


РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ
КОНТАКТНОЙ СЕТИ
ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying thicknesses, extending diagonally from the bottom right towards the top right of the page.

Для железной дороги, электрифицированной на переменном (постоянном) токе, определить напряженность электрического поля и потенциал в точках:


А) человек стоит на земле под контактными проводом;

Б) человек стоит на платформе под контактными проводом;

В) на крыше вагона электропоезда.

Во всех случаях точки А, Б, В изолированы от земли.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- 1) Напряжение контактной сети ($U_{\text{КС}}$);
 - 2) Марка контактного провода (МФ-85, МФ-100, МФ-120, МФ-150);
 - 3) Высота подвеса контактного провода ($h_{\text{КП}}$);
 - 4) Высота платформы ($h_{\text{ПЛ}}$);
 - 5) Рост человека ($h_{\text{Чел}}$);
 - 6) Высота вагона ($h_{\text{В}}$).
- 

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

По методу зеркальных изображений поле между контактными проводом и землей является частью поля двухпроводной линии. Радиус провода рассчитывается по формуле (1):

$$r_0 = \sqrt{\frac{S_{\text{пр}}}{\pi}} \quad (1)$$

Напряженность поля и потенциал в каждой точке определяются по формулам (2) и (3):

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} \quad (2)$$

$$\varphi = U_{\text{кс}} = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \ln \frac{2h_{\text{кс}}}{r_0} \quad (3)$$

ЗАДАЧА-ПРИМЕР

Для железной дороги, электрифицированной на постоянном токе (напряжение между контактным проводом и землей $U_{кс}=3300$ В), определить напряженность электрического поля и потенциал в точках:

А) человек стоит на земле под контактным проводом. Высота подвеса контактного провода $h_{кп}=6,5$ м, рост человека примем 1,8 м;

Б) человек стоит на платформе под контактным проводом, высота платформы $h_{пл}=1,2$ м;

В) на крыше вагона электропоезда ($h_{в}=4,1$ м).

РЕШЕНИЕ

Радиус провода рассчитывается по формуле (1):

$$r_0 = \sqrt{\frac{S_{\text{пр}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{100}{3,14}} = 5,64 \approx$$

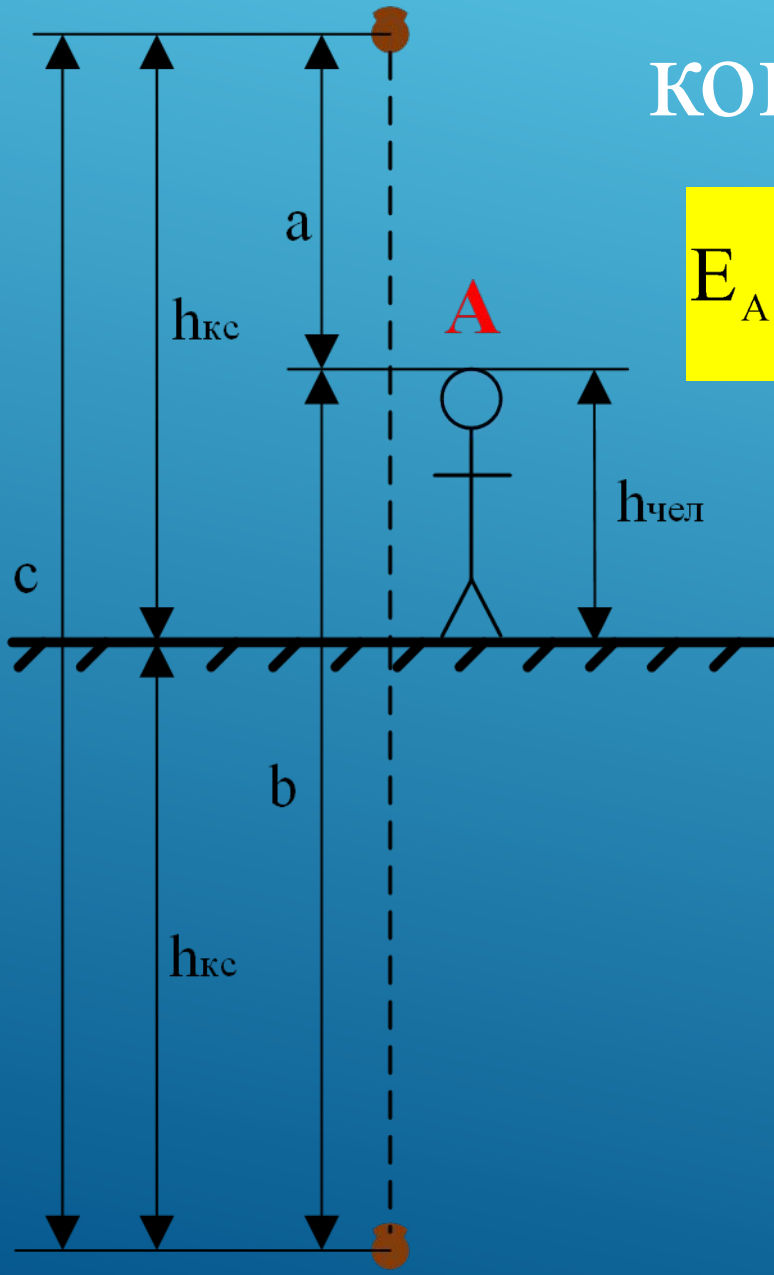
Определим величину линейного заряда τ исходя из формулы (3):

$$\varphi_{\text{пр}} = 3300 = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon} \ln \frac{2h_{\text{кс}}}{r_0}$$

