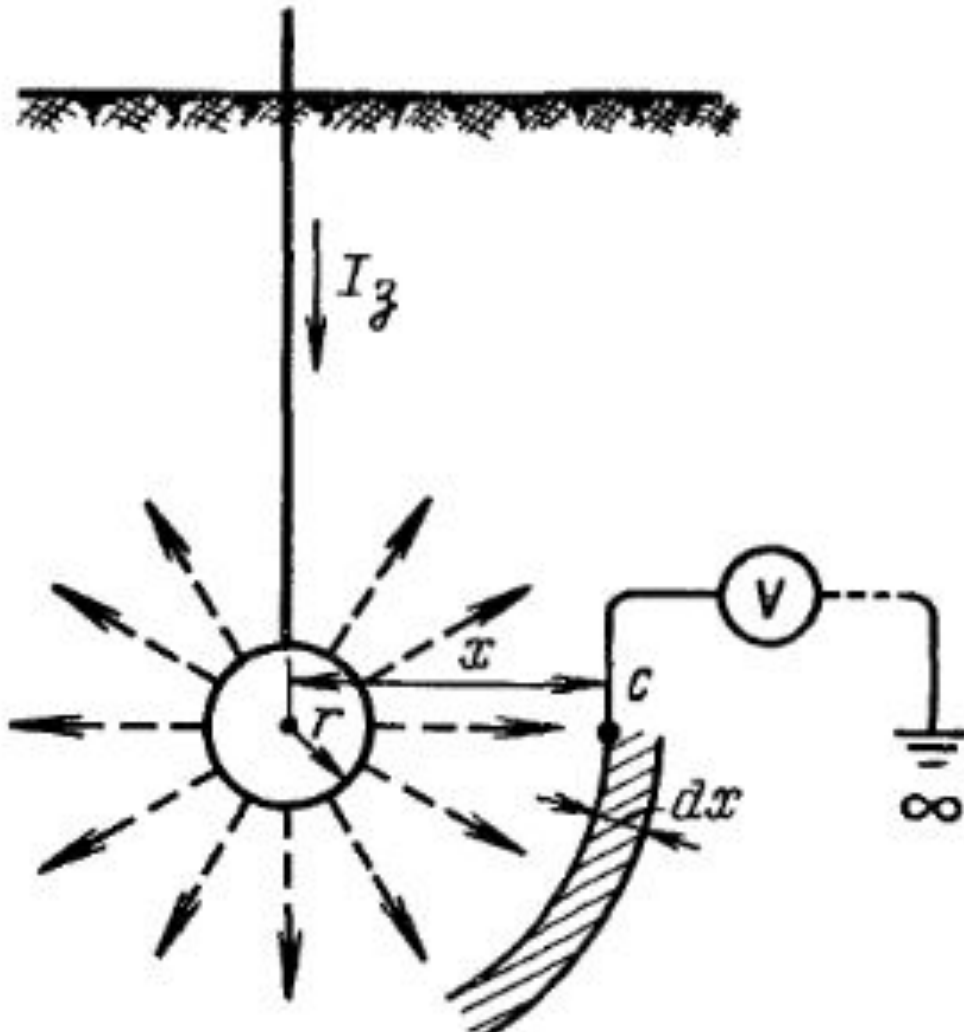


Явления при стекании тока в землю

Глазырин М.А.

Шаровый заземлитель на большой глубине

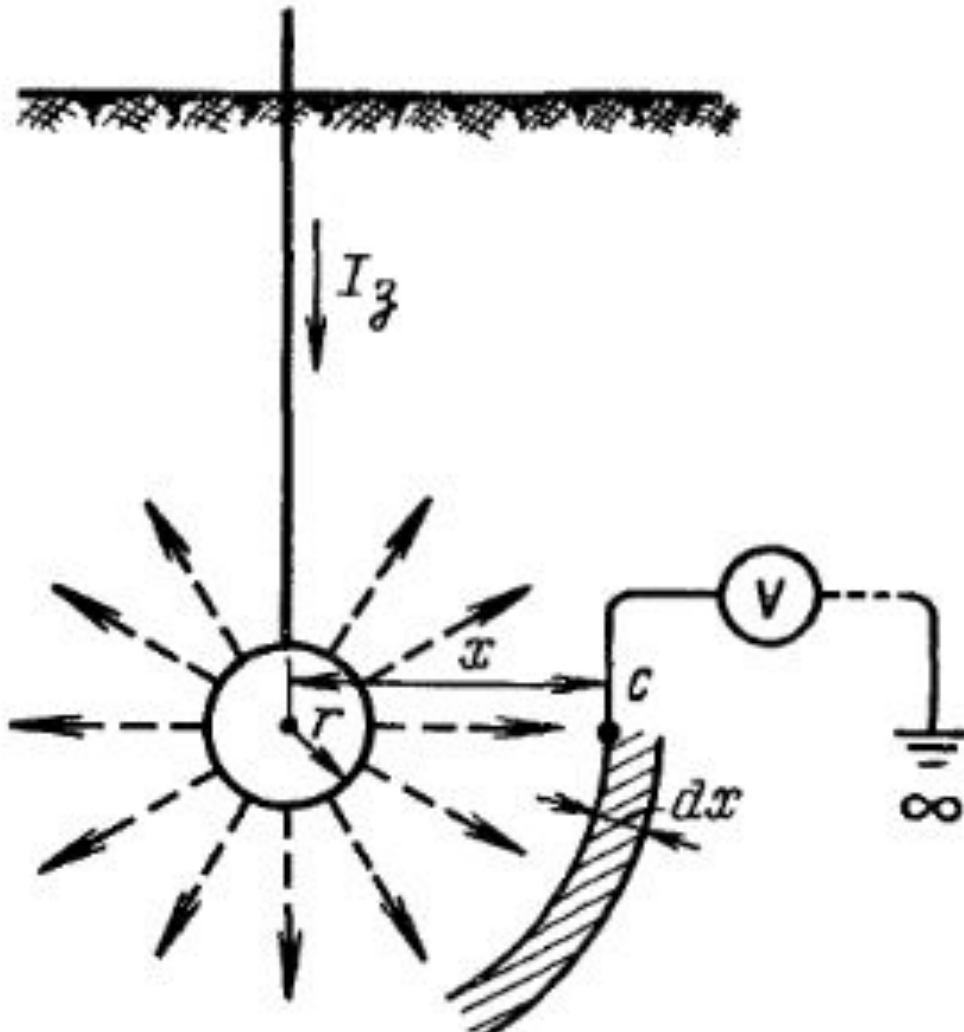


$$J = \frac{I_z}{4 \cdot \pi \cdot x^2}$$

$$J = \frac{E}{\rho}$$

$$E = \frac{dU}{dx}$$

$$\varphi = \int_x^{\infty} dU = \int_x^{\infty} E dx = \int_x^{\infty} J \rho dx = \int_x^{\infty} \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{4 \cdot \pi \cdot x^2} dx$$

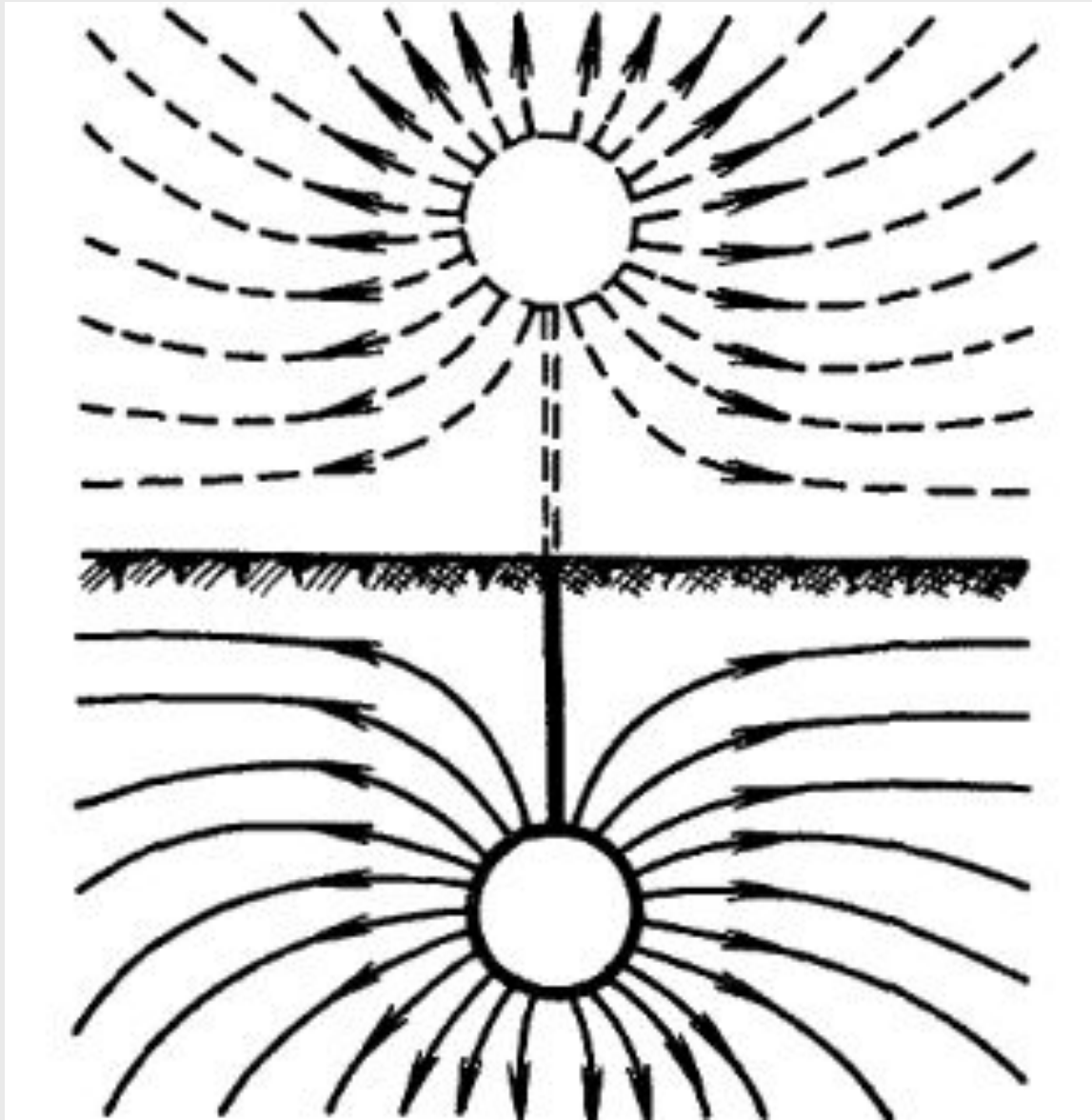


$$\varphi = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{4 \cdot \pi \cdot x}$$

