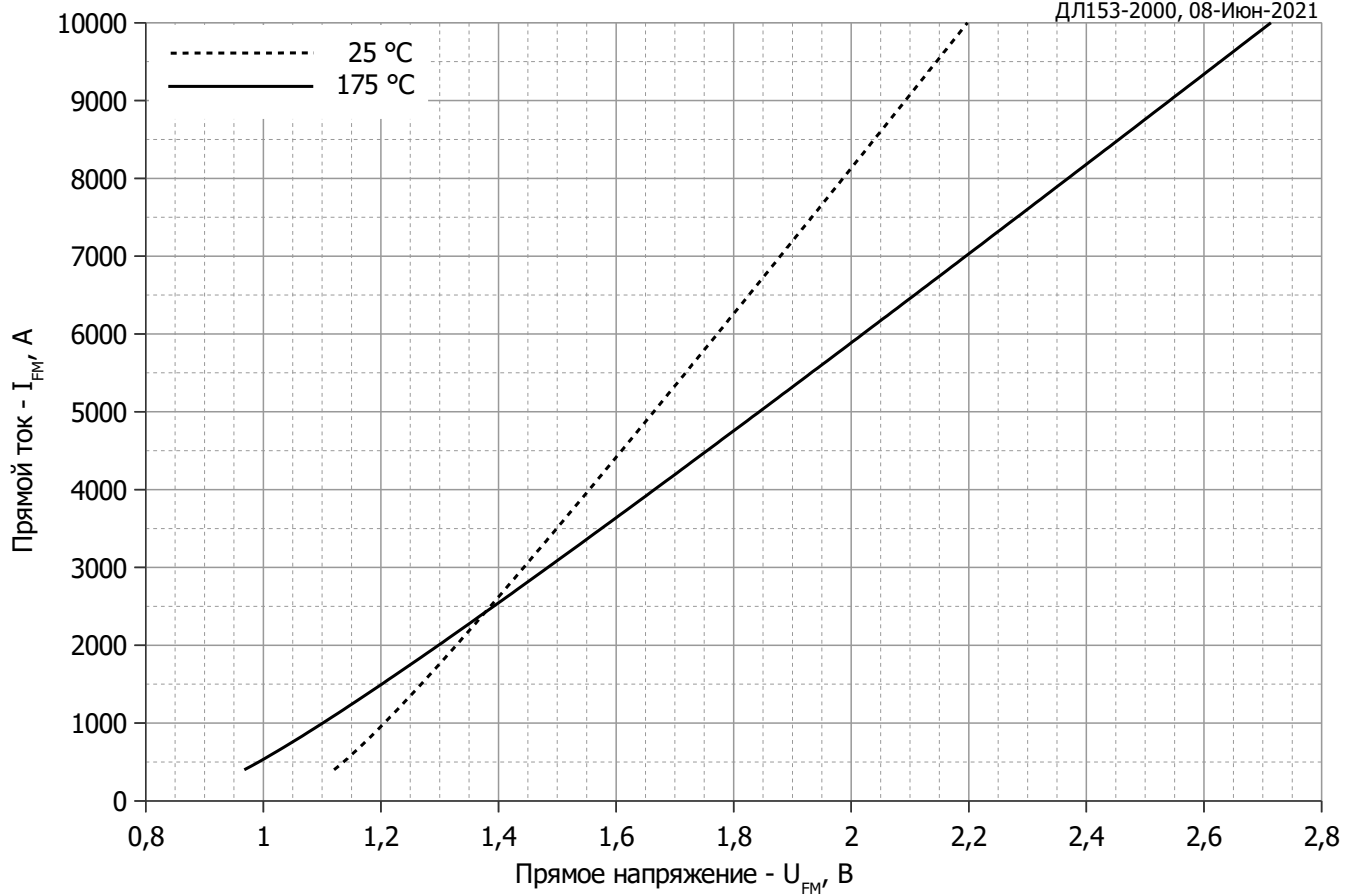
ДЛ	153	2000	20	УХЛ2
1	2	3	4	5

1. ДЛ — Лавинный диод
2. Конструктивное исполнение
3. Средний прямой ток, А
4. Класс по напряжению
5. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: УХЛ2, Т2



Все размеры в миллиметрах (дюймах)

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.



