

Министерство Образования и Наук Российской Федерации  
федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования

«Санкт-Петербургский Государственный Университет  
Аэрокосмического приборостроения»

Институт непрерывного и дистанционного образования

Оценки — 8 баллов

Преподаватель  
доцент

 15.06.21

Н.П. Павлова

Отчет о лабораторной работе №1

Определение эффективности конденсатора  
по дисциплине физика

работу выполнил  
студент гр. 10111



Доронин М.Р.

Ст. билет № 202013649

Специальность «Приборостроение» 12.03.01

Факультет ИИДО

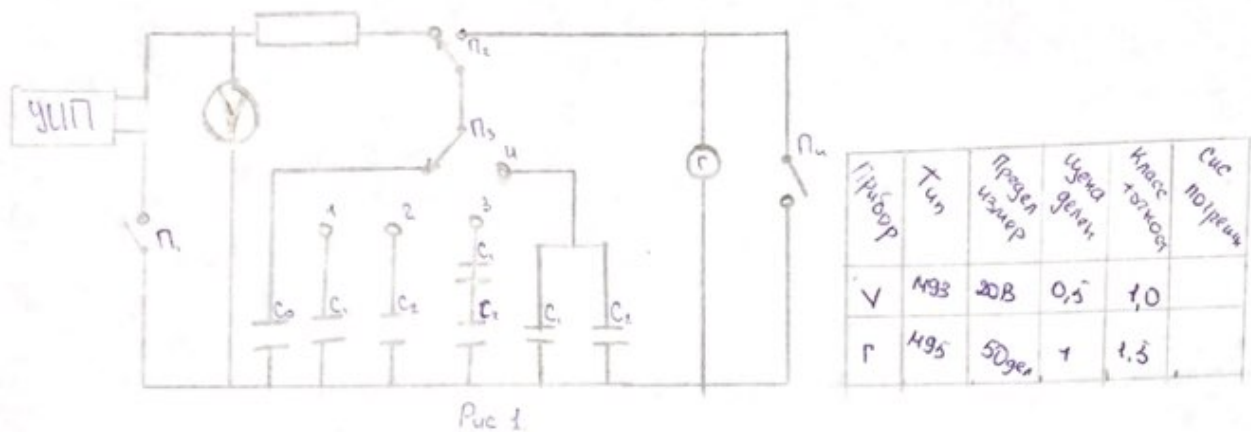
Санкт-Петербург 2021.



1. Цель работы:

Определить емкость конденсатора с помощью гальванометра

2. Описание лабораторной установки:



При помощи ключа П1 схема (рис 1) подсоединяется к источнику питания, вольтметр и на волюте которого измеряется вольтметром V. Сопротивление R ограничивает зарядный ток.

Ключ П2 служит для зарядки и разрядки конденсаторов

При помощи ключа П3 производится переключение переключателя конденсаторов

Ключ П4 служит для быстрого установления равновесия гальванометра

3. Работная формула:

$$k = \frac{C_0 I}{n_0} \quad (1)$$

где k - постоянная гальванометра  $\frac{K_n}{\text{дел.мк}}$   
 $C_0$  - известная емкость конденсатора (= 4700 нФ)  
 I - ток  
 $n_0$  - максим. отклонение

$$C = \frac{K_n}{I} \quad (2)$$

где C - емкость конденсатора  
 K - постоянная гальванометра  
 I - ток

$$C = \frac{C_0 \cdot h}{h_0} \quad (3)$$

где  $C$  - емкость конденсатора

$C_0$  - известная емкость конденсатора ( $= 4700 \text{ нФ}$ )

$h$  - толщина диэлектрика для конденсатора емкостью  $C$ , диэлик

$h_0$  - макс. толщина для конденсатора с  $C_0 = 4700 \text{ нФ}$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (4)$$

где  $C$  - емкость  $n$ -ми конденсаторов, соедин. последов. между

$$C = C_1 + C_2, \text{ где } (5)$$

$C$  - емкость  $n$ -ми конденсаторов соединенных параллельно.