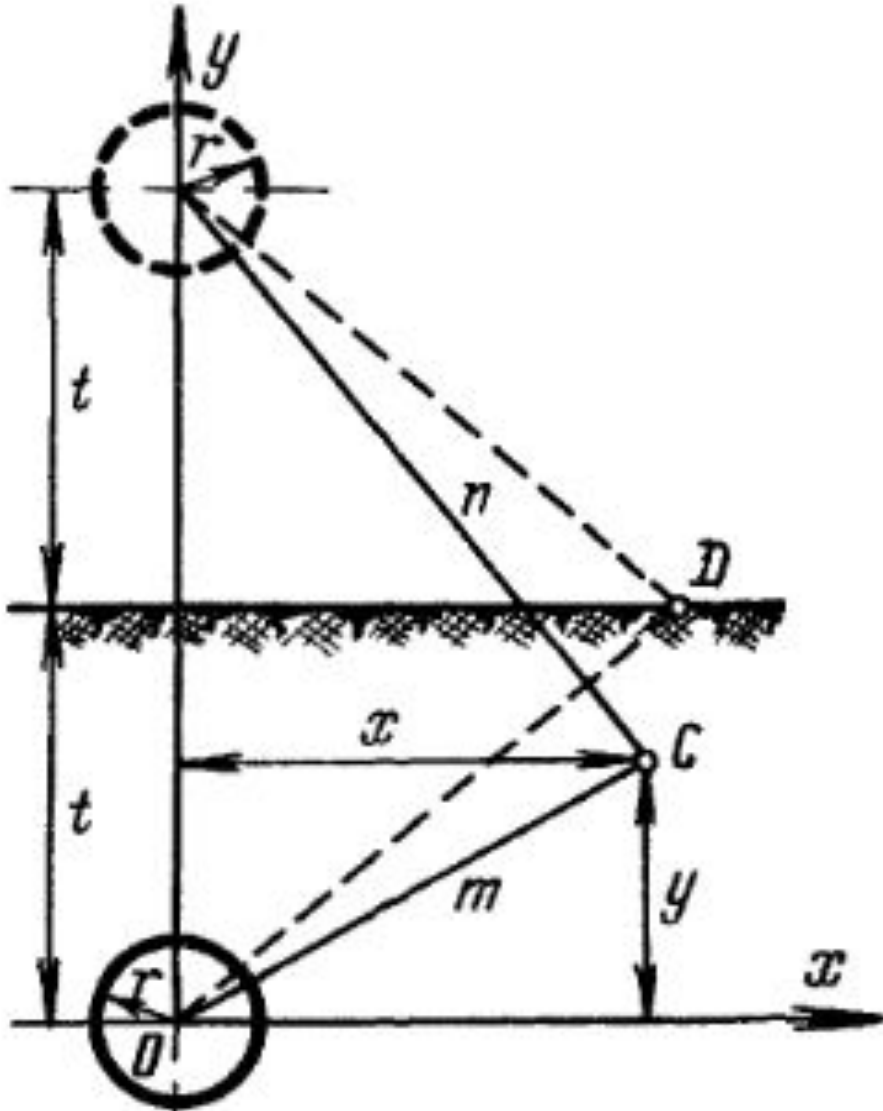
$$\varphi_{\min} (x \rightarrow \infty) = 0$$

$$\varphi_{\max} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{4 \cdot \pi \cdot r}$$

Шаровый заземлитель вблизи поверхности земли



Шаровый заземлитель вблизи поверхности земли

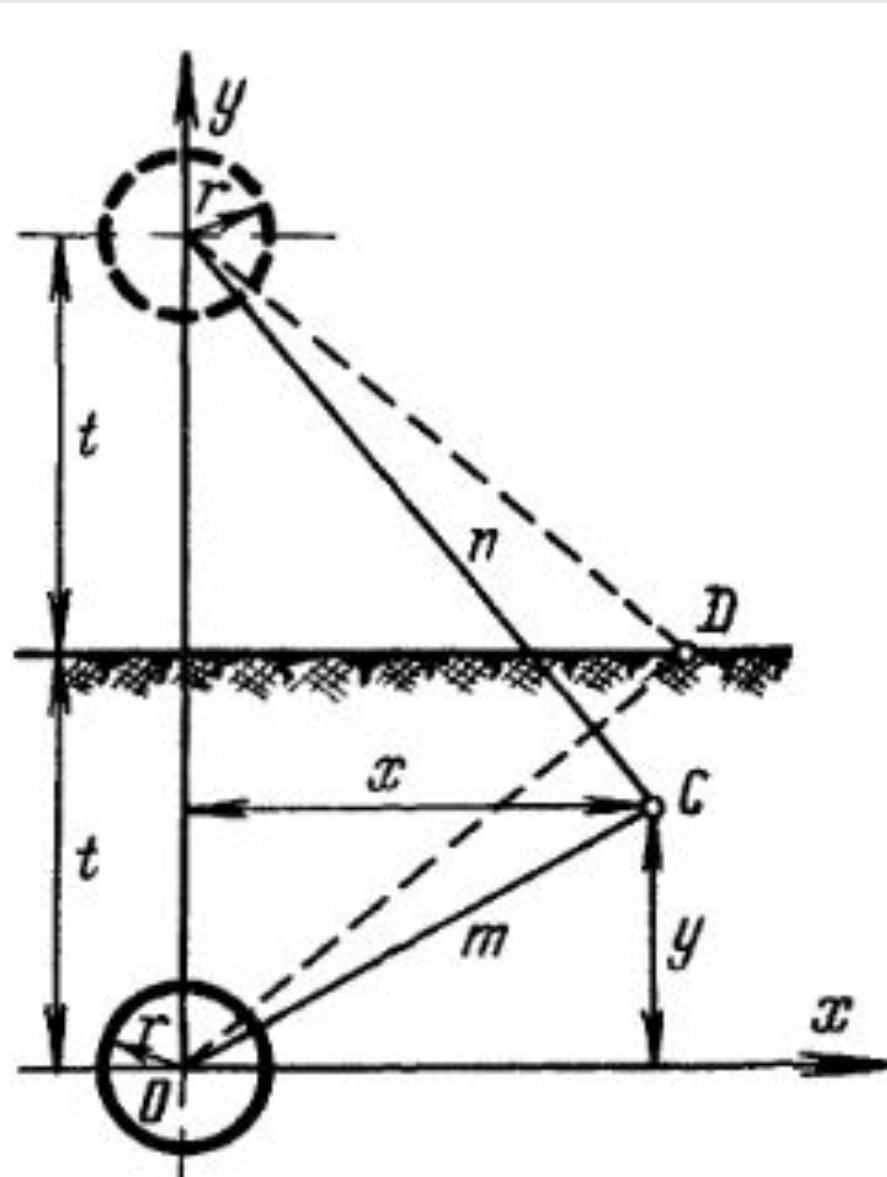


$$\varphi = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right)$$

$$m = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$n = \sqrt{x^2 + (2 \cdot t - y)^2}$$

