

Группа: Р3131 К работе допущен:

Студент: Зубахин Д.С. Работа выполнена:

Преподаватель: Нуриев Р.К. Отчет принят:

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.10 *«Изучение свободных затухающих колебаний»*

### 1. Цель работы:

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

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

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

3. Объект исследования - потенциалы в слабопроводящей среде

### 4. Методы экспериментального исследования.

1. Анализ

2. Лабораторный эксперимент (применение слабопроводящей среды с размещенной в ней электродами для построения сечений эквипотенциальных поверхностей и силовых линий.)

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

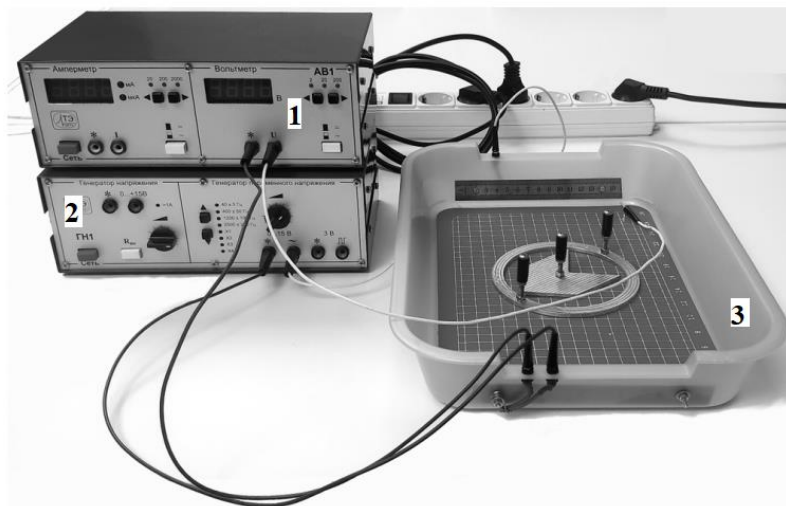
1.  $\langle E_{12} \rangle \approx \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{l_{12}}$

2.  $\sigma' \approx -\varepsilon_0 \frac{\Delta\varphi}{\Delta l_n}$

### 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Цена деления	Класс точности	Δи
1	Комбинированный прибор АВ1	0,1 В	-	0,05 В
2	Линейка	1 мм	-	0,5 мм

## 7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



1. Многофункциональный генератор напряжения ГН1.
2. Комбинированный прибор АВ1.
3. Электролитическая ванна.

Для изучения полей используют экспериментальные методы их моделирования. Один из них основан на применении слабопроводящей среды с размещенной в ней электродами. Электростатическое поле заменяют электрическим полем, в котором на электроды подают такие же потенциалы, как и в моделируемом поле. Несмотря на движение заряженных частиц, плотность зарядов на электродах постоянна, так как на место зарядов, уходящих в проводящую среду, непрерывно поступают новые. Поэтому электрические заряды электродов создают в пространстве такое же электрическое поле, как и неподвижные заряды той же плотности, а поверхности электродов являются эквипотенциальными поверхностями. Данная методика позволяет применять токоизмерительные приборы, более простые и надежные в работе, чем электростатические.



Рис. 2. Электролитическая ванна

В слабопроводящую среду, которая представляет собой неди-  
стиллированную воду в электролитической ванне, помещают два  
металлических проводника, подсоединенных к источнику перемен-  
ного напряжения (рис. 2).

При этом топография поля в пространстве между ними будет

такой же, какой была бы топография электростатического поля между заряженными проводниками, помещенными в однородную непроводящую среду.

Метод моделирования электростатического поля в проводящей среде основан на аналогии уравнений, описывающих электрическое поле в вакууме и в изотропной проводящей среде. Метод является удобным для практики, так как позволяет получить путем экспериментального моделирования сложную картину электростатического поля, аналитический расчет которого зачастую невозможен из-за сложности граничных условий.

## **8. Результаты прямых измерений и их обработки.**

$$\langle E_1 \rangle \approx \frac{\varphi_{18} - \varphi_{17}}{p} = \frac{7-5}{0,039} = 51,28 \frac{\text{В}}{\text{м}} \approx 51 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$\langle E_2 \rangle \approx \frac{\varphi_{21} - \varphi_1}{p_{12}} = \frac{3-1}{0,055} = 36,36 \frac{\text{В}}{\text{м}} \approx 36 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$\Delta \varphi = 0,05 \text{ В.}$$

$$\varepsilon_{\varphi} = \frac{\Delta \varphi}{\varphi} \cdot 100\% = \frac{0,05}{2} \cdot 100\% = 2,5\%$$

$$\Delta p = 0,5 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta p}{p} \cdot 100\% = \frac{0,0005}{0,039} \cdot 100\% = 1,3\%$$

$$\varepsilon_{12} = \frac{\Delta p}{p} \cdot 100\% = \frac{0,0005}{0,055} \cdot 100\% = 0,9\%$$

$$\varepsilon(E_1) = \sqrt{\varepsilon_{\varphi}^2 + \varepsilon_p^2} = \sqrt{0,0025^2 + 0,0013^2} = 0,28\%$$

$$\Delta \varphi(E_1) = \frac{\langle E_1 \rangle \cdot \varepsilon(E_1)}{100} = \frac{51 \cdot 0,28}{100} = 0,14 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$\varepsilon(E_2) = \sqrt{\varepsilon_{\varphi}^2 + \varepsilon_{p_{12}}^2} = \sqrt{0,0025^2 + 0,0009^2} = 0,27\%$$

