Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
кафедра физики

# ОТЧЕТ
## по лабораторной работе № 5

«ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДВУХПРОВОДНОЙ ЛИНИИ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ »

*Автор:* Стукен В.А.
*Группа:* 2307
*Факультет:* ФКТИ
*Преподаватель:* Чурганова С.С.

Санкт-Петербург, 2023
LaTeX

**Рассчитаем экспериментальные значения напряженности поля в точках, расположенных вдоль линии, соединяющей электроды.**

$$E = \frac{\varphi}{r} = \frac{\varphi}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$E_1 = \frac{\varphi_1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} = 32,31\,\frac{V}{m}$$

$$E_2 = \frac{\varphi_2}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}} = 29,76\,\frac{V}{m}$$

$$E_3 = \frac{\varphi_3}{\sqrt{x_3^2 + y_3^2}} = 27,95\,\frac{V}{m}$$

$$E_4 = \frac{\varphi_4}{\sqrt{x_4^2 + y_4^2}} = 26,09\,\frac{V}{m}$$

$$E_5 = \frac{\varphi_5}{\sqrt{x_5^2 + y_5^2}} = 23,89\,\frac{V}{m}$$

$$E_6 = \frac{\varphi_6}{\sqrt{x_6^2 + y_6^2}} = 20,80\,\frac{V}{m}$$

$$E_7 = \frac{\varphi_7}{\sqrt{x_7^2 + y_7^2}} = 15,59\,\frac{V}{m}$$

$$E_8 = \frac{\varphi_8}{\sqrt{x_8^2 + y_8^2}} = 6,02\,\frac{V}{m}$$

$$E_9 = \frac{\varphi_9}{\sqrt{x_9^2 + y_9^2}} = 3,43\,\frac{V}{m}$$

$$E_{10} = \frac{\varphi_{10}}{\sqrt{x_{10}^2 + y_{10}^2}} = 36,84\,\frac{V}{m}$$

Точки вне электродов:

$$E_{11} = \frac{\varphi_{11}}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} = 16,05\,\frac{V}{m}$$

$$E_{12} = \frac{\varphi_{12}}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}} = 15,96\,\frac{V}{m}$$

$$E_{13} = \frac{\varphi_{13}}{\sqrt{x_3^2 + y_3^2}} = 15,09\,\frac{V}{m}$$

$$E_{14} = \frac{\varphi_{14}}{\sqrt{x_4^2 + y_4^2}} = 14,04\,\frac{V}{m}$$

$$E_{15} = \frac{\varphi_{15}}{\sqrt{x_5^2 + y_5^2}} = 12,28\,\frac{V}{m}$$

$$E_{16} = \frac{\varphi_{16}}{\sqrt{x_6^2 + y_6^2}} = 24,81\,\frac{V}{m}$$

$$E_{17} = \frac{\varphi_{17}}{\sqrt{x_7^2 + y_7^2}} = 24,89\,\frac{V}{m}$$

$$E_{18} = \frac{\varphi_{18}}{\sqrt{x_8^2 + y_8^2}} = 26,55\,\frac{V}{m}$$

$$E_{19} = \frac{\varphi_{19}}{\sqrt{x_9^2 + y_9^2}} = 27,21\,\frac{V}{m}$$

$$E_{20} = \frac{\varphi_{20}}{\sqrt{x_{10}^2 + y_{10}^2}} = 27,77\,\frac{V}{m}$$

## Считая $\varepsilon = 1$, определим по значению напряженности в одной из точек на линии между электродами моделируемый заряд(линейную плотность)