Шаровый заземлитель вблизи поверхности земли

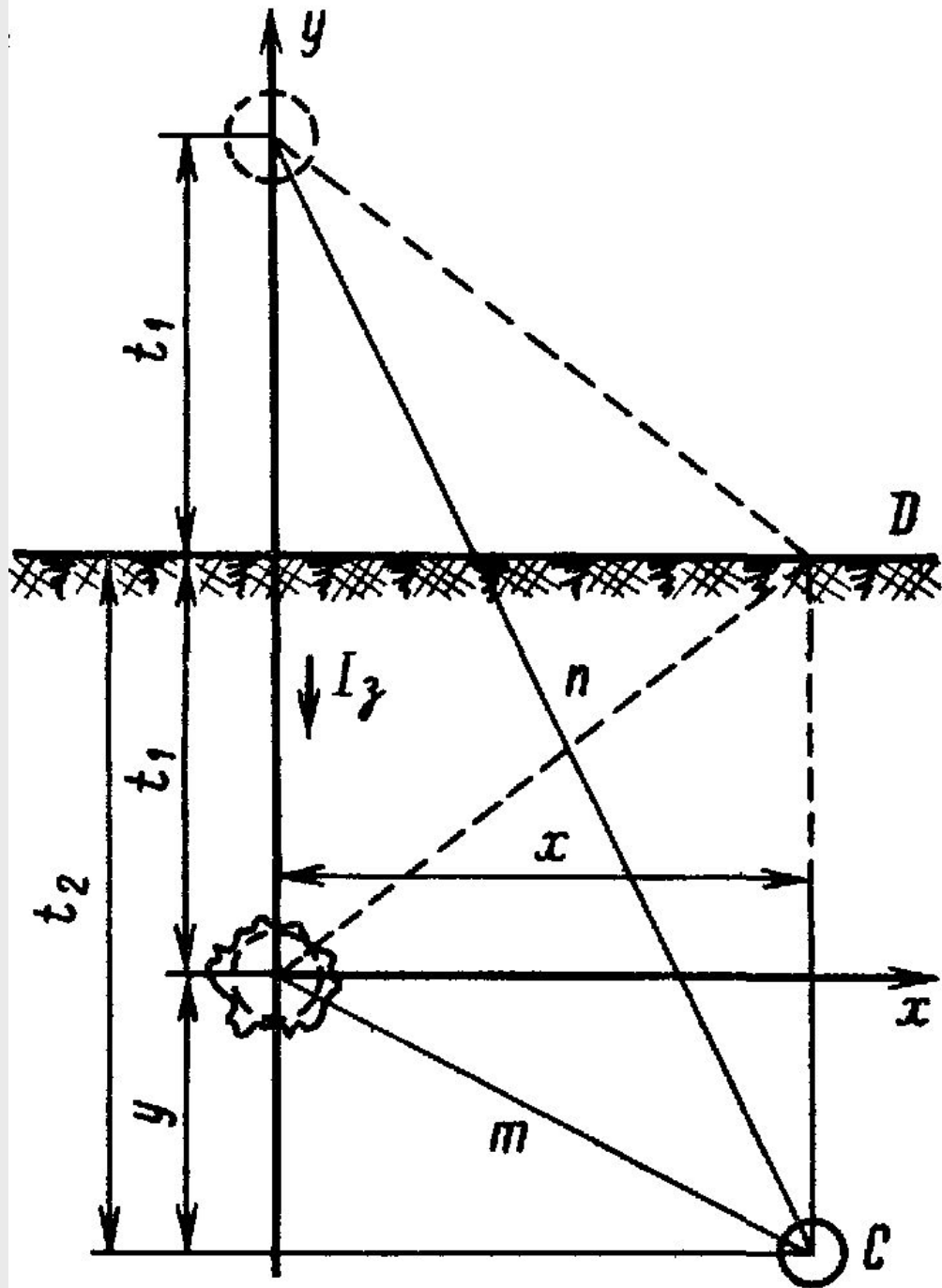


На поверхности земли

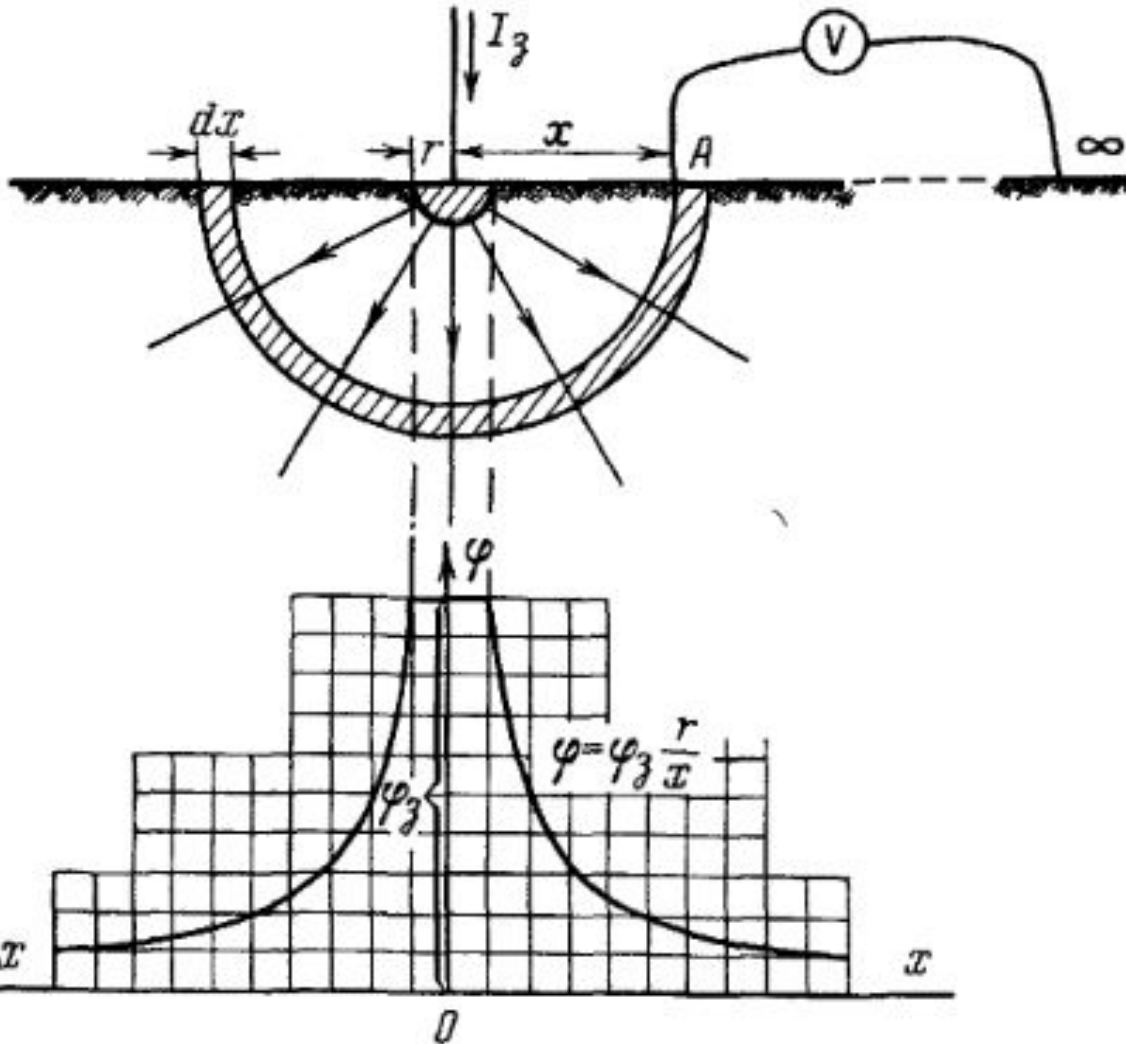
$$m = n = \sqrt{x^2 + t^2}$$

$$\varphi_{i\hat{i}\hat{a}} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{2 \cdot \pi} \frac{1}{\sqrt{x^2 + t^2}}$$

$$\varphi_{\zeta} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{4 \cdot \pi \cdot r} \left(1 + \frac{r}{2t} \right)$$

