

Государственное высшее учебное заведение  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ  
по лабораторной работе №41

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Выполнил студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Преподаватель кафедры физики

\_\_\_\_\_

Отметка о защите \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа №41

## ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Цель работы – исследовать электростатическое поле, созданное электрически заряженными телами, используя метод электростатических моделей. Определить значение напряжённости для однородного электрического поля.

Приборы и принадлежности: источник тока, вольтметр, гальванометр, набор электродов; ванна, заполненная водой.

## Общие положения

Электрическое поле – материальная среда, существующая вокруг заряженных тел и проявляющая себя силовым действием на заряды. Основными характеристиками электростатического поля являются напряжённость  $\vec{E}$  и потенциал  $\varphi$ .

Напряжённость электрического поля ( $\vec{E}$ ) – векторная физическая величина, силовая характеристика электрического поля, численно равная силе, действующей на единичный положительный заряд  $q_0$ , помещённый в данную точку поля:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \quad (1)$$

Если величина и направление вектора напряжённости поля в каждой точке одинаковы, то поле называется однородным.

Потенциал ( $\varphi$ ) – скалярная физическая величина, энергетическая характеристика электростатического поля, численно равная потенциальной энергии, которой обладал бы в данной точке поля единичный положительный заряд  $q_0$ :

$$\varphi = \frac{W}{q_0}. \quad (2)$$

Между напряжённостью  $\vec{E}$  и потенциалом  $\varphi$  существует следующая взаимосвязь

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi. \quad (3)$$

Вектор напряжённости направлен в сторону убывания потенциала. В случае однородного поля

$$E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta r}, \quad (4)$$

где  $\Delta\varphi$  – разность потенциалов;

$\Delta r$  – расстояние между поверхностями (линиями) с потенциалами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Графически электростатические поля изображаются с помощью силовых линий и поверхностей равного потенциала (эквипотенциальных поверхностей). Силовые линии перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям.

Экспериментально проще измерить потенциал поля, чем его напряжённость. При изучении распределения потенциала электростатического поля используется метод зондов (метод электростатических моделей). Сущность метода зон-

дов заключается в том, что в исследуемую точку поля вводится специальный дополнительный электрод-зонд. Он устроен так, чтобы минимально нарушать своим присутствием исследуемое поле.

### Описание экспериментальной установки

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. В ванну, сделанную из электроизоляционного материала, помещают металлические электроды А и В (рис. 1).

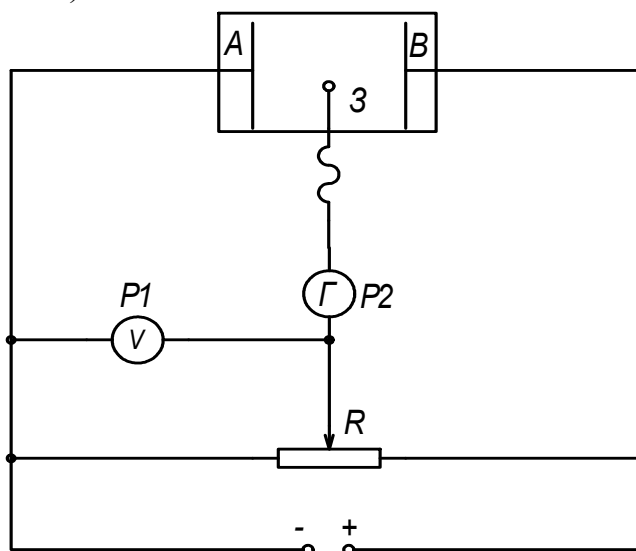


Рисунок 1

Ванна заполняется водой, проводимость которой незначительна. В измерительную часть цепи, кроме зонда З, входят гальванометр  $\Gamma$ , вольтметр  $V$  и потенциометр  $R$ .

Если ток, проходящий через гальванометр, равен нулю, то потенциал зонда равен потенциалу движка потенциометра, и вольтметр показывает разность потенциалов между электродом А и зондом З.

В наборе имеются электроды для исследования электростатического поля плоского и цилиндрического конденсаторов, поля точечных зарядов (рис. 2).