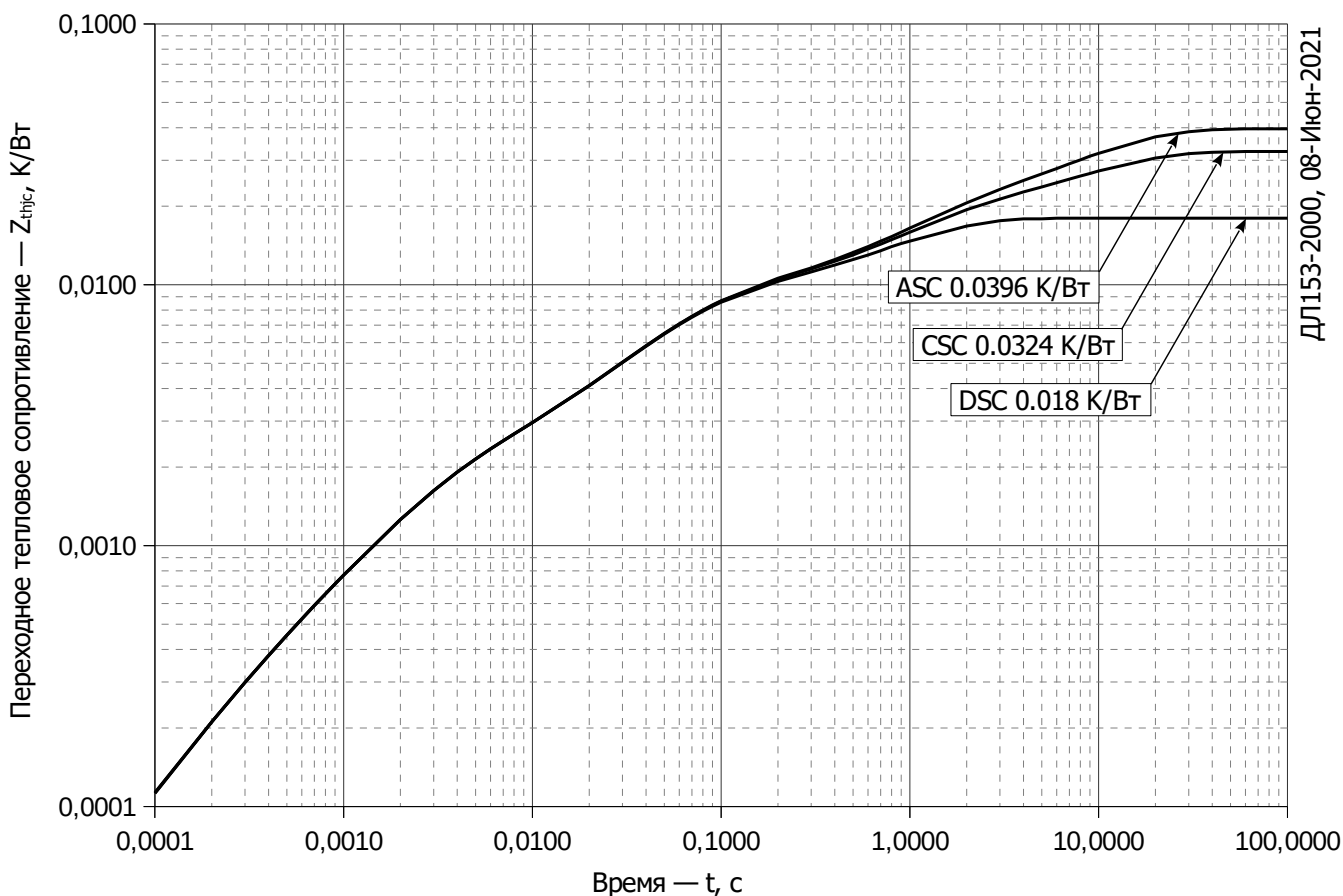
**Рис. 1 – Предельная вольт–амперная характеристика**

Аналитическая функция предельной вольт — амперной характеристики:

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

	Коэффициенты для графика	
	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$T_j = T_{j \max}$
<b>A</b>	0.95602596	0.76369292
<b>B</b>	0.00009985	0.00016118
<b>C</b>	0.01827148	0.01733801
<b>D</b>	0.00074930	0.00178541

**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  $i = 1$  до  $n$ ,  $n$  – 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.

Постоянный ток, двустороннее охлаждение

$i$	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.009241	0.006037	0.001231	0.001054	0.0003396	0.00009575
$\tau_i, s$	0.9673	0.04967	0.002733	0.07734	0.001638	0.0002248

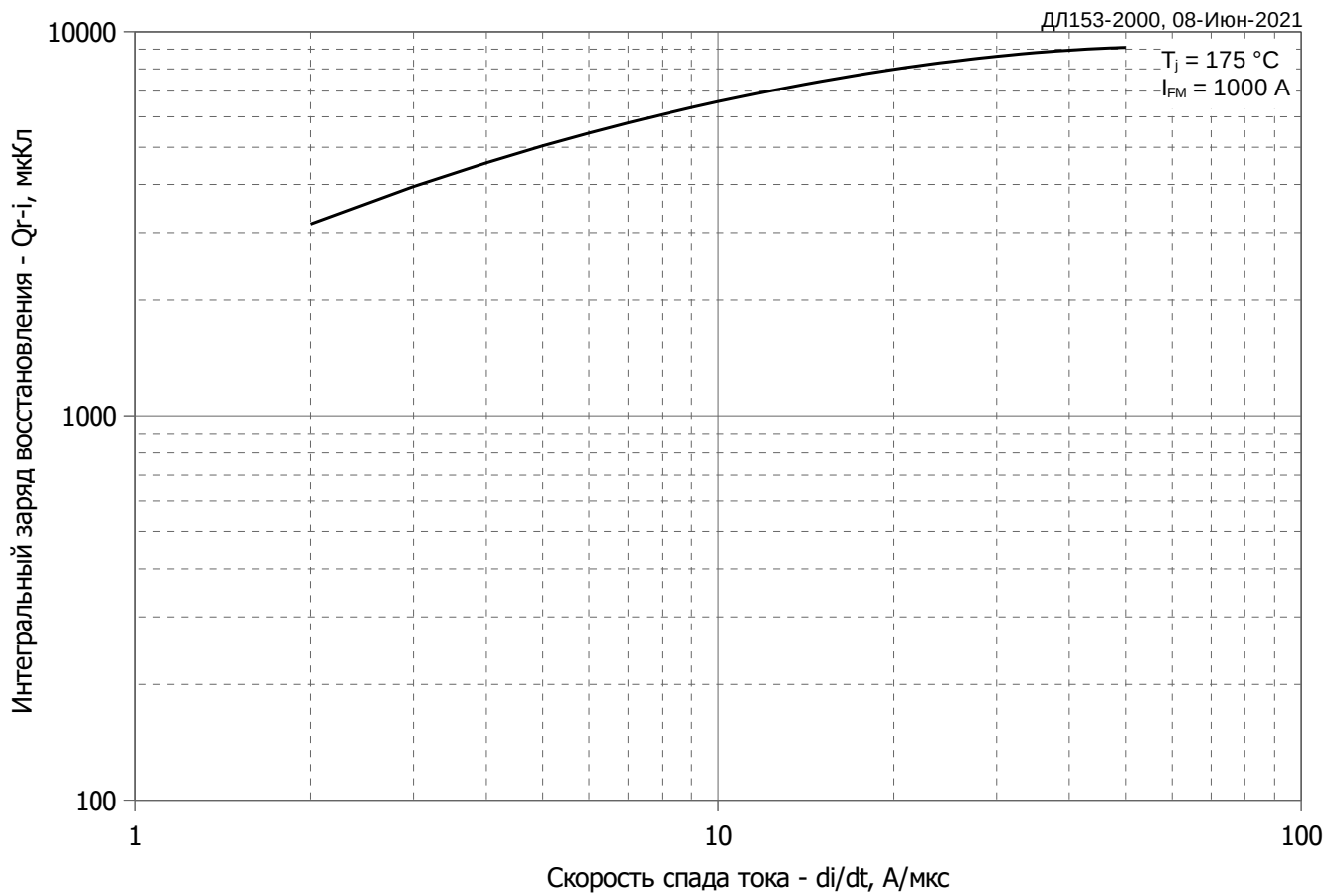
Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