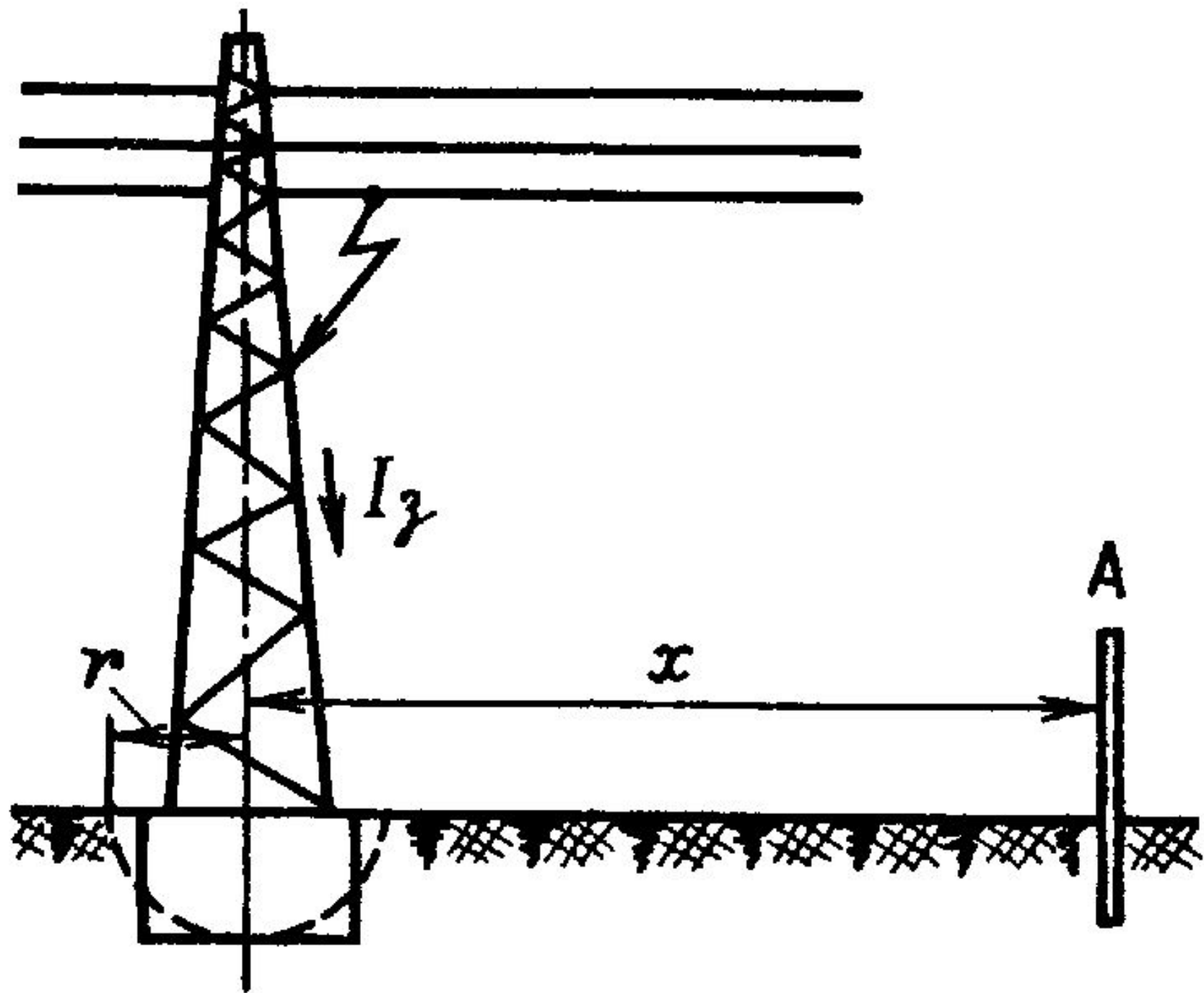


Шаровый заземлитель на поверхности земли

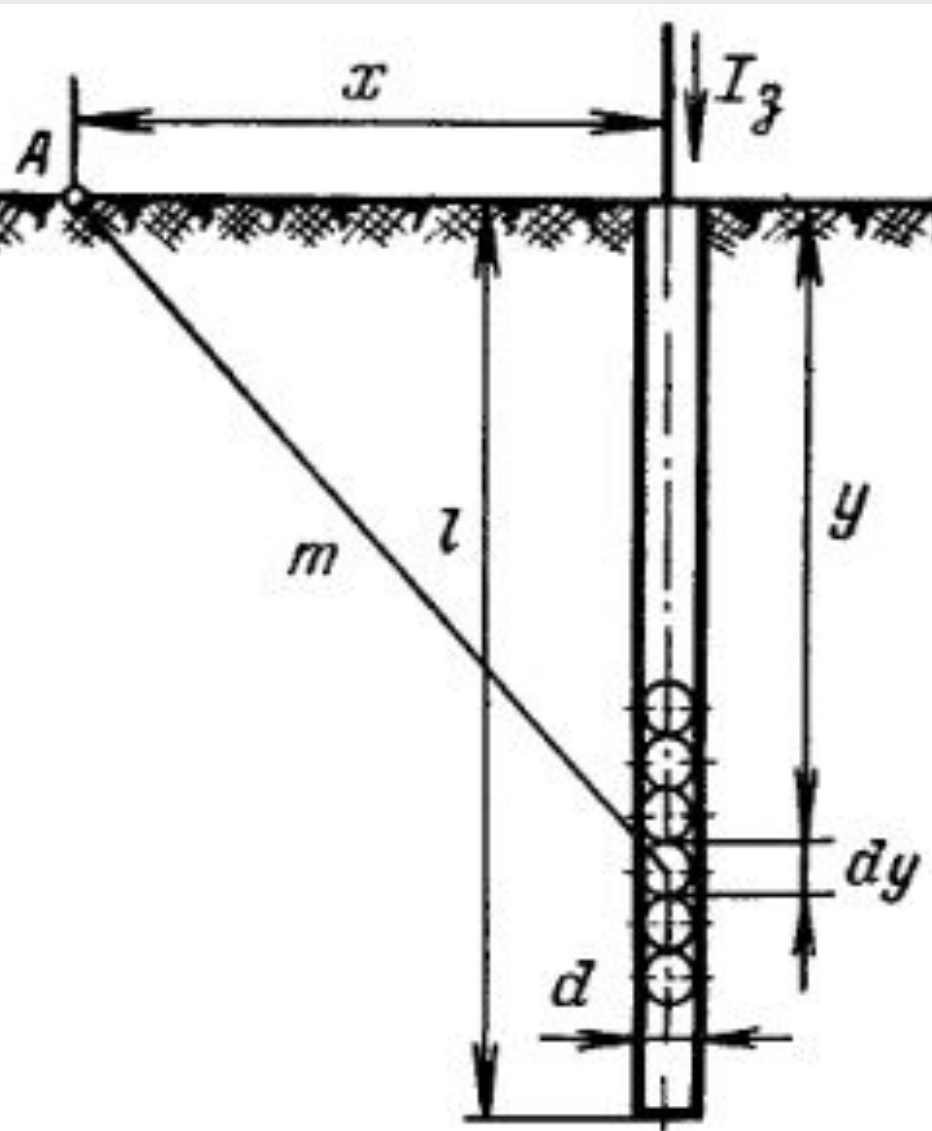


$$\varphi_{i\hat{i}\hat{a}} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{2 \cdot \pi \cdot x}$$

$$\varphi_{\zeta} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

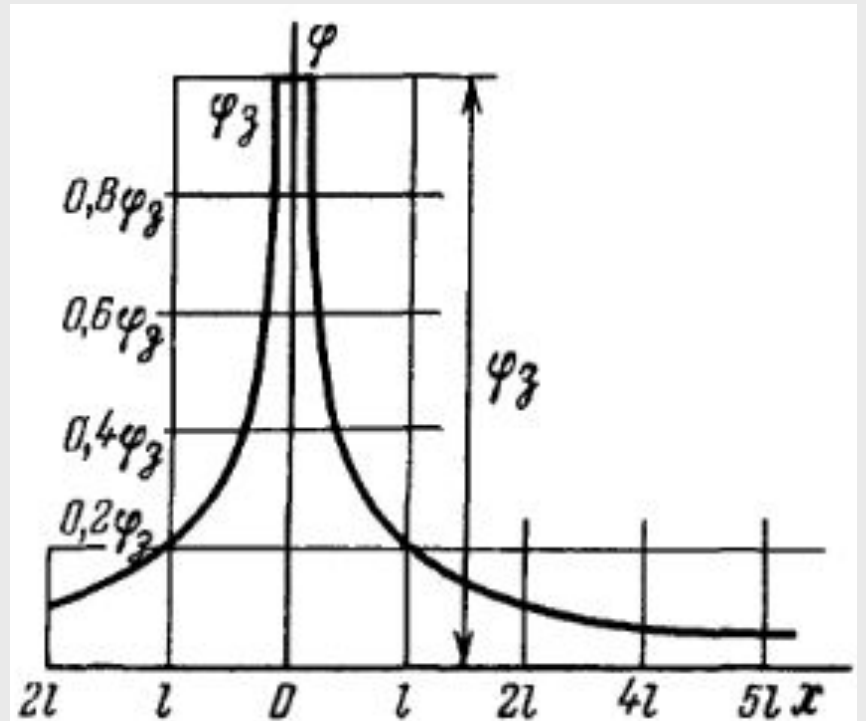


Стержневой заземлитель

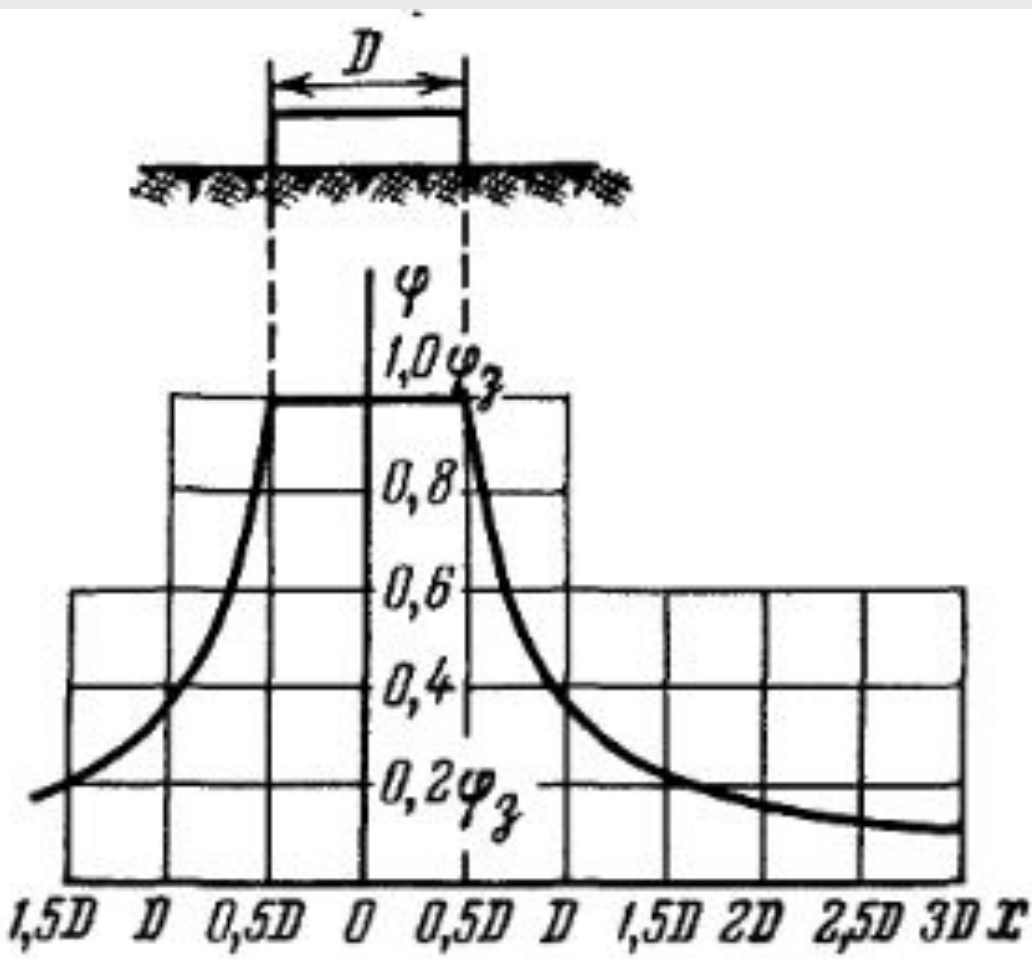


$$\varphi_{iia} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{\sqrt{x^2 + l^2} + l}{x}$$

$$\varphi_3 = \frac{I_3 \cdot \rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4l}{d}$$