#### 4. Результаты вычислений

$k$	$C_1$	$C_2$	$C_{\text{экв}}$	$C_{\text{экв}}$	$C_{\text{экв}}$	$C_{\text{экв}}$
$1,49 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кВ}}{\text{гем.лик}}$	$149 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$	$3,15 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$	$107 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$	$101 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$	$4,64 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$	$4,64 \cdot 10^{-9} \text{ ф}$

$$C_{C_1} = 0,114 \text{ фФ}$$

$$C_{C_2} = 0,12 \text{ нФ}$$

$$C_{C_{\text{экв}}} = 0,09 \text{ нФ}$$

$$C_{C_{\text{экв}}} = 0,09 \text{ нФ}$$

$$C_{C_{\text{экв}}} = 0,15 \text{ нФ}$$

$$C_{C_{\text{экв}}} = 0,15 \text{ нФ}$$

$$C_k = 0,06 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кВ}}{\text{гем.лик}}$$

#### 5. Примеры вычислений

$$\text{по ф-ле (1)} \quad k = \frac{C_0 \cdot h}{h_0 \cdot \text{фФ}} = \frac{4700 \cdot 10^{-12} \text{ фФ} \cdot 10,5 \text{ В}}{31,6 \text{ фФ} \cdot \text{лик}} = 1,49 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кВ}}{\text{гем.лик}}$$

$$\text{по ф-ле (2)} \quad C_1 = \frac{k \cdot h_0 \cdot \text{фФ}}{h} = \frac{1,49 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кВ}}{\text{гем.лик}} \cdot 10 \text{ фФ} \cdot \text{лик}}{10,5 \text{ В}} = 1,49 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} = 1480 \text{ нФ}$$

$$\text{по ф-ле (3)} \quad C_2 = \frac{C_0 \cdot h_0 \cdot \text{фФ}}{h} = \frac{4700 \cdot 10^{-12} \cdot 21,2 \text{ фФ} \cdot \text{лик}}{31,6 \text{ фФ} \cdot \text{лик}} = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} = 3275,8 \text{ нФ}$$

$$\text{по ф-ле (4)} \quad C_{\text{экв}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1,49 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} \cdot 3,15 \cdot 10^{-9} \text{ фФ}}{1,49 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} + 3,15 \cdot 10^{-9} \text{ фФ}} = 996,9 \text{ нФ}$$

$$\text{по ф-ле (5)} \quad C_{\text{экв}} = C_1 + C_2 = 1,49 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} + 3,15 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} = 4,64 \cdot 10^{-9} \text{ фФ} = 4671 \text{ нФ}$$

#### 6. Вычисления потерь энергии

## 6.1 Суммарная погрешность

6.1.1  $\sigma_u = 0,20 \text{ В}$

6.1.2  $\sigma_n = 0,75 \text{ герц}$

6.1.3 Ввод ф-ной гуд системы погрешности по входу измерителя  
и емкости конденсатора.

$$e = e(n, n_0) = \left( c_u \frac{n}{n_0} \right) \Rightarrow \sigma_e = c \left( \frac{\sigma_n}{n} + \frac{\sigma_{n_0}}{n_0} \right)$$

Пр-р вычисления:

$$\sigma_K = \frac{4700}{33} \cdot (0,2 + \frac{10,5}{33} \cdot 0,75) = 62,47 \frac{\text{КВ}}{\text{герц}}$$

$$\sigma_c = c \cdot \left( \frac{\sigma_n}{n} + \frac{\sigma_{n_0}}{n_0} \right) = 1,419 \cdot \left( \frac{0,5}{10} + \frac{0,5}{31,6} \right) = 0,75 (\text{нФ})$$

$$\sigma_{c_1} = \frac{4700 \cdot 23}{33} = 3275,3 \text{ нФ} \approx 3$$

$$\sigma_{c_u} = \frac{4700 \cdot 328}{33} = 4671,5 \text{ пФ}$$

$$\sigma_{c_2} = \frac{4700 \cdot 7}{33} = 996,9 \text{ нФ}$$

6.1.4 Ввод ф-ной гуд системы погрешности емкости конденсатора

$$K = K(n, n_0) = c_u \frac{U}{n} \Rightarrow \sigma_K = k \left( \frac{\sigma_n}{n} + \frac{\sigma_{n_0}}{n_0} \right)$$