отсюда

$$\tau = 3300 \frac{2\pi\varepsilon}{\ln \frac{2h_{\text{кс}}}{r_0}} = 3300 \frac{2\pi\varepsilon}{\ln \frac{2 \cdot 6,5}{5,6 \cdot 10^{-3}}} = 426,2 \cdot 2\pi\varepsilon$$

1. Человек стоит (или идет) на земле под КОНТАКТНЫМ ПРОВОДОМ



$$E_A = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} = \frac{426,2 \cdot 2\pi\epsilon}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} = 426,2 \frac{13}{4,7 \cdot 8,3} = 142 \text{ В / м}$$

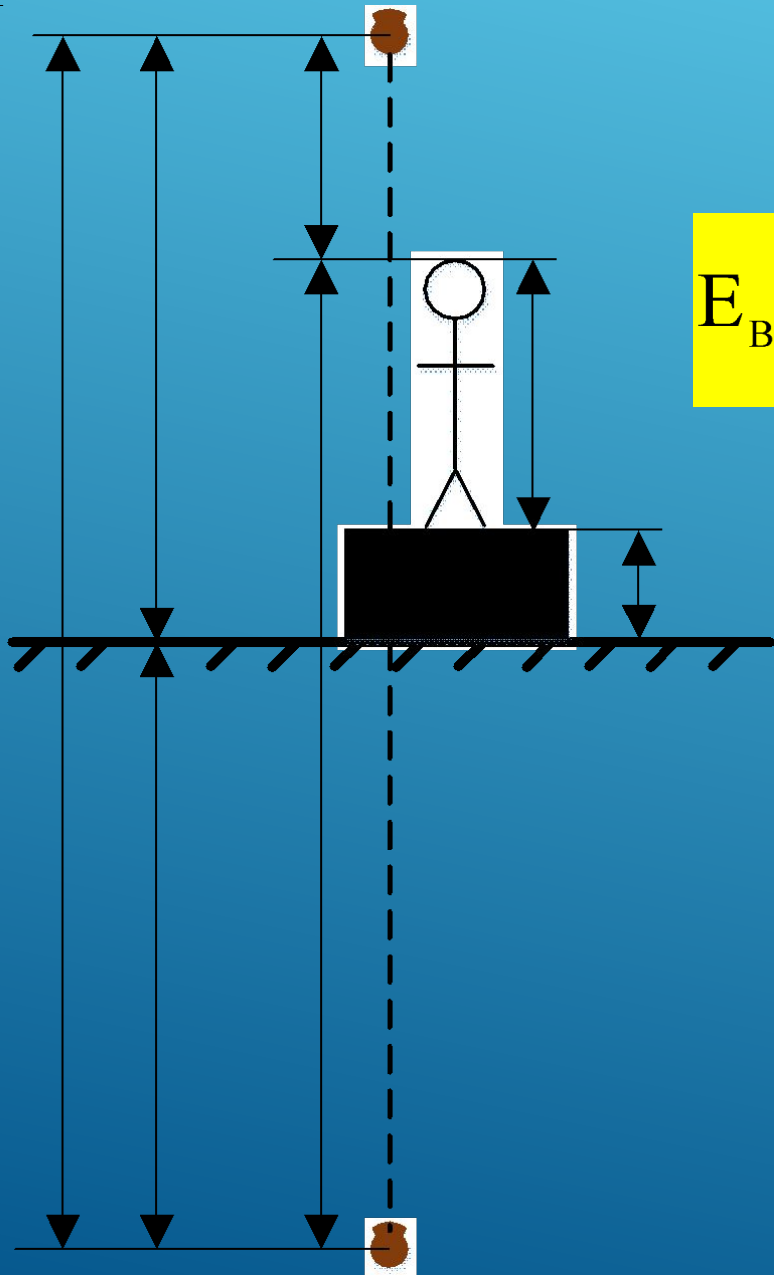
$$c = 2h_{\text{кc}} = 2 \cdot 6,5 = 13 \text{ м};$$

$$a = h_{\text{кc}} - h_{\text{чел}} = 6,5 - 1,8 = 4,7 \text{ м};$$

$$b = c - a = 13 - 4,7 = 8,3$$

$$\varphi_A = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \ln \frac{b}{a} = 426,2 \frac{2\pi\epsilon}{2\pi\epsilon} \ln \frac{8,3}{4,7} = 242$$

2. Человек стоит на платформе под контактным проводом



$$E_B = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} = \frac{426,2 \cdot 2\pi\epsilon}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} = 426,2 \frac{13}{3,5 \cdot 9,5} = 195 \text{ В / м}$$