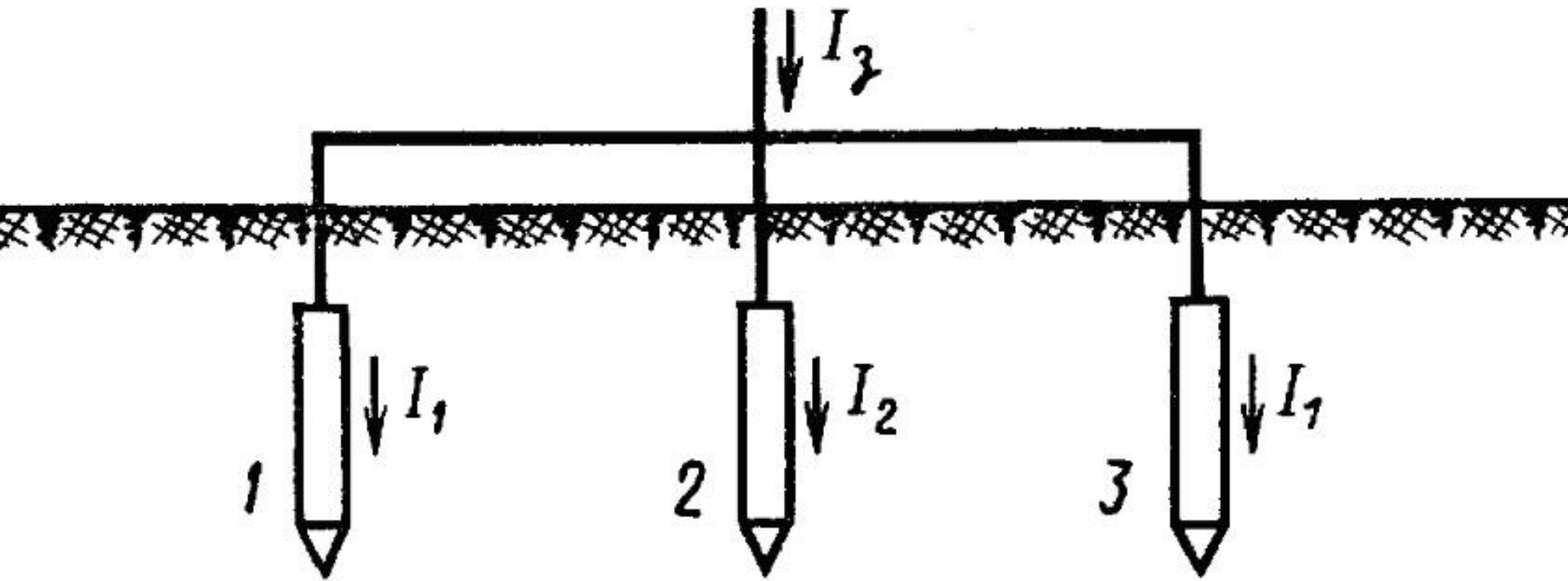


Дисковый заземлитель



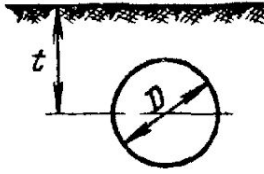

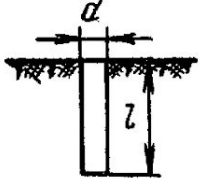
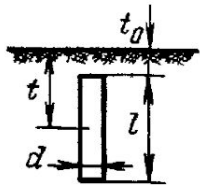
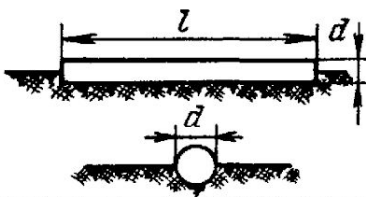
$$\varphi_{i\hat{a}} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{\pi \cdot D} \arcsin \frac{D}{2x}$$

$$\varphi_{\zeta} = \frac{I_{\zeta} \cdot \rho}{2 \cdot D}$$



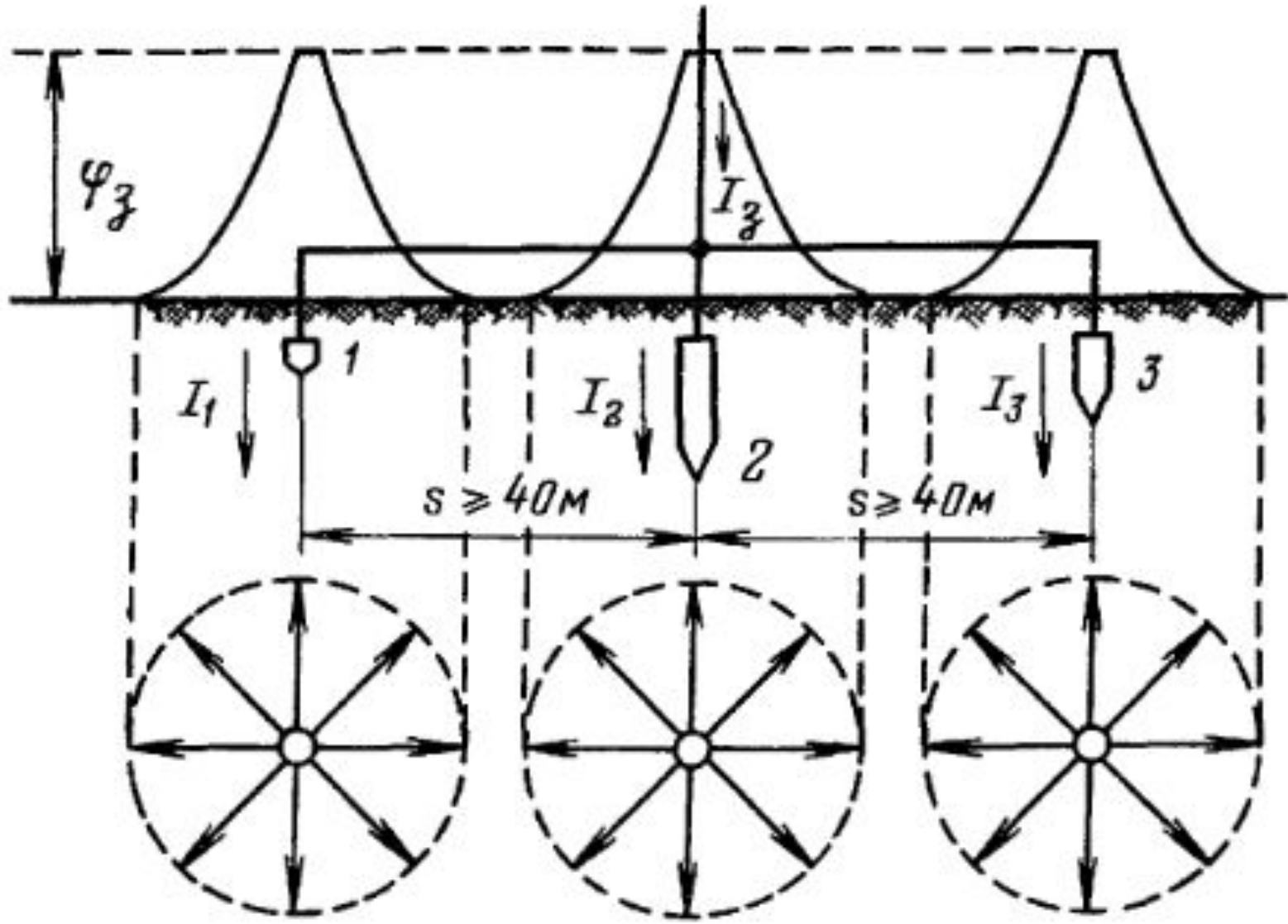
$$\varphi_{\zeta} = I_{\zeta} \cdot R_{\zeta}$$