В качестве точки возьмем точку с координатами (13,2;14).
Для нее: $E = 15,59\,\frac{V}{m}, r = 0,19\,m$ Тогда линейная плотность заряда равна:

$$\tau = 2\pi\varepsilon\varepsilon_0 Er$$

Получаем следующую формулу для расчета E:

$$E_i = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 r_i} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_i}$$

$$E_1 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_1} = 9,96\,\frac{V}{m}$$

$$E_2 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_2} = 10,72\,\frac{V}{m}$$

$$E_3 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_3} = 11,65\,\frac{V}{m}$$

$$E_4 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_4} = 12,45\,\frac{V}{m}$$

$$E_5 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_5} = 13,34\,\frac{V}{m}$$

$$E_6 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_6} = 14,32\,\frac{V}{m}$$

$$E_7 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_7} = 15,38\,\frac{V}{m}$$

$$E_8 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_8} = 16,5\,\frac{V}{m}$$

$$E_9 = 2,96 \cdot \frac{1}{r_9} = 16,63\,\frac{V}{m}$$

$$E_{10} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{10}} = 9,32\,\frac{V}{m}$$

Вне электродов:

$$E_{11} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{11}} = 21,12 \frac{V}{m}$$

$$E_{12} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{12}} = 21,06 \frac{V}{m}$$

$$E_{13} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{13}} = 20,78 \frac{V}{m}$$

$$E_{14} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{14}} = 20,48 \frac{V}{m}$$

$$E_{15} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{15}} = 20,08 \frac{V}{m}$$

$$E_{16} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{16}} = 7,06 \frac{V}{m}$$

$$E_{17} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{17}} = 7,22 \frac{V}{m}$$

$$E_{18} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{18}} = 7,39 \frac{V}{m}$$

$$E_{19} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{19}} = 7,57 \frac{V}{m}$$

$$E_{20} = 2,96 \cdot \frac{1}{r_{20}} = 7,76 \frac{V}{m}$$

## Определим экспериментальные значения проекций на оси координат и модули напряженности поля в точках, не лежащих на прямой, соединяющей электроды

$$E = \frac{\varphi}{r} = \frac{\varphi}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$E_{21} = \frac{\varphi_{21}}{\sqrt{x_{21}^2 + y_{21}^2}} = 24,08 \frac{V}{m}$$

$$E_{22} = \frac{\varphi_{22}}{\sqrt{x_{22}^2 + y_{22}^2}} = 24,04 \frac{V}{m}$$

$$E_{23} = \frac{\varphi_{23}}{\sqrt{x_{23}^2 + y_{23}^2}} = 24,59\,\frac{V}{m}$$

$$E_{24} = \frac{\varphi_{24}}{\sqrt{x_{24}^2 + y_{24}^2}} = 24,13\,\frac{V}{m}$$

$$E_{25} = \frac{\varphi_{25}}{\sqrt{x_{25}^2 + y_{25}^2}} = 24,83\,\frac{V}{m}$$

$$E_{26} = \frac{\varphi_{26}}{\sqrt{x_{26}^2 + y_{26}^2}} = 31,24\,\frac{V}{m}$$

$$E_{27} = \frac{\varphi_{27}}{\sqrt{x_{27}^2 + y_{27}^2}} = 30,56\,\frac{V}{m}$$

$$E_{28} = \frac{\varphi_{28}}{\sqrt{x_{28}^2 + y_{28}^2}} = 31,16\,\frac{V}{m}$$

$$E_{29} = \frac{\varphi_{29}}{\sqrt{x_{29}^2 + y_{29}^2}} = 29,76\,\frac{V}{m}$$

$$E_{30} = \frac{\varphi_{30}}{\sqrt{x_{30}^2 + y_{30}^2}} = 31,80\,\frac{V}{m}$$

$$E_{31} = \frac{\varphi_{31}}{\sqrt{x_{31}^2 + y_{31}^2}} = 12,44\,\frac{V}{m}$$

$$E_{32} = \frac{\varphi_{32}}{\sqrt{x_{32}^2 + y_{32}^2}} = 12,48\,\frac{V}{m}$$

$$E_{33} = \frac{\varphi_{33}}{\sqrt{x_{33}^2 + y_{33}^2}} = 12,63\,\frac{V}{m}$$

$$E_{34} = \frac{\varphi_{34}}{\sqrt{x_{34}^2 + y_{34}^2}} = 12,53\,\frac{V}{m}$$