$$\Delta \varphi(E_2) = \frac{\langle E_2 \rangle \cdot \varepsilon(E_2)}{100} = \frac{36 \cdot 0,27}{100} = 0,1 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$\langle E_1 \rangle = (51,0 \pm 0,14) \frac{\text{В}}{\text{м}}, \quad \varepsilon_{E_1} = 0,28\%$$

$$\langle E_2 \rangle = (36,0 \pm 0,1) \frac{\text{В}}{\text{м}}, \quad \varepsilon_{E_2} = 0,27\%$$

$$\begin{aligned} \sigma' &\approx -\varepsilon_0 \frac{\Delta \varphi}{\Delta p_n} = -8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Delta \varphi}{\Delta p_n} = -8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \varphi'(x) = -8,85 \cdot 10^{-12} \cdot k = \\ &= -8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{2}{0,005} = -354 \cdot 10^{-10} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \end{aligned}$$

## 9. Результаты косвенных измерений и их обработки

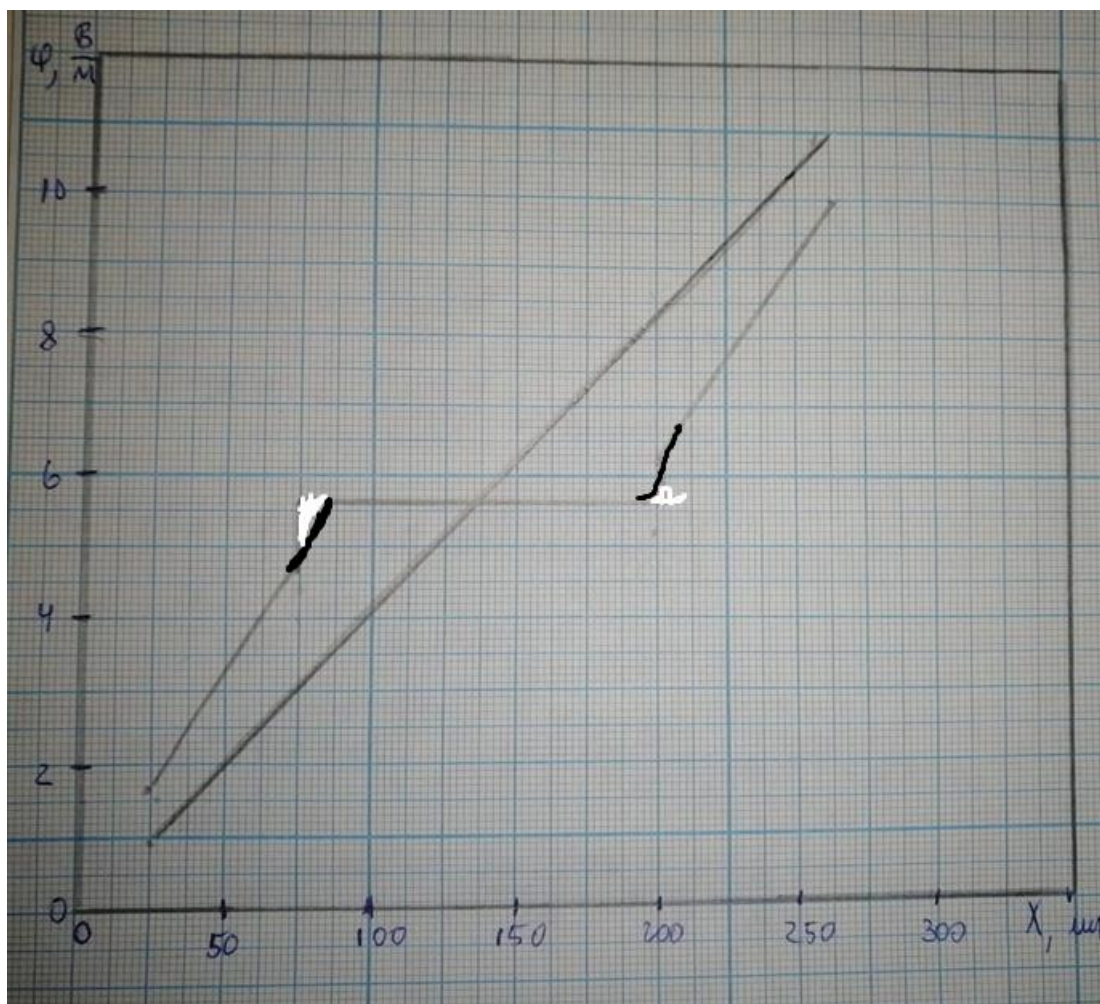
Приведено выше

## 10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

Был произведен выше.

## 11. Графики





### Выводы по графику:

На графике построены две линии – кривые, построенные по точкам потенциала поля. Зависимости же у двух кривых разные. Те точки, где не лежит проводящее кольцо, имеют линейную зависимость. Кривая же, которую построили по точкам потенциала, где есть проводящее кольцо, не имеют линейной зависимости, так как в центре дна в данном случае лежит проводящее кольцо, внутри которого потенциал постоянен и равен 5,37 В.

### 12. Окончательные результаты:

Все результаты указаны выше.

### 13. Выводы и анализ результата работы:

1. Было проведено исследование статистического поля методом моделирования. Я построил сечения эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электростатического поля на основе экспериментального моделирования распределения в слабопроводящей среде.
2. Были вычислены  $E_{\min} = 0 \text{ В/м}$ ,  $E_{\max} = 33 \text{ 0 В/м}$
3. Построен график, показывающий, что потенциал неизменен внутри кольца (наглядное подтверждение второго эксперимента)

## Приложение I. Результаты прямых измерений.