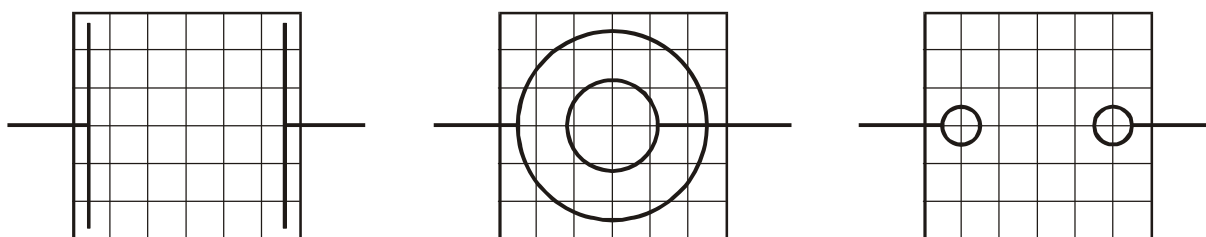


Рисунок 2. Схема расположения электродов для исследования электростатического поля

### Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. В чём состоит цель работы?
2. Поле каких электродов необходимо исследовать в данной работе?

3. Нарисуйте примерную картину распределения силовых линий и поверхностей равного потенциала для каждого случая электродов (по теории).

### Выполнение работы

1. Заполнить ванну водой.
2. Собрать цепь (рис. 1). Движок потенциометра установить в крайнее левое положение.
3. Определить цену деления вольтметра (рекомендуемый предел измерения 3 В).
4. Установить в ванне плоские электроды (рис. 2). На лист бумаги перенести копию координатной сетки, нанесённой на дно ванны в уменьшенном масштабе (масштаб: 1:2). Нанести контуры электродов.
5. Установить разность потенциалов, соответствующую 30-40 делениям вольтметра. Записать соответствующее показание вольтметра  $U$ . Перемещая зонд в ванне от А к В, найти точку, в которой гальванометр показывает «0». Эту точку нанести на координатную сетку. Потенциал точки  $\varphi$  будет равен напряжению на вольтметре. Найти ещё 5-6 точек с таким же значением потенциала.
6. Повторить измерения согласно п. 5, изменив реостатом разность потенциалов. Опыты провести при трех различных значениях разности потенциалов.
7. Заменить плоские электроды на цилиндрические (рис. 2). **Схему не разбирать!** Исследовать поле цилиндрических электродов согласно п. 4, 5 и 6.
8. Заменить цилиндрические электроды на точечные (рис. 2). **Схему не разбирать!** Исследовать поле точечных электродов согласно п. 4, 5 и 6.

### Оформление отчёта

#### 1. Расчёты

1. По полученным точкам провести линии равного потенциала для каждого вида электродов. Начертить картину силовых линий.
2. Для плоских электродов рассчитать три раза напряжённость  $E$  по формуле (4). Найти среднее значение напряжённости.
3. Абсолютную погрешность рассчитать как для прямых измерений. Записать результат в стандартном виде:

$$E = E_{\text{ср}} \pm \Delta E .$$

4. Найти относительную погрешность измерений.

#### 2. Защита работы (ответы представить в письменном виде)

1. Дайте определение напряжённости электростатического поля. Запишите формулу. Укажите единицы измерения.
2. Дайте определение потенциала. Запишите формулу. Укажите единицы измерения.
3. Какое поле называется однородным? Поле каких электродов в данной работе является однородным?
4. Каково взаимное расположение силовых линий и эквипотенциальных поверхностей?
5. Как по распределению потенциала определить направление силовых линий?