$$E_{35} = \frac{\varphi_{35}}{\sqrt{x_{35}^2 + y_{35}^2}} = 12,44\,\frac{V}{m}$$

$$E_{36} = \frac{\varphi_{36}}{\sqrt{x_{36}^2 + y_{36}^2}} = 34,98\,\frac{V}{m}$$

$$E_{37} = \frac{\varphi_{37}}{\sqrt{x_{37}^2 + y_{37}^2}} = 34,36\,\frac{V}{m}$$

$$E_{38} = \frac{\varphi_{38}}{\sqrt{x_{38}^2 + y_{38}^2}} = 36,29\,\frac{V}{m}$$

$$E_{39} = \frac{\varphi_{39}}{\sqrt{x_{39}^2 + y_{39}^2}} = 32,59\,\frac{V}{m}$$

$$E_{40} = \frac{\varphi_{40}}{\sqrt{x_{40}^2 + y_{40}^2}} = 38,39\,\frac{V}{m}$$

Определим значения проекций:

$$E_x = \varphi'_x = -\frac{q}{8\pi\varepsilon_0}(x^2 + y^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot 2x$$

$$E_y = \varphi'_x = -\frac{q}{8\pi\varepsilon_0}(x^2 + y^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot 2y$$

$$q = \varphi \cdot r \cdot 4\pi\varepsilon_0 = \varphi\sqrt{x^2 + y^2} \cdot 4\pi\varepsilon_0$$

Тогда:

$$E_x = \frac{\varphi \cdot x}{x^2 + y^2}$$

$$E_y = \frac{\varphi \cdot y}{x^2 + y^2}$$

Рассчитаем проекции на ось X:

$$E_{21x} = \frac{\varphi_{21} \cdot x}{x_{21}^2 + y_{21}^2} = 17,78\,\frac{V}{m}$$

$$E_{22x} = \frac{\varphi_{22} \cdot x}{x_{22}^2 + y_{22}^2} = 17,57\,\frac{V}{m}$$

$$E_{23x} = \frac{\varphi_{23} \cdot x}{x_{23}^2 + y_{23}^2} = 18,33\,\frac{V}{m}$$

$$E_{24x} = \frac{\varphi_{24} \cdot x}{x_{24}^2 + y_{24}^2} = 17,63\,\frac{V}{m}$$

$$E_{25x} = \frac{\varphi_{25} \cdot x}{x_{25}^2 + y_{25}^2} = 18,53\,\frac{V}{m}$$

$$E_{21x} = \frac{\varphi_{21} \cdot x}{x_{21}^2 + y_{21}^2} = 29,88\,\frac{V}{m}$$

$$E_{26x} = \frac{\varphi_{26} \cdot x}{x_{26}^2 + y_{26}^2} = 29,17\,\frac{V}{m}$$

$$E_{27x} = \frac{\varphi_{27} \cdot x}{x_{27}^2 + y_{27}^2} = 29,86\,\frac{V}{m}$$

$$E_{28x} = \frac{\varphi_{28} \cdot x}{x_{28}^2 + y_{28}^2} = 28,29\,\frac{V}{m}$$

$$E_{29x} = \frac{\varphi_{29} \cdot x}{x_{29}^2 + y_{29}^2} = 30,59 \frac{V}{m}$$

$$E_{30x} = \frac{\varphi_{30} \cdot x}{x_{30}^2 + y_{30}^2} = 2,32 \frac{V}{m}$$

$$E_{31x} = \frac{\varphi_{31} \cdot x}{x_{31}^2 + y_{31}^2} = 2,61 \frac{V}{m}$$

$$E_{32x} = \frac{\varphi_{32} \cdot x}{x_{32}^2 + y_{32}^2} = 2,07 \frac{V}{m}$$

$$E_{33x} = \frac{\varphi_{34} \cdot x}{x_{34}^2 + y_{34}^2} = 2,29 \frac{V}{m}$$