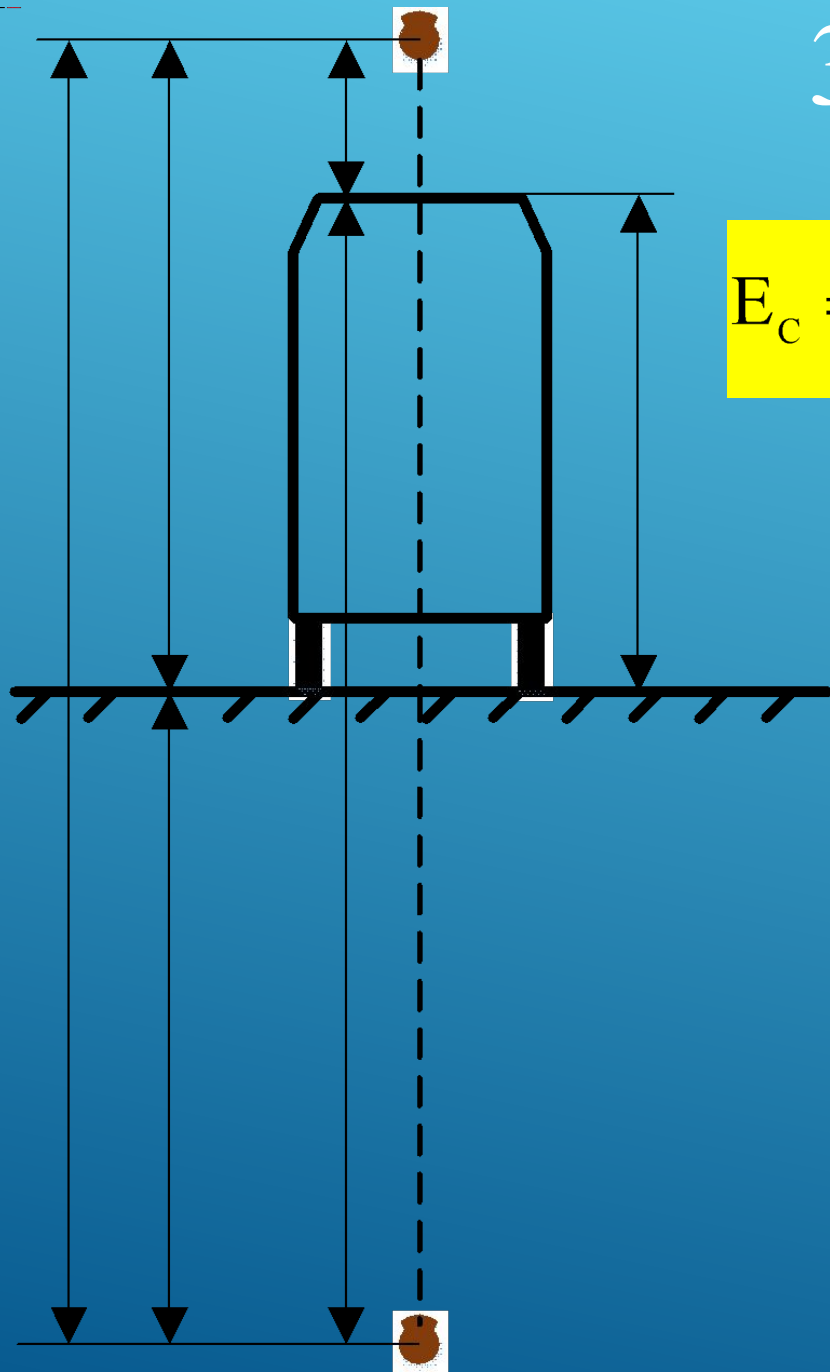
$$c = 2h_{\text{КС}} = 2 \cdot 6,5 = 13 \text{ м};$$

$$a = h_{\text{КС}} - h_{\text{чел}} - h_{\text{пл}} = 6,5 - 1,8 - 1,2 = 3,5 \text{ м};$$

$$b = c - a = 13 - 3,5 = 9,5$$

$$\varphi_B = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \ln \frac{b}{a} = 426,2 \frac{2\pi\epsilon}{2\pi\epsilon} \ln \frac{9,5}{3,5} = 425$$

3. Крыша вагона электропоезда



$$E_c = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} = \frac{426,2 \cdot 2\pi\epsilon}{2\pi\epsilon} \frac{c}{ab} = 426,2 \frac{13}{2,4 \cdot 10,6} = 217,8 \text{ В/м}$$

$$c = 2h_{\text{кв}} = 2 \cdot 6,5 = 13 \text{ м;}$$

$$a = h_{\text{кв}} - h_{\text{в}} = 6,5 - 4,1 = 2,4 \text{ м;}$$

$$b = c - a = 13 - 2,4 = 10,6$$

$$\varphi_c = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \ln \frac{b}{a} = 426,2 \frac{2\pi\epsilon}{2\pi\epsilon} \ln \frac{10,6}{2,4} = 633$$