$$R_{\zeta} = \frac{\varphi_{\zeta}}{I_{\zeta}}$$

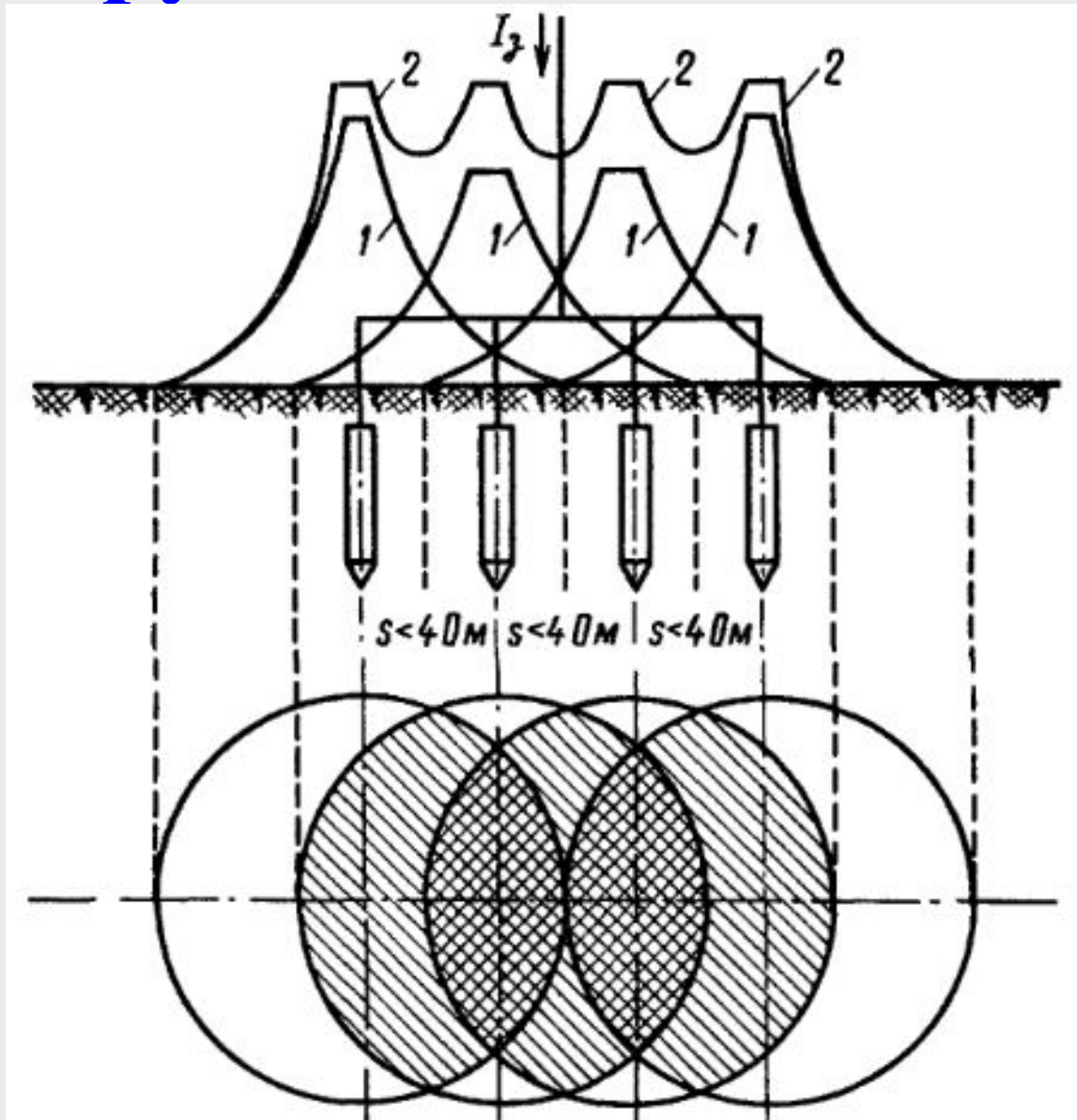
Тип заземлителя	Схема	Формула	Условия применения
1 Шаровой в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi D} \left(1 + \frac{D}{4t} \right)$	$2t \gg D$
2 Полушаровой у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi D}$	—
3 Стержневой круглого сечения (грубчатый) или уголкового у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$l \gg d$ Для уголка с шириной полки b $d = 0,95b$
4 То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right)$	$l \gg d, t_0 \geq 0,5 \text{ м}$ Для уголка с шириной полки b $d = 0,95b$
5 Протяженный на поверхности земли (стержень, труба, полоса, кабель и т.п.)		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l^2}{d^2}$	$l \gg d$ Для полосы шириной b $d = 0,5b$

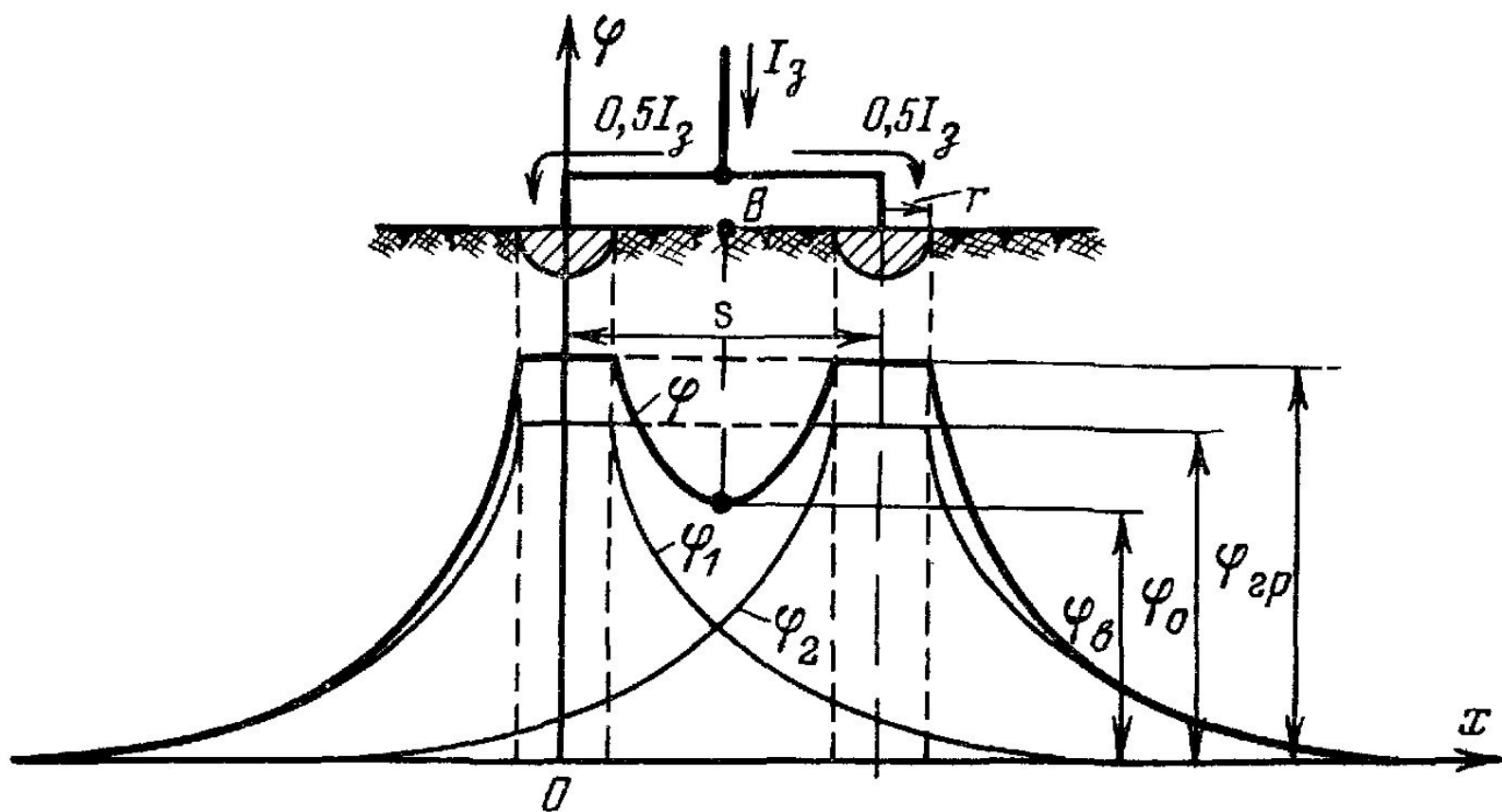
6 То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt}$	$l \gg d, l \gg 4t$ Для полосы шириной b $d = 0,5b$
7 Кольцевой на поверхности земли		$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln \frac{8D}{d}$	$D \gg d$ Для полосы шириной b $d = 0,5b$
8 То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln \frac{4\pi D^2}{dt}$	$D \gg d, D \gg 2t$ Для полосы шириной b $d = 0,5b$
9 Круглая пластина на поверхности земли		$R = \rho/2D$	D — диаметр пластины
10 То же в земле		$R = \frac{\rho}{4D} \left(1 + \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{D}{\sqrt{16t_0^2 + D^2}} \right)$	$2t_0 \gg D$
11 Пластинчатый в земле (пластина поставлена на ребро)		$R = \frac{\rho}{2\pi a} \left(\ln \frac{4a}{b} + \frac{a}{4t_0} \right)$	$2t_0 \geq a$