$$E_{35x} = \frac{\varphi_{35} \cdot x}{x_{35}^2 + y_{35}^2} = 2,38 \frac{V}{m}$$

$$E_{36x} = \frac{\varphi_{36} \cdot x}{x_{36}^2 + y_{36}^2} = 17,35 \frac{V}{m}$$

$$E_{37x} = \frac{\varphi_{37} \cdot x}{x_{37}^2 + y_{37}^2} = 18,58 \frac{V}{m}$$

$$E_{38x} = \frac{\varphi_{38} \cdot x}{x_{38}^2 + y_{38}^2} = 16,22 \frac{V}{m}$$

$$E_{39x} = \frac{\varphi_{39} \cdot x}{x_{39}^2 + y_{39}^2} = 15,33 \frac{V}{m}$$

$$E_{40x} = \frac{\varphi_{40} \cdot x}{x_{40}^2 + y_{40}^2} = 20,12 \frac{V}{m}$$

Рассчитаем проекции на ось Y:

$$E_{21y} = \frac{\varphi_{21} \cdot y}{x_{21}^2 + y_{21}^2} = 16,23 \frac{V}{m}$$

$$E_{22y} = \frac{\varphi_{22} \cdot y}{x_{22}^2 + y_{22}^2} = 16,40 \frac{V}{m}$$

$$E_{23y} = \frac{\varphi_{23} \cdot y}{x_{23}^2 + y_{23}^2} = 16,38 \frac{V}{m}$$

$$E_{24y} = \frac{\varphi_{24} \cdot y}{x_{24}^2 + y_{24}^2} = 16,48 \frac{V}{m}$$

$$E_{25y} = \frac{\varphi_{25} \cdot y}{x_{25}^2 + y_{25}^2} = 16,52 \frac{V}{m}$$

$$E_{21y} = \frac{\varphi_{21} \cdot y}{x_{21}^2 + y_{21}^2} = 9,09 \frac{V}{m}$$

$$E_{26y} = \frac{\varphi_{26} \cdot y}{x_{26}^2 + y_{26}^2} = 9,07 \frac{V}{m}$$

$$E_{27y} = \frac{\varphi_{27} \cdot y}{x_{27}^2 + y_{27}^2} = 8,89 \frac{V}{m}$$

$$E_{28y} = \frac{\varphi_{28} \cdot y}{x_{28}^2 + y_{28}^2} = 9,22 \frac{V}{m}$$

$$E_{29y} = \frac{\varphi_{29} \cdot y}{x_{29}^2 + y_{29}^2} = 8,64 \frac{V}{m}$$

$$E_{30y} = \frac{\varphi_{30} \cdot y}{x_{30}^2 + y_{30}^2} = 12,22 \frac{V}{m}$$

$$E_{31y} = \frac{\varphi_{31} \cdot y}{x_{31}^2 + y_{31}^2} = 12,20 \frac{V}{m}$$

$$E_{32y} = \frac{\varphi_{32} \cdot y}{x_{32}^2 + y_{32}^2} = 12,46 \frac{V}{m}$$

$$E_{33y} = \frac{\varphi_{34} \cdot y}{x_{34}^2 + y_{34}^2} = 12,31 \frac{V}{m}$$

$$E_{35y} = \frac{\varphi_{35} \cdot y}{x_{35}^2 + y_{35}^2} = 12,22 \frac{V}{m}$$

$$E_{36y} = \frac{\varphi_{36} \cdot y}{x_{36}^2 + y_{36}^2} = 30,36 \frac{V}{m}$$

$$E_{37y} = \frac{\varphi_{37} \cdot y}{x_{37}^2 + y_{37}^2} = 28,90 \frac{V}{m}$$

$$E_{38y} = \frac{\varphi_{38} \cdot y}{x_{38}^2 + y_{38}^2} = 32,45 \frac{V}{m}$$

$$E_{39y} = \frac{\varphi_{39} \cdot y}{x_{39}^2 + y_{39}^2} = 28,75 \frac{V}{m}$$

$$E_{40y} = \frac{\varphi_{40} \cdot y}{x_{40}^2 + y_{40}^2} = 32,69 \frac{V}{m}$$