$i$	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.0144	0.009281	0.006055	0.001018	0.001535	0.0001182
$\tau_i, s$	9.745	1.028	0.05591	0.03732	0.002468	0.0002687

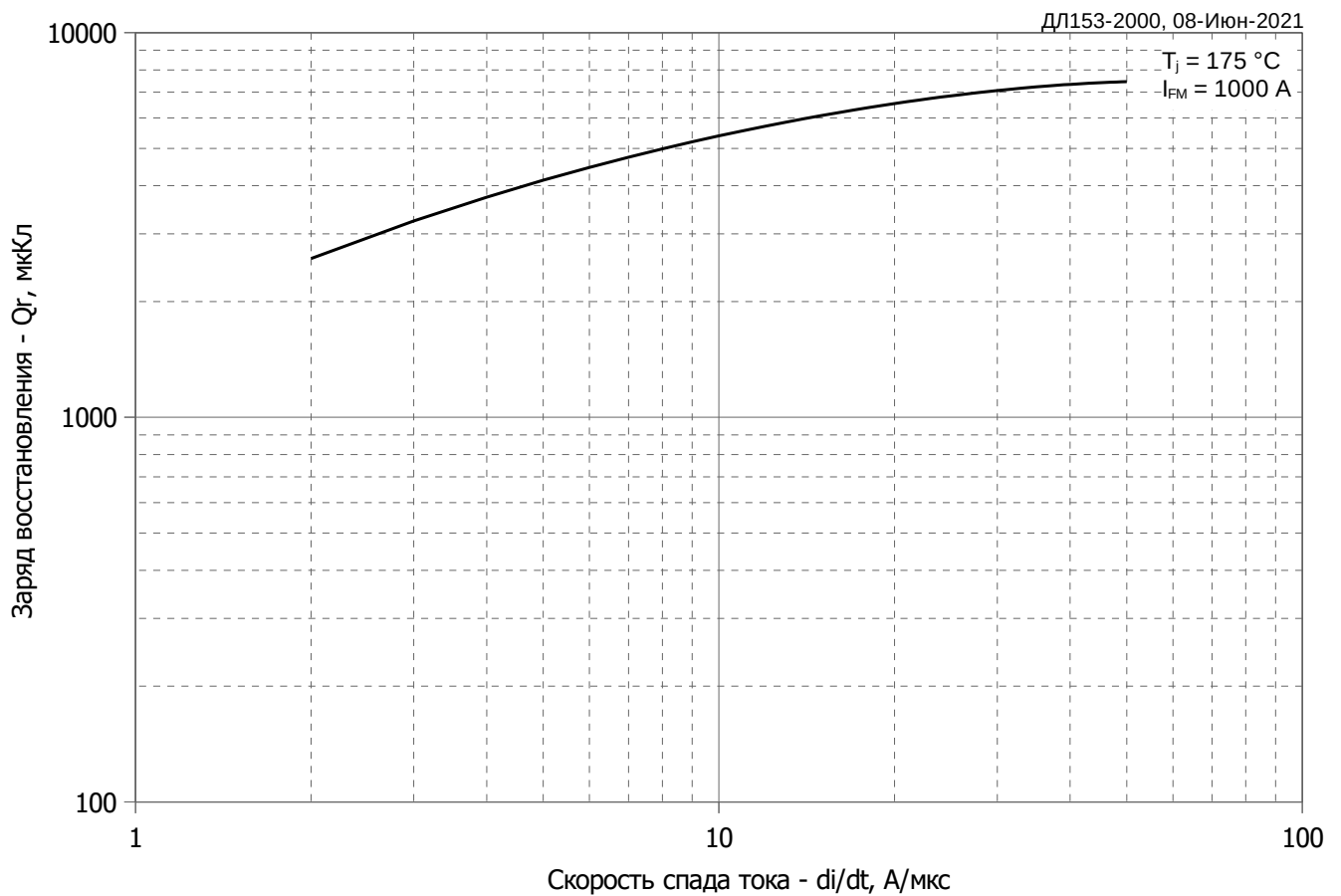
Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

$i$	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.0216	0.009325	0.006949	0.0001252	0.001516	0.0001119
$\tau_i, s$	9.752	1.065	0.05344	0.01407	0.002421	0.0002554