ПРОТОКОЛ  
измерений к лабораторной работе № 41

Выполнил(а) \_\_\_\_\_

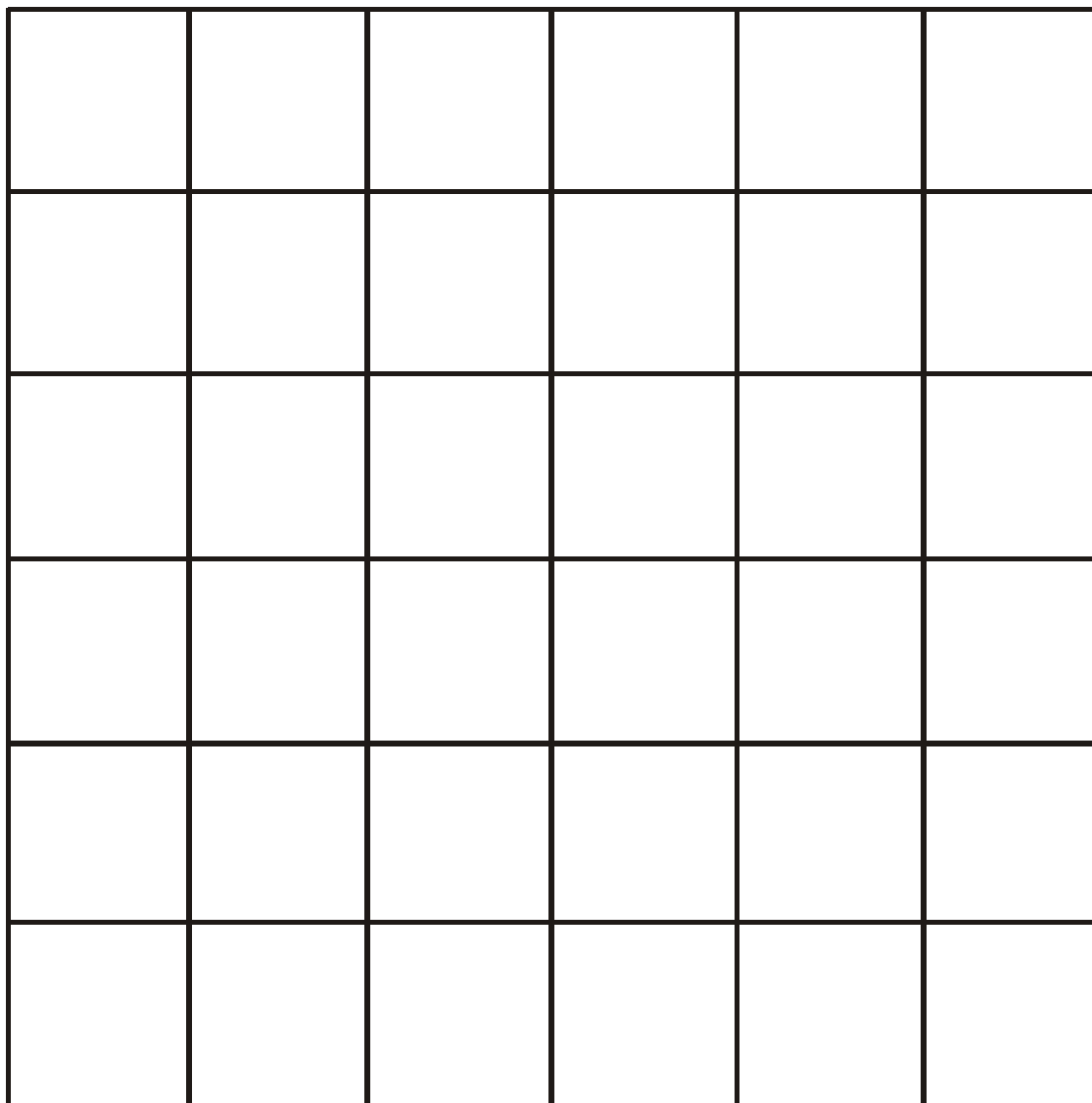
Группа \_\_\_\_\_

Определение цены деления приборов

№ п/п	Прибор	Предел подключения с указанием единицы измерения	Число делений на шкале	Цена деления с указанием единицы измерения
1	Вольтметр			

Координатная сетка изображена в масштабе 1: 2

Поле плоских электродов (масштаб: 1:2)

 $\varphi_1 =$  \_\_\_\_\_ $\varphi_2 =$  \_\_\_\_\_ $\varphi_3 =$  \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