## Рассчитаем для выбранных векторов напряженности погрешности их модулей

$$x_1 = 23\,cm; y_1 = 21\,cm; \varphi = 7,5\,V$$

$$x_2 = 22,5\,cm; y_2 = 7\,cm; \varphi = 7,2\,V$$

$$x_3 = 3,5\,cm; y_3 = 21\,cm; \varphi = 2,69\,V$$

$$x_4 = 4,5\,cm; y_4 = 7\,cm; \varphi = 2,86\,V$$

$$x_5 = 4\,cm; y_5 = 6,5\,cm; \varphi = 2,93\,V$$

$$x_6 = 23,5\,cm; y_6 = 21\,cm; \varphi = 7,75\,V$$

$$\bar{E_\varphi} = \left.\frac{\partial E}{\partial \varphi}\right|_{x,y,\varphi} = \frac{1}{sqrtx^2 + y^2}$$

$$\bar{E_x} = \left.\frac{\partial E}{\partial x}\right|_{x,y,\varphi} = -x\sqrt{(x^2+y^2)^3}$$

$$\bar{E_y} = \left.\frac{\partial E}{\partial y}\right|_{x,y,\varphi} = -y\sqrt{(x^2+y^2)^3}$$

$$\bar{E_{\varphi 1}} = 3,21$$

$$\bar{E_{\varphi 2}} = 4,24$$

$$\bar{E_{\varphi 3}} = 4,69$$

$$\bar{E_{\varphi 4}} = 12,01$$

$$\bar{E_{\varphi 5}} = 13,10$$

$$\bar{E_{\varphi 6}} = 3,17$$

$$\bar{E_{x1}} = -6,95$$

$$\bar{E_{x2}} = -2,94$$

$$\bar{E_{x3}} = -0,33$$

$$\bar{E_{x4}} = -0,03$$

$$\bar{E_{x5}} = -0,02$$

$$\bar{E_{x6}} = -7,35$$

$$\bar{E_{y1}} = -6,34$$
$$\bar{E_{y2}} = -0,91$$
$$\bar{E_{y3}} = -2,02$$
$$\bar{E_{y4}} = -0,04$$
$$\bar{E_{y5}} = -0,02$$
$$\bar{E_{y6}} = -6,57$$

## Вычислим средние квадратичные отклонения:

$$S_\varphi = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(\varphi_i - \bar{\varphi})^2}$$
$$S_x = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}$$
$$S_y = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}$$
$$\bar{\varphi} = 5,16\,V$$
$$\bar{x} = 0,13\,m$$
$$\bar{y} = 0,14\,m$$

$$S_{x1} = 0$$
$$S_{x2} = 0,0025$$
$$S_{x3} = 0,085$$
$$S_{x4} = 0,094$$
$$S_{x5} = 0,09$$
$$S_{x6} = 0,095$$

$$S_{y1} = 0$$
$$S_{y2} = 0,07$$

$$S_{y3} = 0,06$$
$$S_{y4} = 0,07$$
$$S_{y5} = 0,068$$
$$S_{y6} = 0,07$$

$$S_{\varphi 1} = 0$$
$$S_{\varphi 2} = 0,0015$$
$$S_{\varphi 3} = 0,02$$
$$S_{\varphi 4} = 0,022$$
$$S_{\varphi 5} = 0,021$$
$$S_{\varphi 6} = 0,023$$

$$\Delta\varphi = t_{PN} \cdot S_i$$
$$\Delta\varphi_1 = t_{PN} \cdot S_i = 0$$
$$\Delta\varphi_2 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0042$$
$$\Delta\varphi_3 = t_{PN} \cdot S_i = 0,056$$
$$\Delta\varphi_4 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0064$$
$$\Delta\varphi_5 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0616$$
$$\Delta\varphi_6 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0644$$