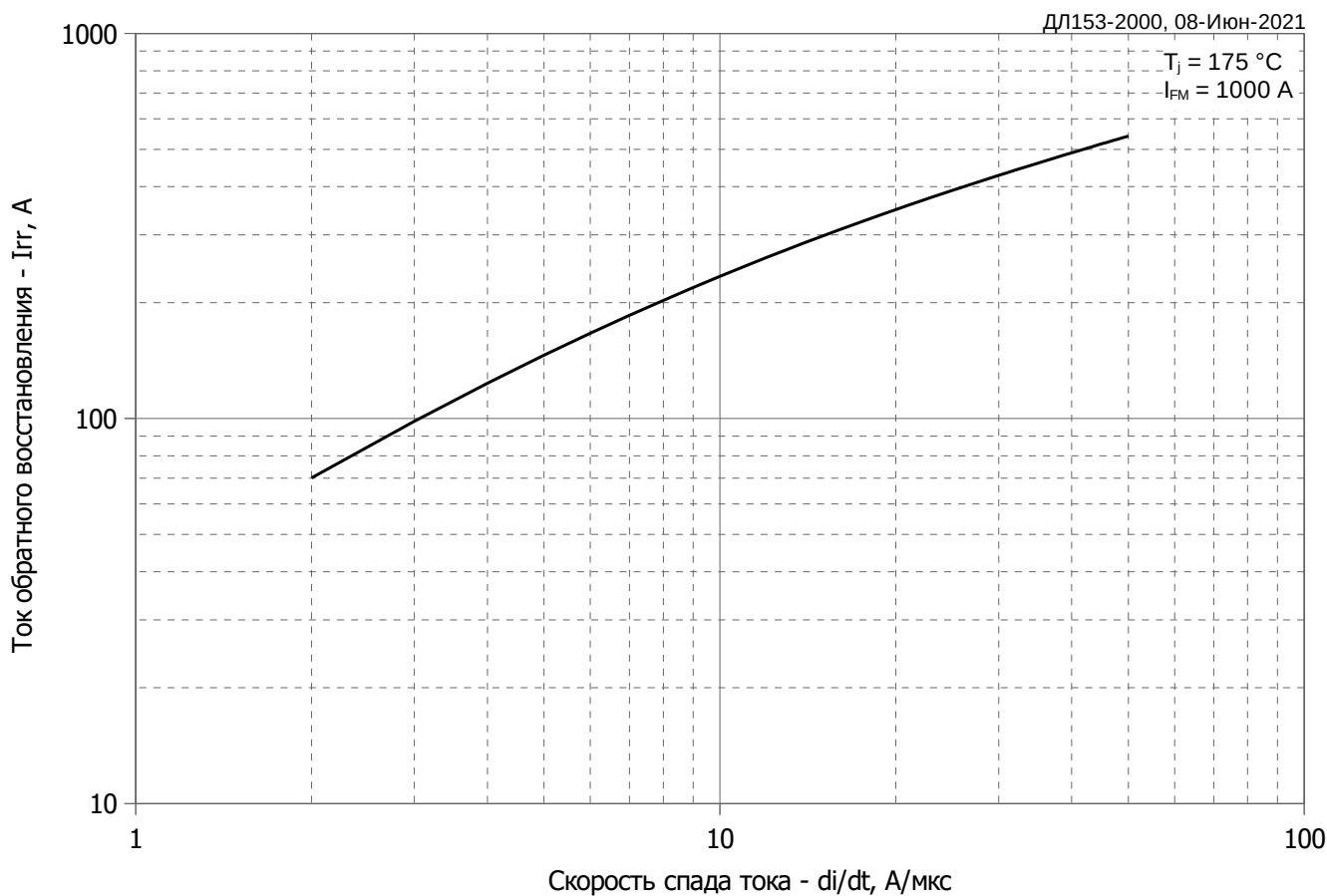
**Модель переходного теплового сопротивления переход - корпус (см. Рис. 2)**



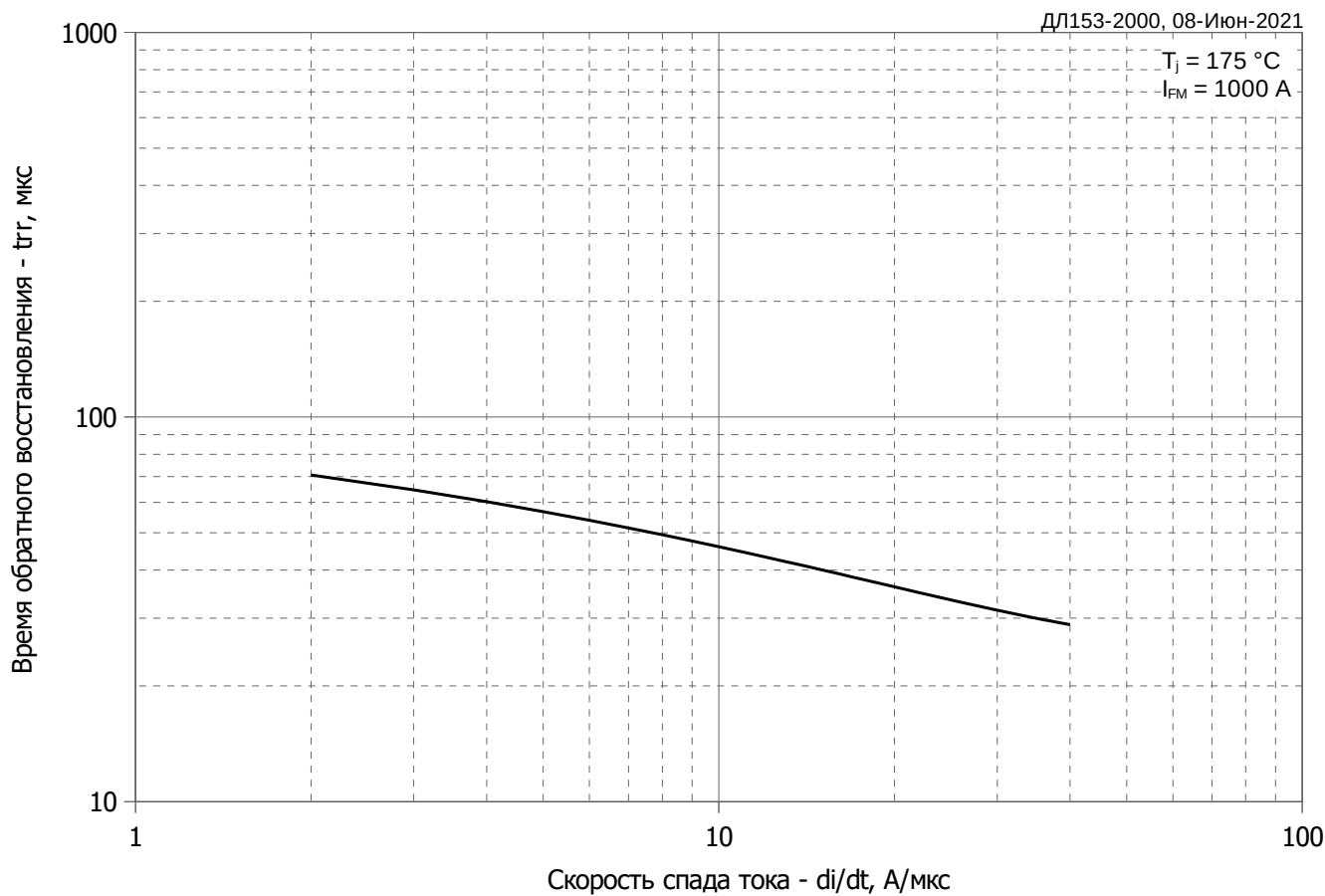
**Рис. 3 – Зависимость максимального заряда восстановления  $Q_{g-i}$  (интегральный) от скорости спада прямого тока  $di_R/dt$**