Стекание тока через групповой заземлитель



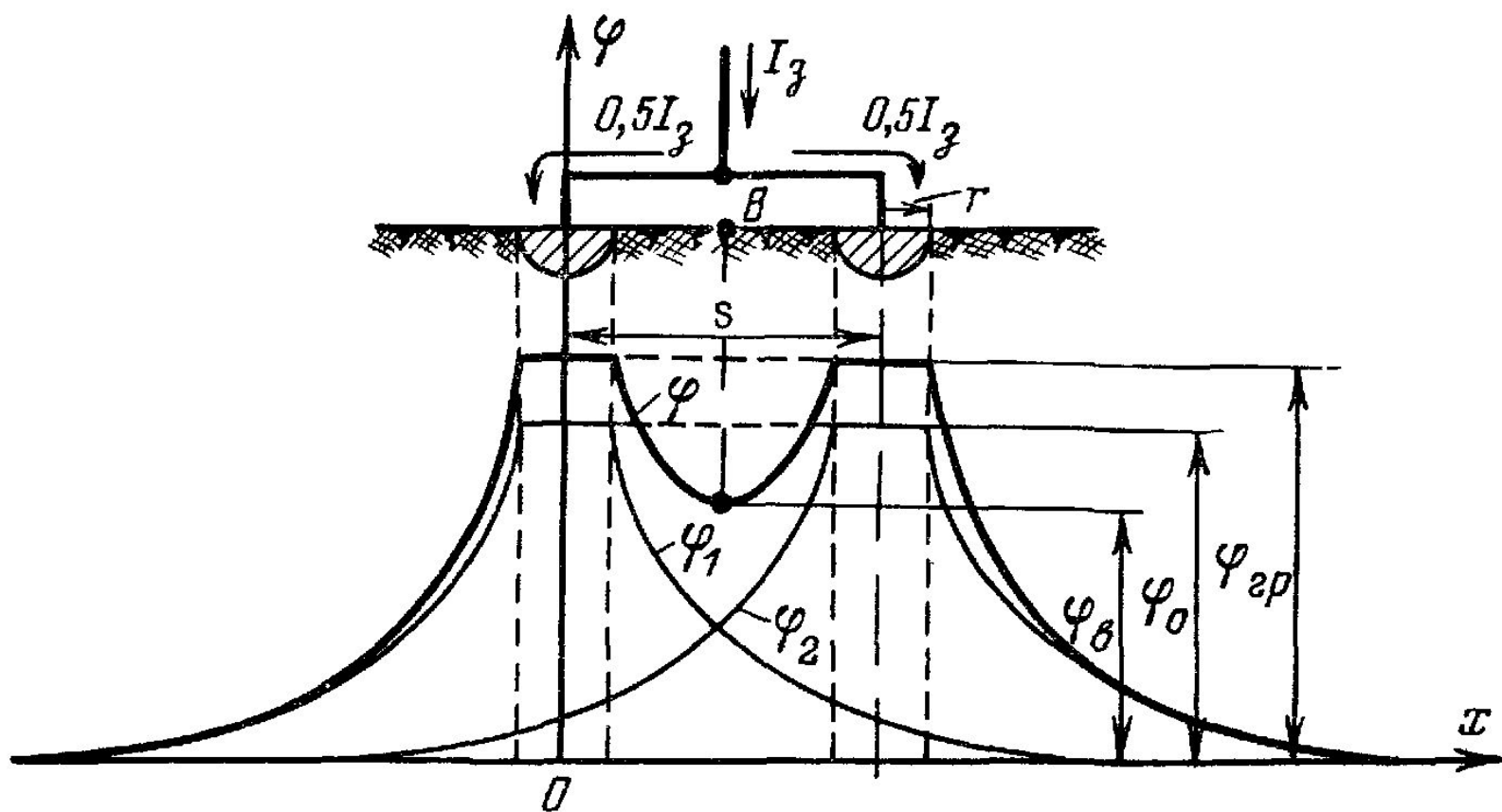
Стекание тока через групповой заземлитель





$$\varphi_1 = \varphi_0 \frac{r}{x} \qquad \varphi_2 = \varphi_0 \frac{r}{(s - x)}$$

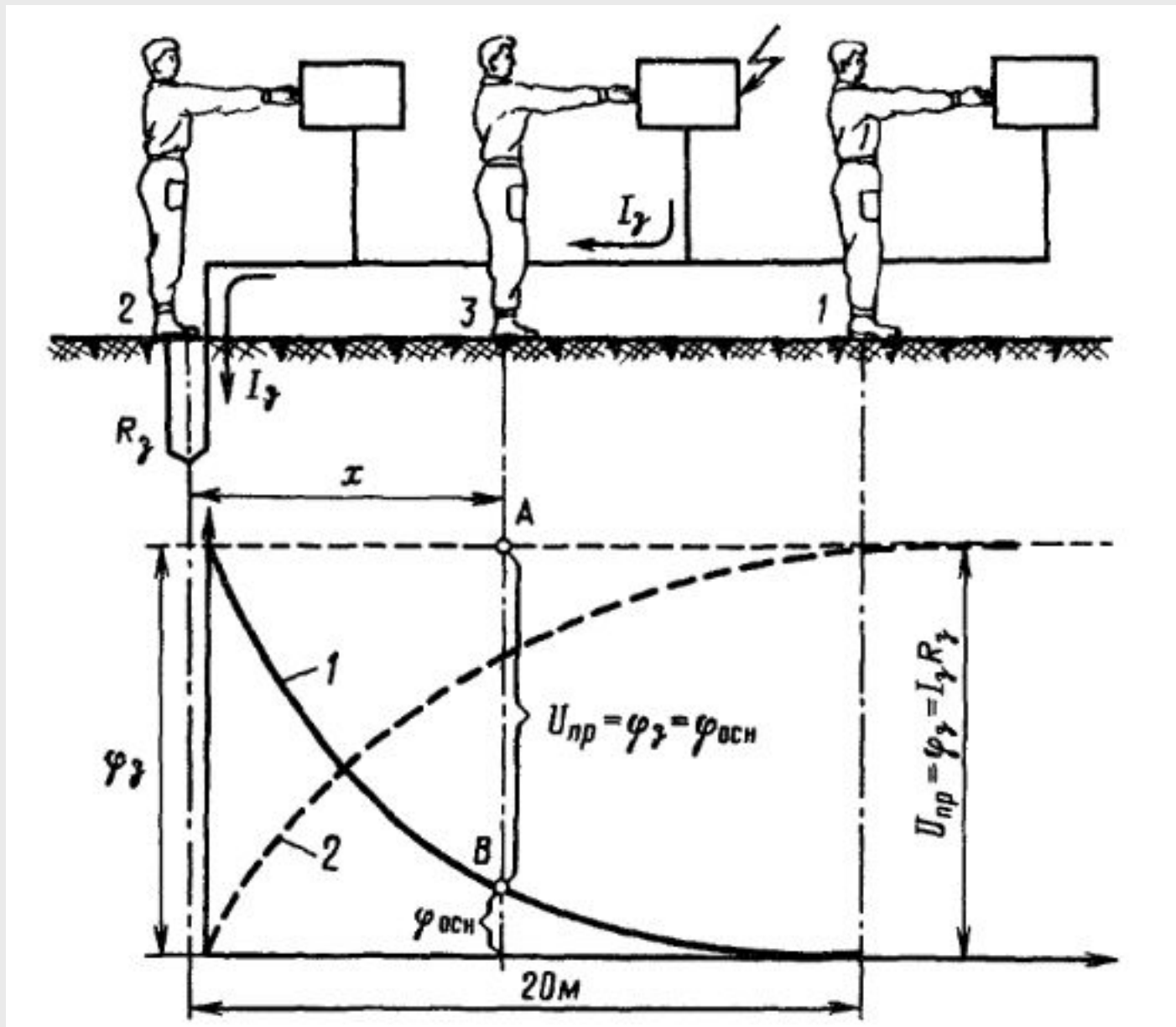
$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = \varphi_0 \frac{rs}{x(s - x)}$$



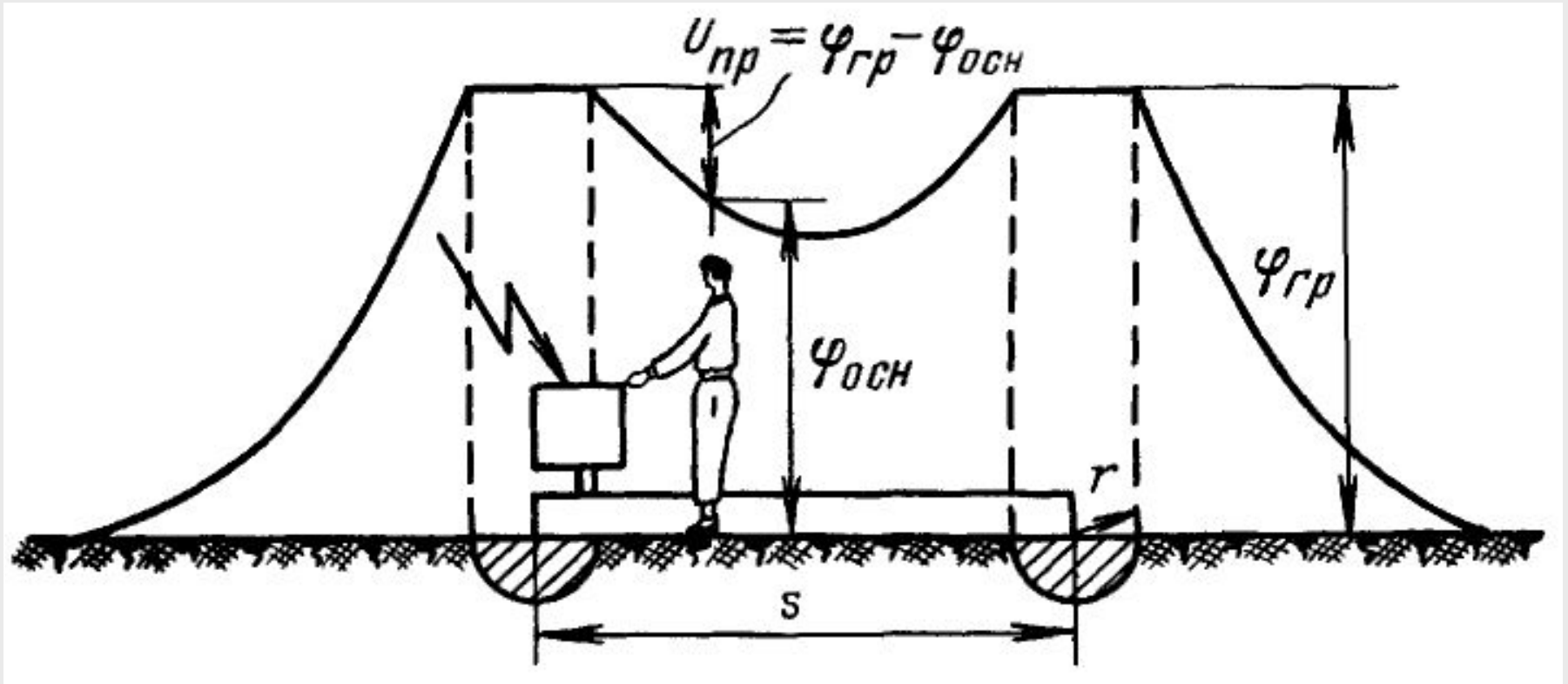
$$\varphi_{\tilde{a}\tilde{o}} = \varphi_0 \frac{s}{(s - r)}$$