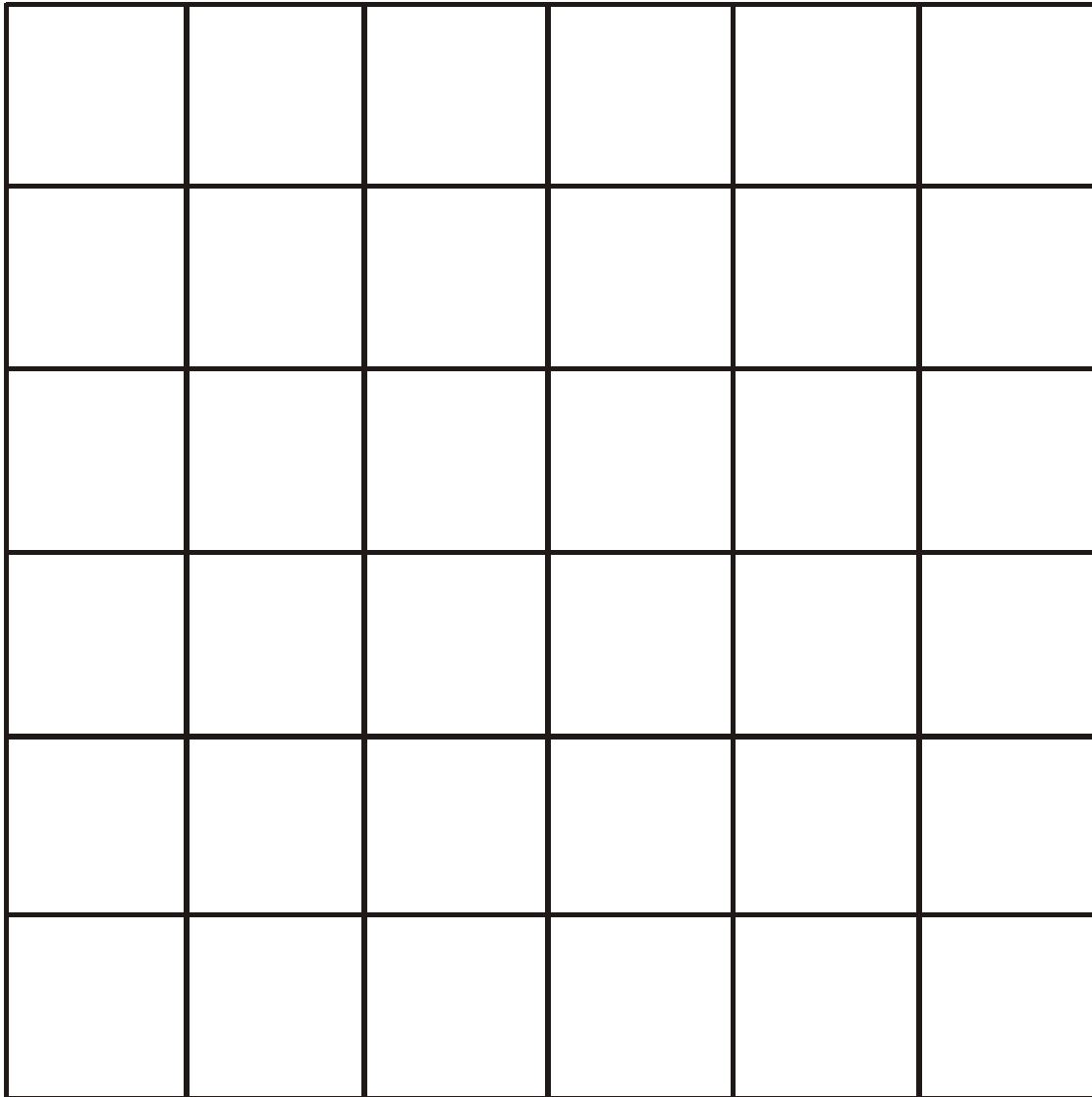
Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

Поле цилиндрических электродов (масштаб: 1:2)