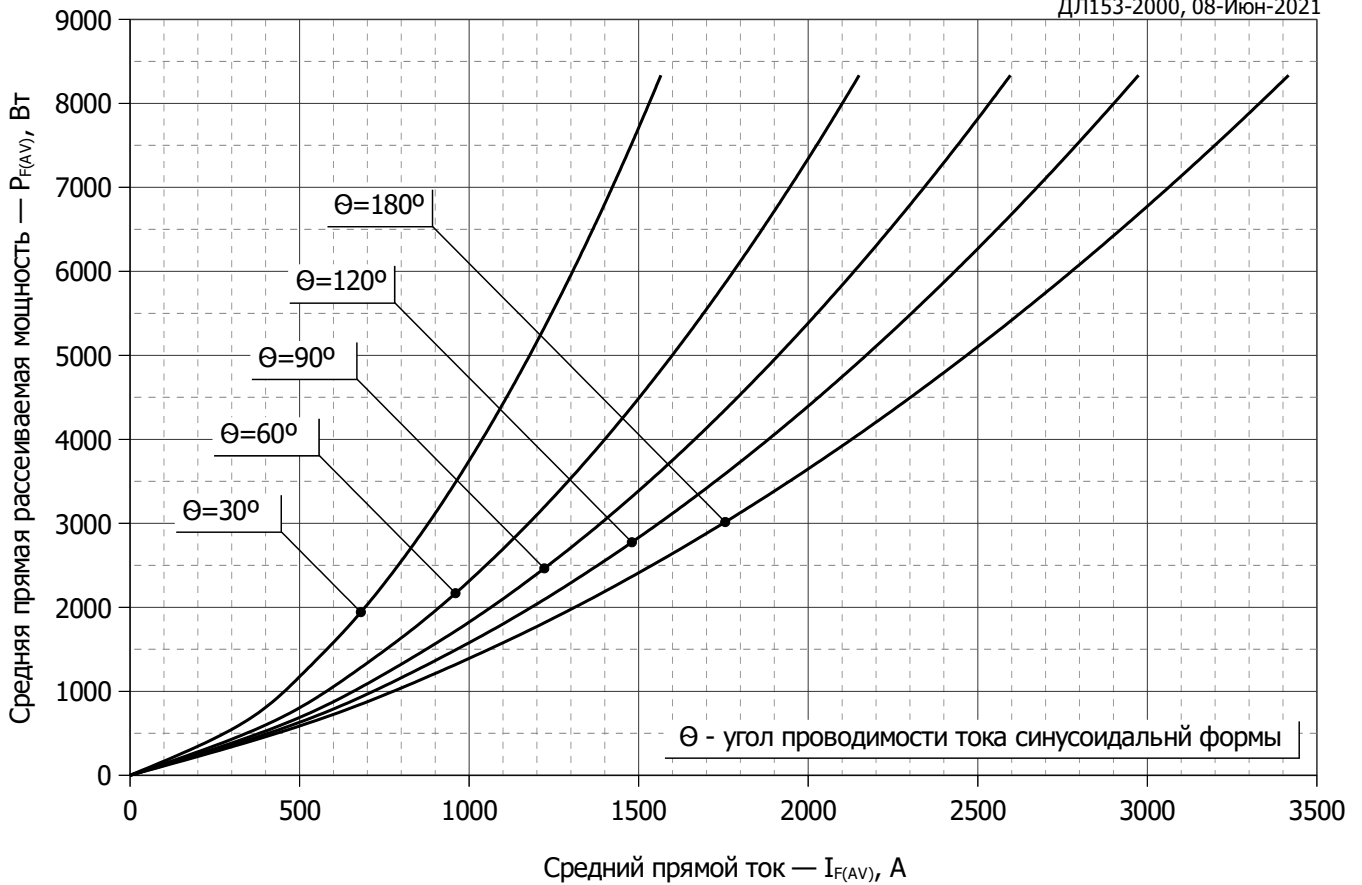
**Рис. 4 – Зависимость максимального заряда восстановления  $Q_g$  от скорости спада прямого тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%)**