Пр-р вычисления:

$$\sigma_K = k \left( \frac{\sigma_u}{U} + \frac{\sigma_{n_0}}{n_0} \right) = 1,419 \cdot 10^{-9} \cdot \left( \frac{0,25}{10} + \frac{0,5}{31,6} \right) = \frac{2,47 \cdot 10^{-9}}{1 \text{ герц}} \frac{\text{КВ}}{1 \text{ герц}} \cdot \frac{\text{КВ}}{1 \text{ герц}}$$

## 6.2 Системная погрешность

6.2.1 Средне квадратичная погрешность

$$\sigma_{n_0} = \sqrt{\frac{(n_1 - n_{\text{ср}})^2 + (n_2 - n_{\text{ср}})^2 + (n_3 - n_{\text{ср}})^2 + (n_4 + n_{\text{ср}})^2 + (n_5 - n_{\text{ср}})^2}{N-1}}$$

$$\sigma_{n_0} = \sqrt{\frac{(31-31,6)^2 + (32-31,6)^2 + (30-31,6)^2 + (33-31,6)^2 + (32-31,6)^2}{5(5-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,36 + 0,16 + 2,56 + 1,96 + 0,16}{5(5-1)}} = \sqrt{\frac{5,2}{5(5-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{5,2}{2}} = 0,316 \text{ герц}$$

$$\sigma_{n_1} = 0,244 \text{ В}, \quad \sigma_{n_2} = 0,316 \text{ В}, \quad \sigma_{n_3} = 0 \text{ В}, \quad \sigma_{n_4} = 0,2 \text{ В}$$

$$\sigma_{c_1} = 37,66 \text{ нФ}, \quad \sigma_{c_2} = 54,83 \text{ нФ}, \quad \sigma_{c_3} = 9,55 \text{ нФ}, \quad \sigma_{c_4} = 53,05 \text{ нФ}$$

$$\sigma_K = \frac{c_u \cdot U}{n_{\text{ср}}} \cdot \sigma_{n_0} = 4,7 \cdot 10^{-12} \frac{\text{КВ}}{\text{герц}}$$

7. Вывод.

• Я определил электроемкости конденсатора  
с помощью гальванометра

$\Delta C_1 = (1,49 \pm 0,11) \text{ нФ}$  у 1-ого конденсатора.

$\Delta C_2 = (3,27 \pm 0,12) \text{ нФ}$  у 2-ого конденсатора (нФ)

$\Delta C_3 = (9,97 \pm 0,09) \text{ в}$  случае последов. соедин. 1-ого и 2-ого конденс. (нФ)

$\Delta C_4 = (4,69 \pm 0,15) \text{ нФ}$  в случае параллельного соедин. 1-ого и 2-ого конденсаторов

• ~~Пошаговая погрешность  $\Delta C = 0,12 \text{ нФ}$~~

• Так же определил постоянную гальванометра

$$K = (11,49 \pm 0,06) \cdot 10^{-9} \frac{\text{кВ}}{\text{дел. см}}$$

или погрешность  $\Delta K = 0,247 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кВ}}{\text{дел. см}}$

• Емкость конденсатора  $C_1 = (1480 \pm 230) \text{ нФ}$

$$C_2 = (3000 \pm 320) \text{ нФ}$$

$$C_3 = (10000 \pm 150) \text{ нФ}$$

$$C_4 = (14500 \pm 350) \text{ нФ}$$

Пошаговая погрешность.

$$\Delta K = \Theta_K + 2,5 \cdot S_K = 62,47 \cdot 10^{-12} \frac{\text{кВ}}{\text{дел.}} = 60 \cdot 10^{-12} \frac{\text{кВ}}{\text{дел.}}$$

$$\Delta C_1 = 234,64 \text{ нФ} \approx 230 \text{ нФ}$$

$$\Delta C_2 = 318,51 \text{ нФ} \approx 320 \text{ нФ}$$

$$\Delta C_3 = 153,36 \text{ нФ} \approx 150 \text{ нФ}$$

$$\Delta C_4 = 345,63 \text{ нФ} \approx 350 \text{ нФ}$$