$$\varphi_B = \varphi_0 \frac{4r}{s}$$

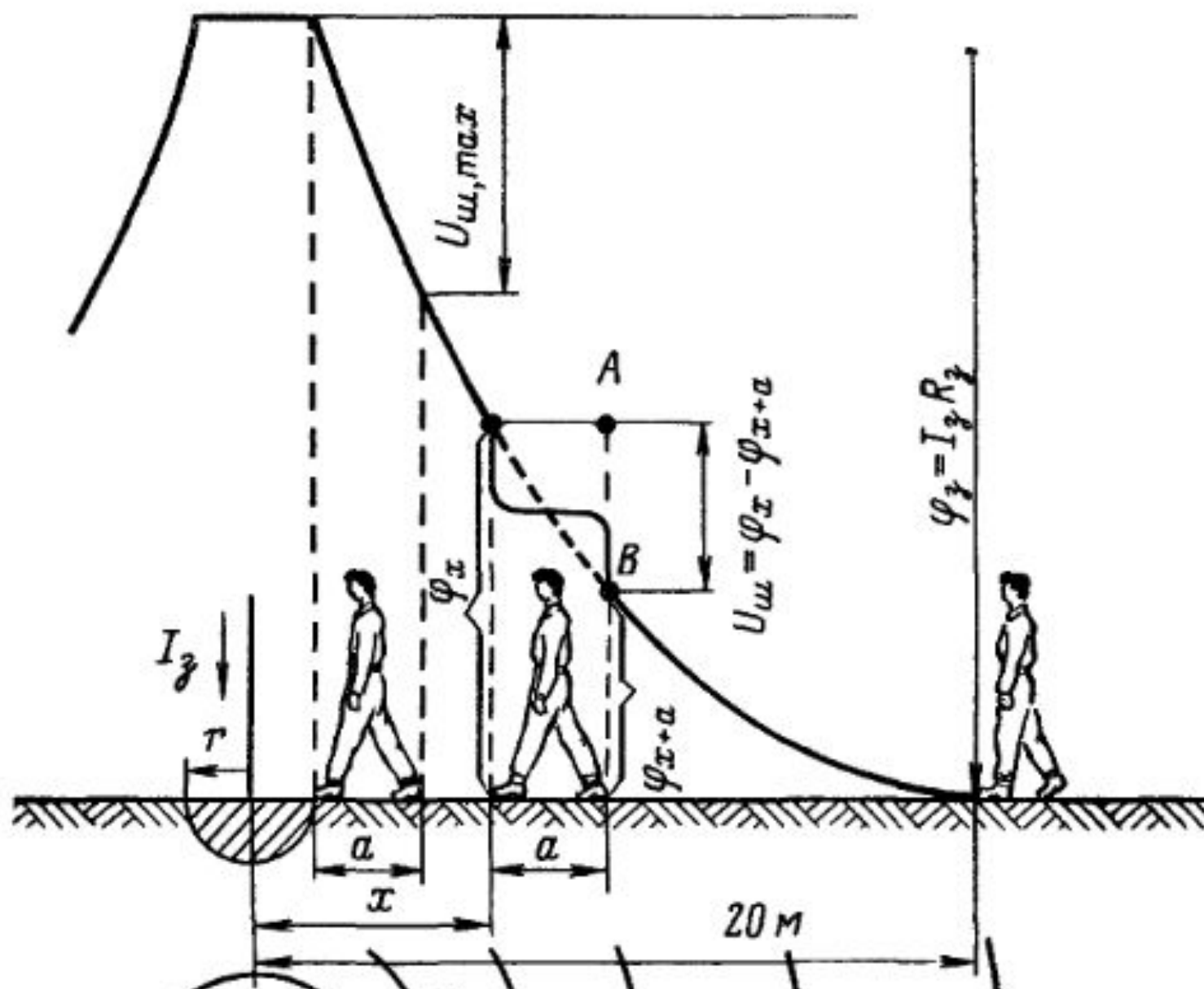
Напряжение прикосновения



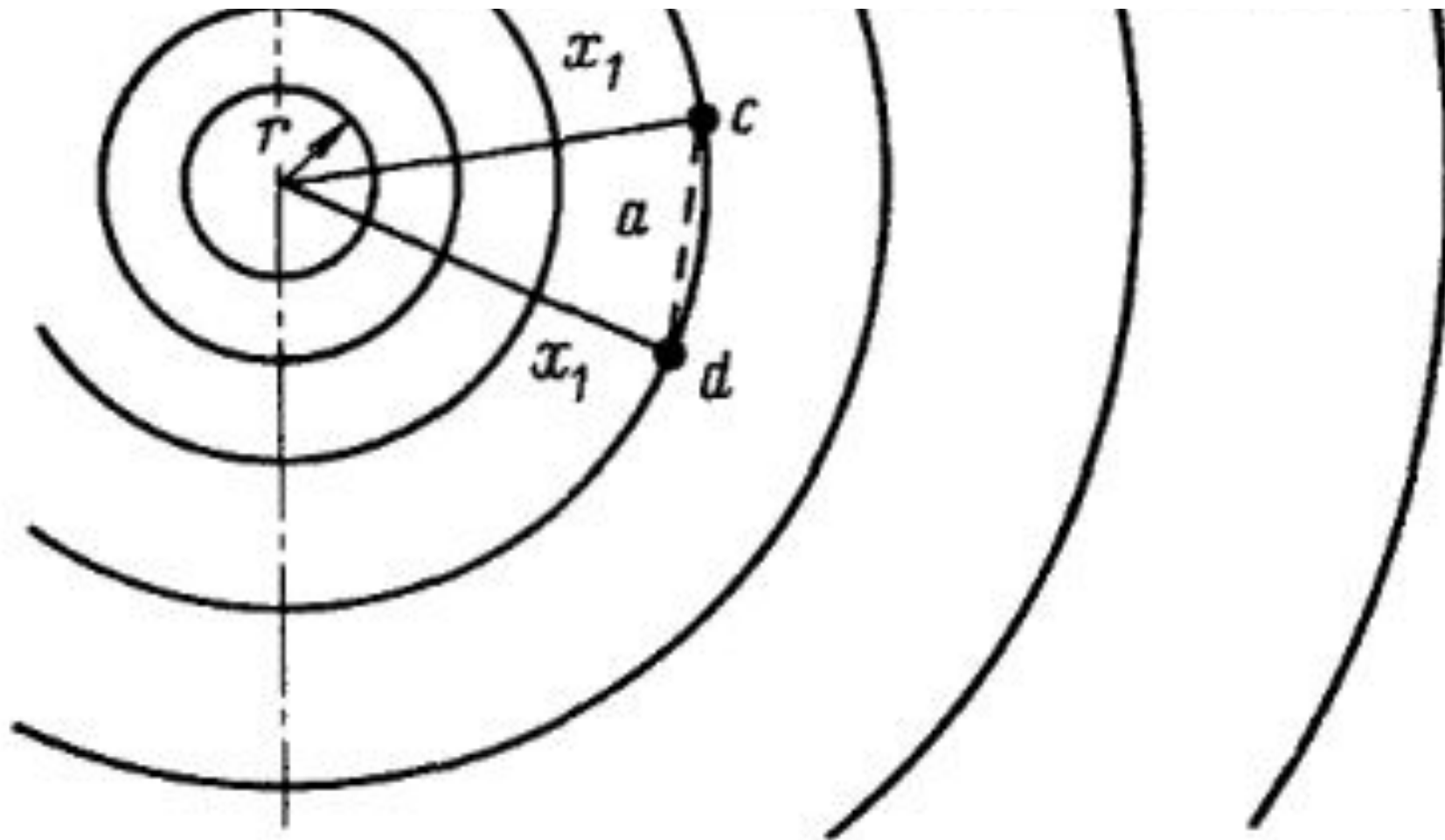
Напряжение прикосновения



Напряжение шага



Напряжение шага



Напряжение шага