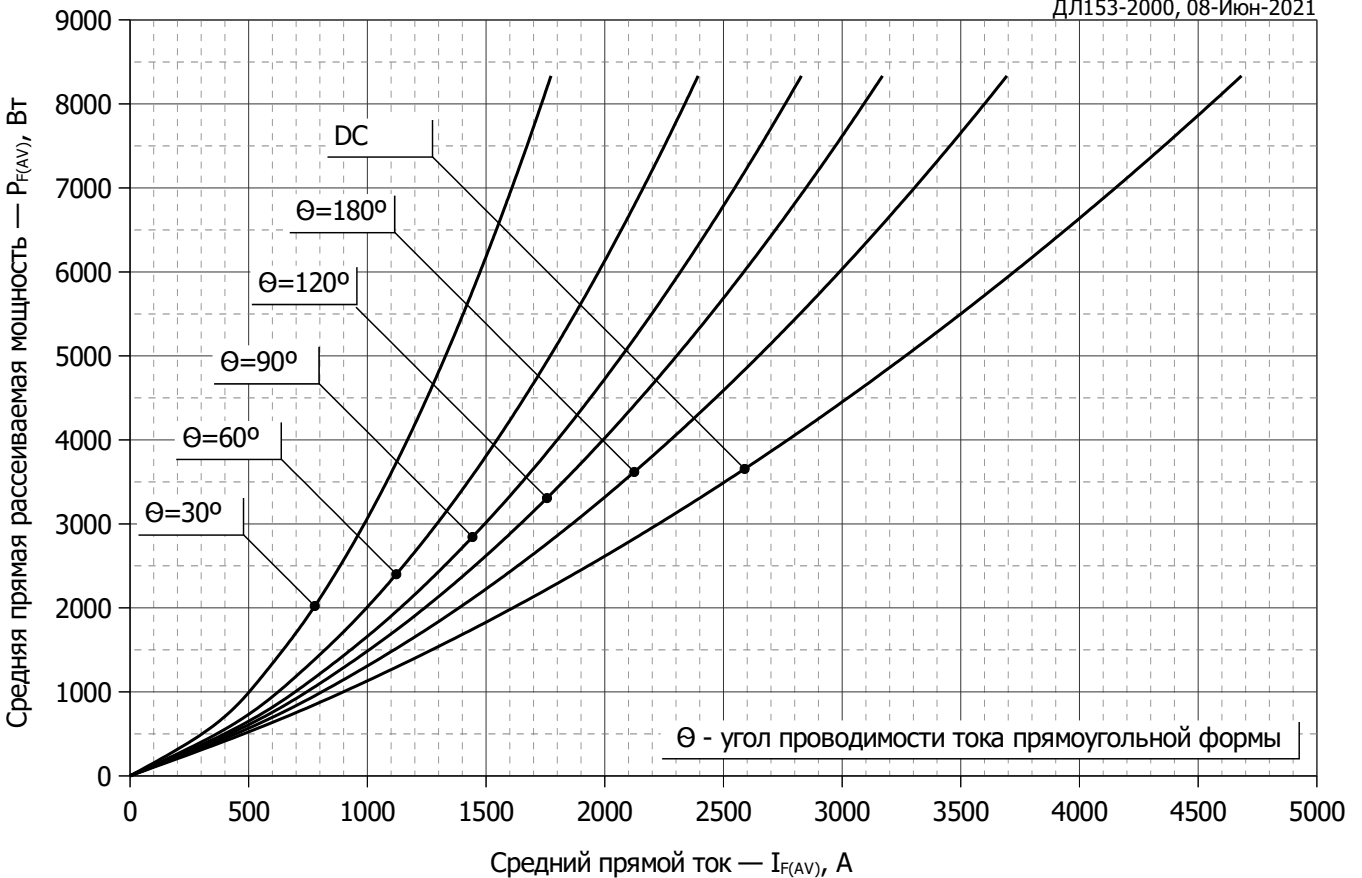
**Рис. 5 – Зависимость максимального обратного тока восстановления  $I_{rr}$  от скорости спада прямого тока  $di_R/dt$**



**Рис. 6 – Зависимость максимального времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада прямого тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%)**

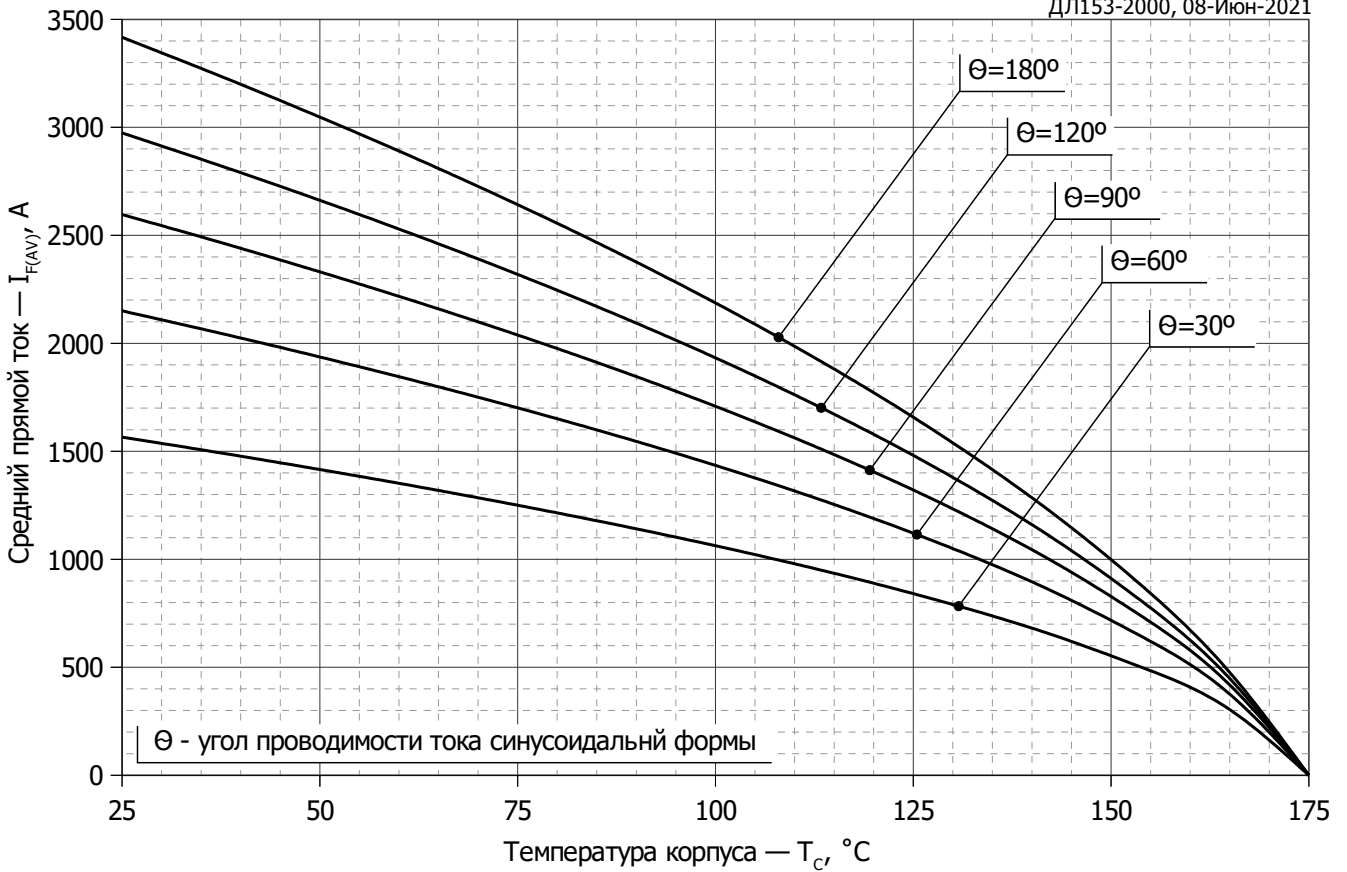


**Рис. 7 - Зависимость потерь мощности  $P_{FAV}$  от среднего прямого тока  $I_{FAV}$  синусоидальной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**