$$\Delta\varphi = t_{PN} \cdot S_i$$
$$\Delta\varphi_1 = t_{PN} \cdot S_i = 0$$
$$\Delta\varphi_2 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0042$$
$$\Delta\varphi_3 = t_{PN} \cdot S_i = 0,056$$
$$\Delta\varphi_4 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0064$$
$$\Delta\varphi_5 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0616$$
$$\Delta\varphi_6 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0644$$

$$\Delta\varphi = t_{PN} \cdot S_i$$
$$\Delta\varphi_1 = t_{PN} \cdot S_i = 0$$

$$\Delta\varphi_2 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0042$$
$$\Delta\varphi_3 = t_{PN} \cdot S_i = 0,056$$
$$\Delta\varphi_4 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0064$$
$$\Delta\varphi_5 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0616$$
$$\Delta\varphi_6 = t_{PN} \cdot S_i = 0,0644$$

$$\Delta E_{\varphi 1} = E'_{\varphi 1} \cdot \Delta\varphi_1 = 0$$
$$\Delta E_{\varphi 2} = E'_{\varphi 2} \cdot \Delta\varphi_2 = 0,018$$
$$\Delta E_{\varphi 3} = E'_{\varphi 3} \cdot \Delta\varphi_3 = 0,263$$
$$\Delta E_{\varphi 4} = E'_{\varphi 4} \cdot \Delta\varphi_4 = 0,077$$
$$\Delta E_{\varphi 5} = E'_{\varphi 5} \cdot \Delta\varphi_5 = 0,8$$
$$\Delta E_{\varphi 6} = E'_{\varphi 6} \cdot \Delta\varphi_6 = 0,2$$

$$\Delta E_{x1} = E'_{x1} \cdot \Delta x_1 = -3,12$$
$$\Delta E_{x2} = E'_{x2} \cdot \Delta x_2 = -1,323$$
$$\Delta E_{x3} = E'_{x3} \cdot \Delta x_3 = -0,149$$
$$\Delta E_{x4} = E'_{x4} \cdot \Delta x_4 = -0,009$$
$$\Delta E_{x5} = E'_{x5} \cdot \Delta x_5 = 0,045$$
$$\Delta E_{x6} = E'_{x6} \cdot \Delta x_6 = -3,3$$

$$\Delta E_{y1} = E'_{y1} \cdot \Delta y_1 = -2,853$$
$$\Delta E_{y2} = E'_{y2} \cdot \Delta y_2 = -0,4$$
$$\Delta E_{y3} = E'_{y3} \cdot \Delta y_3 = -0,909$$
$$\Delta E_{y4} = E'_{y4} \cdot \Delta y_4 = -0,018$$
$$\Delta E_{y5} = E'_{y5} \cdot \Delta y_5 = -0,014$$
$$\Delta E_{y6} = E'_{y6} \cdot \Delta y_6 = -2,96$$

$$\Delta E_i = \sqrt{{\Delta E_{\varphi i}}^2 + {\Delta E_{xi}}^2 + {\Delta E_{yi}}^2}$$
$$\Delta E_1 = 4,23$$
$$\Delta E_2 = 1,38$$

