
Группа	<u>Р3115</u>	К работе допущен	<u></u>
Студент	<u>Конаныхина А.А.</u>	Работа выполнена	<u></u>
Преподаватель	<u>Боярский К.К.</u>	Отчет принят	<u></u>

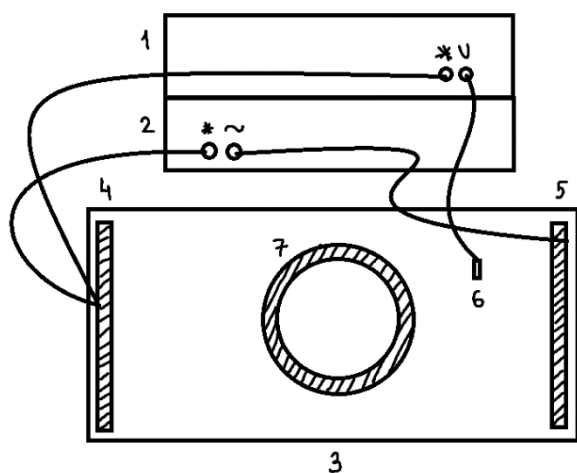
Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.01

**«Изучение электростатического поля
методом моделирования»**

Цель работы:

Построение сечений эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электростатического поля на основе экспериментального моделирования распределения потенциала в слабопроводящей среде.

Схема установки:



1. Вольтметр и амперметр
2. Генератор напряжения
3. Электролитическая ванна
4. Катод
5. Анод
6. Зонд
7. Проводящее тело в форме кольца

Измерительные приборы:

№ п/п	Наименование	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Вольтметр	От 0 В до 14 В	0,1В
2	Линейная сетка	0 см до 30 см по оси ОХ, от 0 см до 20 см по оси ОУ.	0,1 мм

Исходные данные:

Электрическая постоянная (физическая константа):

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Разность потенциалов между электродами, которую необходимо выставить на источнике тока:

$$U = 14 \text{ В}$$

Результаты прямых измерений:

1) Найдём значения потенциалов на средней линии $Y = 0,01 \text{ м}$:

Для 1 эксперимента:

X, м	φ , В
0	0
0,025	1,55
0,08	3,56
0,132	5,55
0,187	7,56
0,225	9,66
0,27	11,56
0,3	14

2) Для второго эксперимента:

X, м	φ , В
0	0
0,026	2,03
0,042	3,03
0,061	4,03
0,081	5,03
0,09	6,03
0,219	7,03
0,231	8,03
0,245	9,03
0,259	10,03
0,3	14

См. Приложение (1) и (2).

Расчет результатов косвенных измерений:

В первом эксперименте необходимо найти напряженность в центре электролитической ванны и у одного из электродов.

Найдём их по формуле:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{l_{12}} \quad (1)$$

Поверхностную плотность заряда найдём по формуле:

$$\sigma' = -\varepsilon_0 \frac{\Delta\varphi}{\Delta\ell_n} \quad (2)$$

Напряженность у одного из электродов:

$$\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\ell_{12}} = \frac{1,55 - 0}{0,025} = 62 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Напряженность в центре:

$$\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\ell_{12}} = \frac{7,56 - 5,53}{0,048} = 42,29 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Поверхностная плотность заряда на катоде:

$$-\varepsilon_0 \frac{\Delta\varphi}{\Delta\ell_n} = -8,85 \cdot 10^{-12} * 62 = -5,487 * 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

Поверхностная плотность заряда на аноде:

$$-\varepsilon_0 \frac{\Delta\varphi}{\Delta\ell_n} = -8,85 \cdot 10^{-12} * \frac{14 - 11,56}{0,3 - 0,27} = -7,17 * 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

Для второго эксперимента необходимо найти максимальную и минимальную напряженность по формулам (1) и (2):

Минимальное напряжение:

В кольце, 0 В/м

Максимальное:

$$\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\ell_{12}} = \frac{6,03 - 5,03}{0,009} = 111,11 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Расчет погрешностей:

Рассчитаем погрешность для напряженности поля:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{l_{12}}$$
$$\Delta E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)(2 * \Delta l) + (\ell_{12})(2 * \Delta \varphi)}{l_{12}^2}$$

Найдем по этой формуле погрешности найденных выше напряженностей:

Погрешность напряженности поля у одного из электродов:

$$\Delta E_{\text{э}} = \frac{(1,55 - 0)(2 * 0,0001) + (0,025)(2 * 0,1)}{0,025^2} = 13 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Погрешность напряженности поля в центре конденсатора:

$$\Delta E_{\text{с}} = \frac{(7,56 - 5,53)(2 * 0,0001) + (0,048)(2 * 0,1)}{0,048^2} = 6 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Максимальная напряженность поля с кольцом из проводника:

$$\Delta E_{\text{макс}} = \frac{(6,03 - 5,03)(2 * 0,0001) + (0,009)(2 * 0,1)}{0,009^2} = 1,8 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Выведем формулу для погрешности для поверхностной плотности заряд

$$\sigma' = -\epsilon_0 \frac{\Delta \varphi}{\Delta \ell_n}$$
$$\Delta \sigma' = -\epsilon_0 \frac{\Delta \varphi (\Delta (\Delta \ell_n)) + \Delta \ell_n (\Delta (\Delta \varphi))}{\Delta \ell_n^2}$$

Рассчитаем погрешности вычисления поверхностной плотности:

У катода:

$$\sigma_1 = -8,85 * 10^{-12} \frac{1,55(0,0001) + 0,025(0,1)}{0,025^2} = -4 * 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

И у анода:

$$\sigma_2 = -8,85 * 10^{-12} \frac{2,44(0,0001) + 0,03(0,1)}{0,03^2} = -3 * 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

Графики:

См. приложения (3) и (4).

Результаты:

В ходе выполнения лабораторной работы были получены следующие значения:

$E_{\text{э}} = (62 \pm 13) \frac{\text{В}}{\text{м}}$ – Напряженность у электрода в первом эксперименте.

$E_{\text{с}} = (42 \pm 6) \frac{\text{В}}{\text{м}}$ – Напряженность в середине электролитической ванны в первом эксперименте.

$E_{\text{мин}} = (0 \pm 0) \frac{\text{В}}{\text{м}}$ – Минимальная напряженность поля во втором эксперименте.

$E_{\text{макс}} = (111 \pm 1,8) \frac{\text{В}}{\text{м}}$ – Максимальная напряженность поля во втором эксперименте.

$\sigma_1 = -(5 \pm 4) * 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$ – Поверхностная плотность заряда на катоде для первого эксперимента.

$\sigma_2 = -(7 \pm 3) * 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$ – Поверхностная плотность заряда на аноде во втором эксперименте.

Вывод:

В ходе эксперимента получены следующие результаты: в электролитической ванне (конденсаторе) поле однородно, поэтому потенциал пропорционально растет весь путь от анода к катоду, что подтверждается графиком. В то время как при наличии кольца из проводника поле уже очень неоднородно, кольцо создает поле, противодействующее внешнему, поэтому потенциал в кольце остается константным (6В), а напряженность равна 0. Но и само поле сильно искажается, у него появляются точки с большим потенциалом (у кольца) и с меньшим (в кольце).