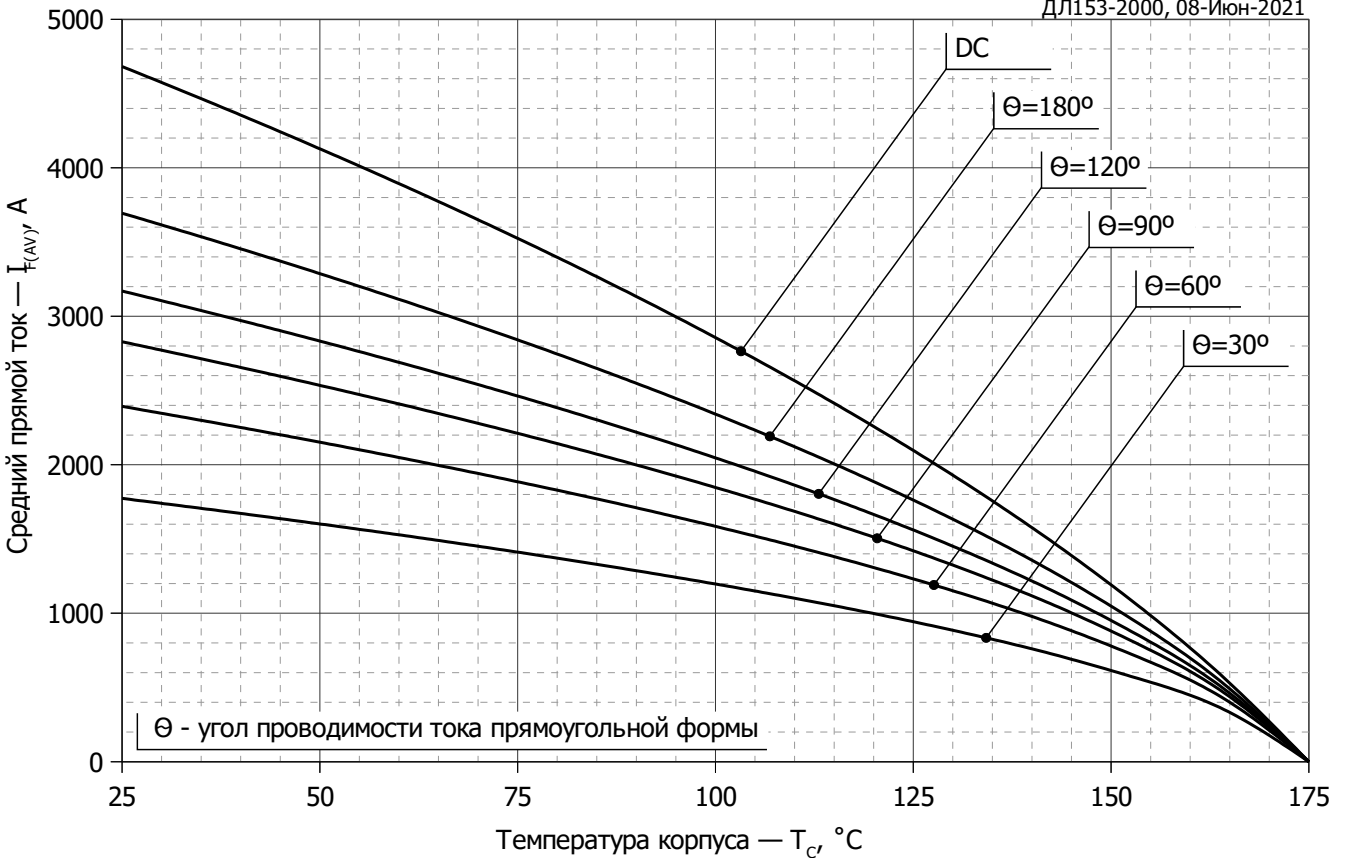


**Рис. 8 – Зависимость потерь мощности  $P_{FAV}$  от среднего прямого тока  $I_{FAV}$  прямоугольной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**