$\varphi_1 =$  \_\_\_\_\_

$\varphi_2 =$  \_\_\_\_\_

$\varphi_3 =$  \_\_\_\_\_



Дата \_\_\_\_\_

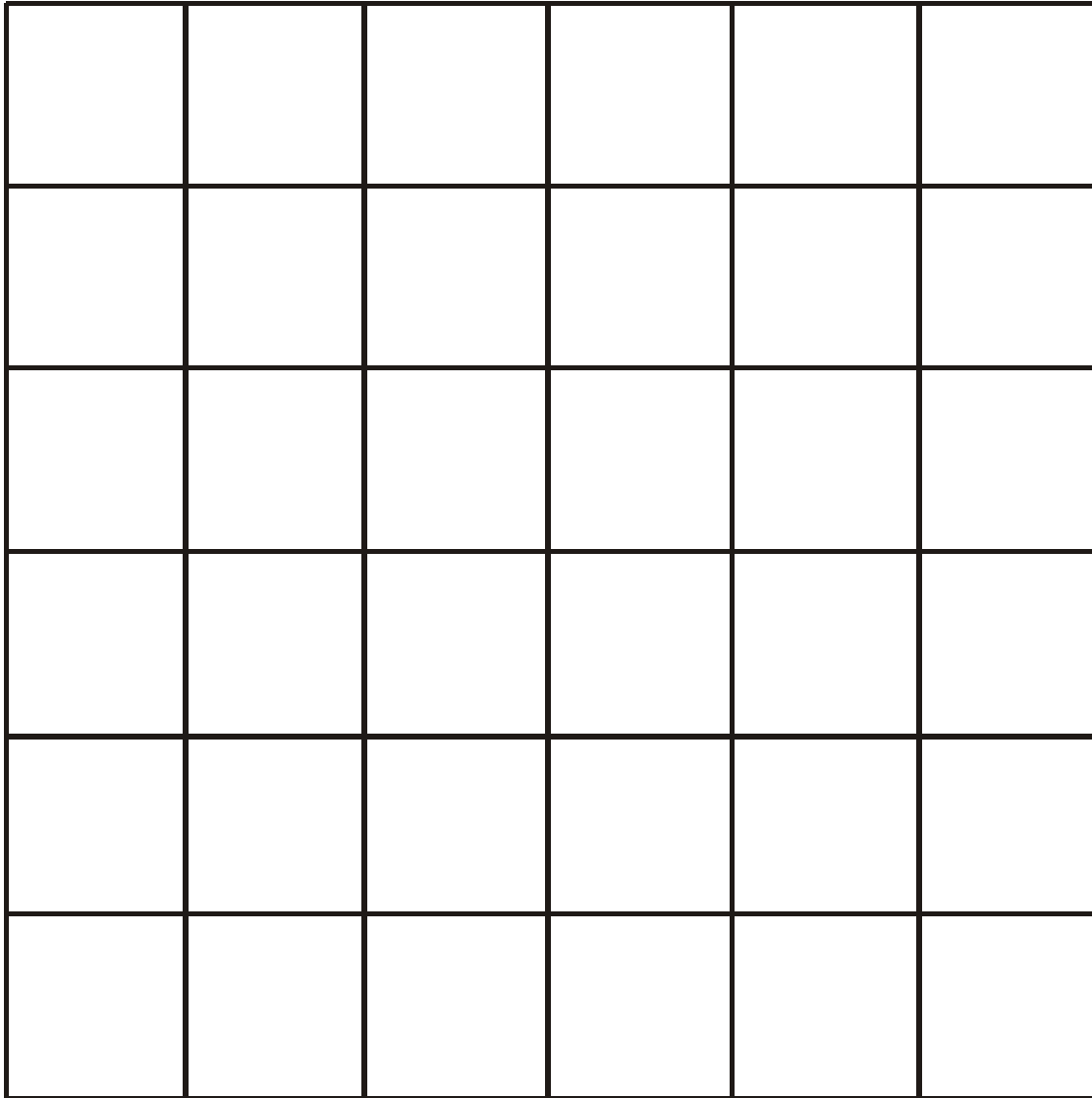
Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

Поле точечных электродов (масштаб: 1:2)

$\varphi_1 =$  \_\_\_\_\_

$\varphi_2 =$  \_\_\_\_\_

$\varphi_3 =$  \_\_\_\_\_



Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_