$$\Delta E_3 = 0,958$$

$$\Delta E_4 = 0,08$$

$$\Delta E_5 = 0,8$$

$$\Delta E_6 = 4,43$$

$$\theta_{\varphi i} = E_i' \cdot \theta_\varphi$$

$$\theta_{\varphi 1} = E_i' \cdot \theta_\varphi = 0$$

$$\theta_{\varphi 2} = E_i' \cdot \theta_\varphi = 0,00018$$

$$\theta_{\varphi 3} = E_i' \cdot \theta_\varphi = 0,00263$$

$$\theta_{\varphi 4} = E_i' \cdot \theta_\varphi = 0,00077$$

$$\theta_{\varphi 5} = E_i' \cdot \theta_\varphi = 0,008$$

$$\theta_{\varphi 6} = E_i' \cdot \theta_\varphi = 0,002$$

$$\theta_{xi} = E_i' \cdot \theta_x$$

$$\theta_{x1} = E_i' \cdot \theta_x = 0,00156$$

$$\theta_{x2} = E_i' \cdot \theta_x = 0,00061$$

$$\theta_{x3} = E_i' \cdot \theta_x = 0,00007$$

$$\theta_{x4} = E_i' \cdot \theta_x = 0,00004$$

$$\theta_{x5} = E_i' \cdot \theta_x = 0,00002$$

$$\theta_{x6} = E_i' \cdot \theta_x = 0,00165$$

$$\theta_{yi} = E_i' \cdot \theta_y$$

$$\theta_{y1} = E_i' \cdot \theta_y = 0,00143$$

$$\theta_{y2} = E_i' \cdot \theta_y = 0,0002$$

$$\theta_{y3} = E_i' \cdot \theta_y = 0,0005$$

$$\theta_{y4} = E_i' \cdot \theta_y = 0,00002$$

$$\theta_{y5} = E_i' \cdot \theta_y = 0,00007$$

$$\theta_{y6} = E_i' \cdot \theta_y = 0,0015$$

$$\theta_i = \theta_{\varphi i} + \theta_{xi} + \theta_{yi}$$

$$\theta_1 = \theta_{\varphi 1} + \theta_{x1} + \theta_{y1} = 2,9 \cdot 10^{-3}$$
$$\theta_2 = \theta_{\varphi 2} + \theta_{x2} + \theta_{y2} = 9,9 \cdot 10^{-4}$$
$$\theta_3 = \theta_{\varphi 3} + \theta_{x3} + \theta_{y3} = 3,83 \cdot 10^{-3}$$
$$\theta_4 = \theta_{\varphi 4} + \theta_{x4} + \theta_{y4} = 1,01 \cdot 10^{-3}$$
$$\theta_5 = \theta_{\varphi 5} + \theta_{x5} + \theta_{y5} = 8,27 \cdot 10^{-3}$$
$$\theta_6 = \theta_{\varphi 6} + \theta_{x6} + \theta_{y6} = 5,15 \cdot 10^{-3}$$

$$\bar{\Delta E_i} = \sqrt{(\Delta E_i)^2 + (\theta_i)^2}$$
$$\bar{\Delta E_1} = \sqrt{(\Delta E_1)^2 + (\theta_1)^2} = 4,23 \frac{V}{m}$$
$$\bar{\Delta E_2} = \sqrt{(\Delta E_2)^2 + (\theta_2)^2} = 1,38 \frac{V}{m}$$
$$\bar{\Delta E_3} = \sqrt{(\Delta E_3)^2 + (\theta_3)^2} = 0,958 \frac{V}{m}$$
$$\bar{\Delta E_4} = \sqrt{(\Delta E_4)^2 + (\theta_4)^2} = 0,008 \frac{V}{m}$$
$$\bar{\Delta E_5} = \sqrt{(\Delta E_5)^2 + (\theta_5)^2} = 0,8 \frac{V}{m}$$
$$\bar{\Delta E_6} = \sqrt{(\Delta E_6)^2 + (\theta_6)^2} = 4,43 \frac{V}{m}$$

Получаем окончательные значения модулей напряженностей с учетом погрешности:

$$\Delta E_1 = 24,0 \pm 4,2 \frac{V}{m}$$
$$\Delta E_2 = 30,6 \pm 1,4 \frac{V}{m}$$
$$\Delta E_3 = 13 \pm 1 \frac{V}{m}$$
$$\Delta E_4 = 34,36 \pm 0,01 \frac{V}{m}$$
$$\Delta E_5 = 38,4 \pm 0,8 \frac{V}{m}$$
$$\Delta E_6 = 24,1 \pm 4,4 \frac{V}{m}$$

# Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы было смоделировано поле двухпроводной линии. Была проведена практическая проверка формул для вычисления напряженности. Значения, полученные теоретическим методом и значения, полученные практическим методом, во многих случаях достаточно сильно различаются, что можно объяснить неточностью измерений, а так же не очень качественным оборудованием.