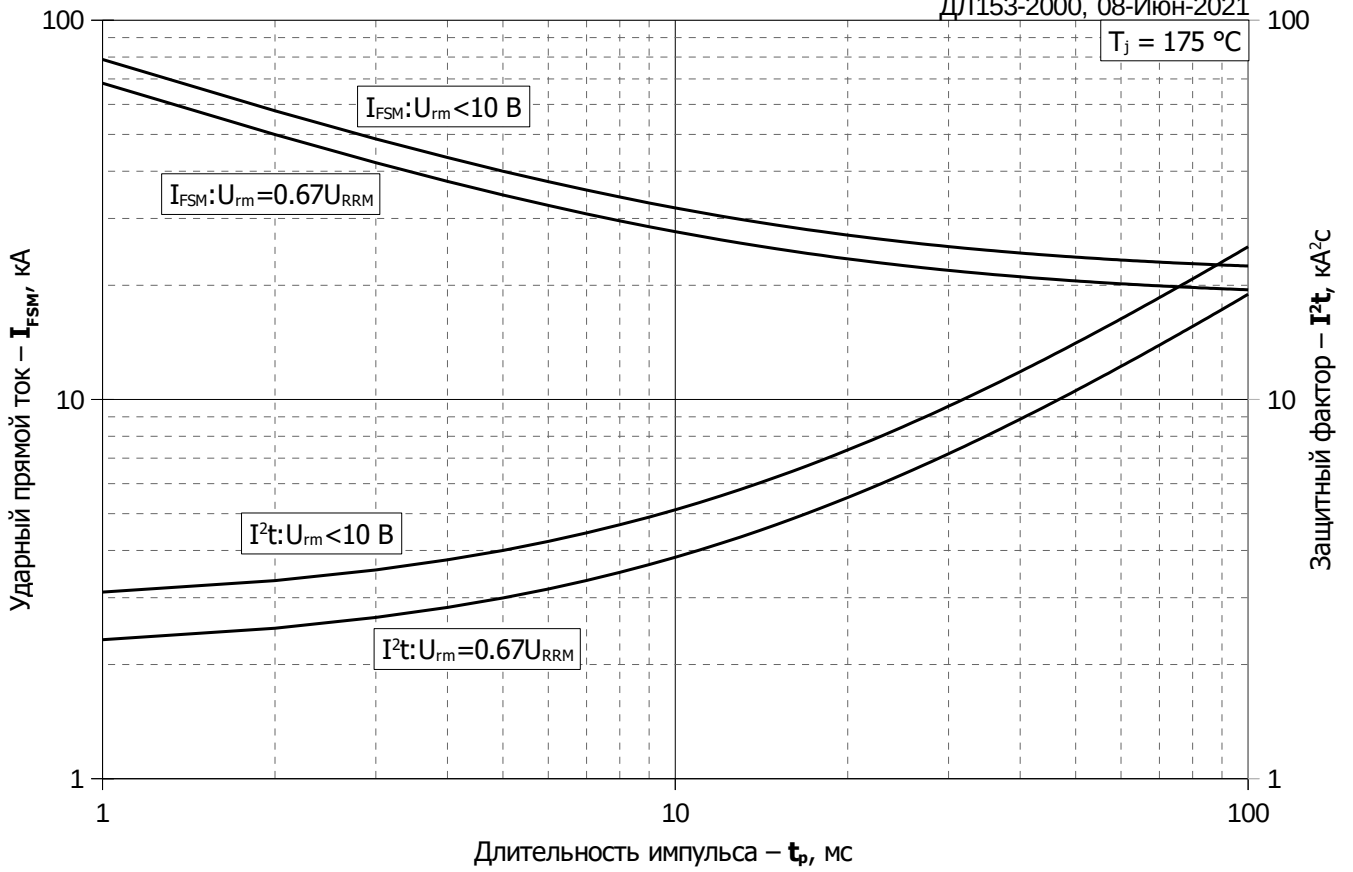




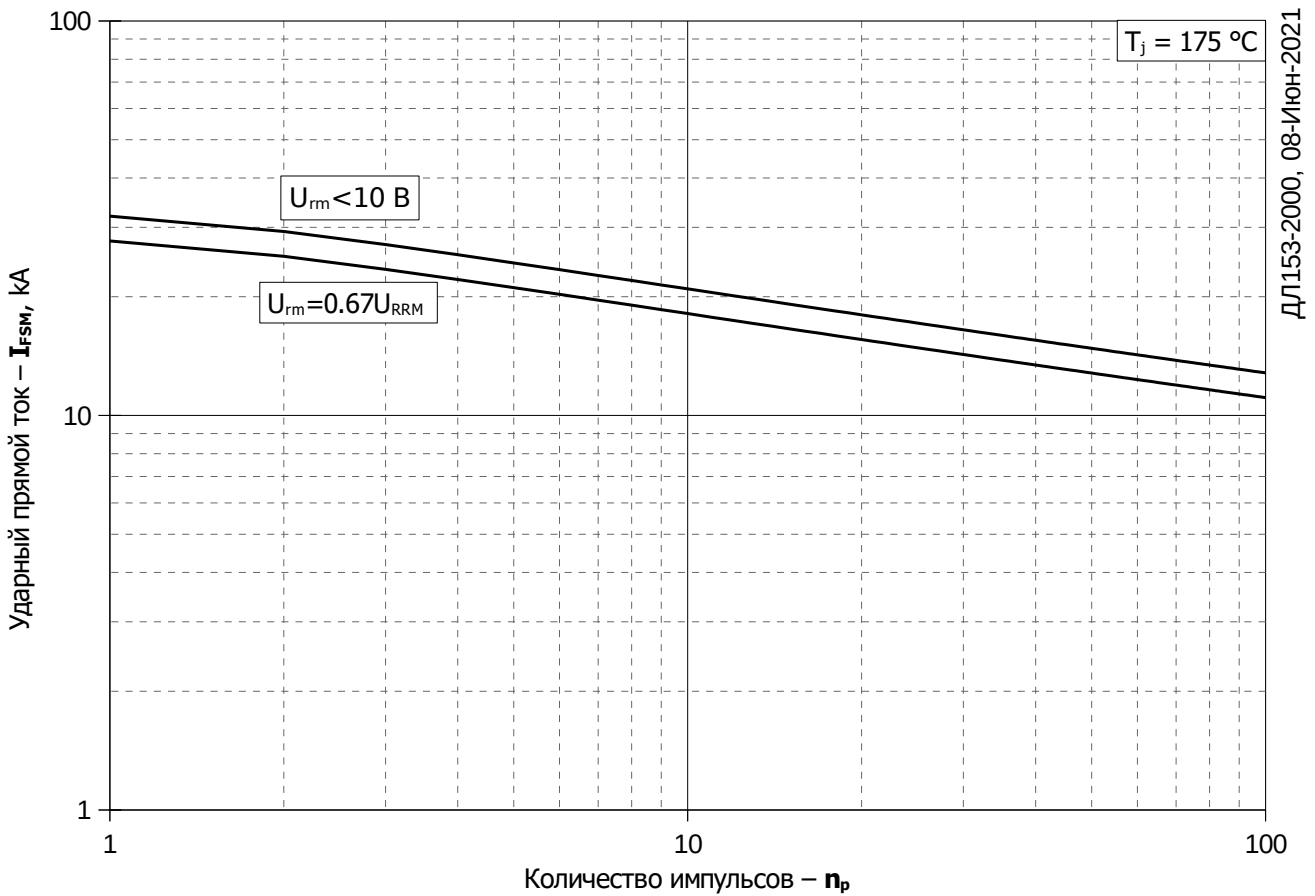
**Рис. 9 – Зависимость среднего прямого тока  $I_{FAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**



**Рис. 10 - Зависимость среднего прямого тока  $I_{FAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**



**Рис. 11 – Зависимость максимальной амплитуды ударного прямого тока  $I_{FSM}$  и защитного фактора  $I^2t$  от длительности импульса  $t_p$**



**Рис. 12 – Зависимость максимальной амплитуды ударного прямого тока  $I_{FSM}$  от количества импульсов  $n_p$**