

Санкт-Петербургский государственный университет  
Математико-механический факультет  
Кафедра физической механики

Методы измерений и электромеханические системы

Отчёт по лабораторной работе №2.2

## **«Электронный осциллограф»**

Выполнил студент:  
Невзоров Никита Иванович  
группа: 23.Б12-мм

Проверил:  
Профессор  
Морозов Виктор Александрович

Санкт-Петербург, 2025 г.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>2</b>
1.1	Цель работы . . . . .	2
1.2	Решаемые задачи . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Основная часть</b>	<b>2</b>
2.1	Теоретическая часть . . . . .	2
2.2	Эксперимент . . . . .	2
2.3	Обработка данных и обсуждение результатов . . . . .	5
2.3.1	Исходный код . . . . .	5
2.3.2	Таблицы экспериментальных данных . . . . .	6
2.3.3	Графики зависимостей . . . . .	7
2.3.4	Статистическая обработка . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Вывод</b>	<b>8</b>

# 1 Введение

## 1.1 Цель работы

Целью данной лабораторной работы является исследование и анализ характеристик чувствительности осциллографа, а также изучение фигур Лиссажу для разных отношений частот. В процессе работы будет выполнен расчет максимальной чувствительности, коэффициента усиления, а также проведены эксперименты для определения отклонений и их влияния на точность измерений.

## 1.2 Решаемые задачи

1. Исследовать чувствительность пластин вертикального и горизонтального отклонений осциллографической трубки.
2. Наблюдать с помощью осциллографа синусоидальное напряжение, полученное с выхода генератора.
3. Получить фигуры Лиссажу и определить частоту исследуемого напряжения по фигурам Лиссажу.

# 2 Основная часть

## 2.1 Теоретическая часть

### Измерения

Чувствительность горизонтальных и вертикальных пластин измеряется по формуле:

$$S = \frac{L}{2\sqrt{2} \cdot U_{\text{эфф}}} \quad (1)$$

где:

- $S$  — чувствительность (мм/В),
- $L$  — длина одного деления экрана осциллографа (мм),
- $U_{\text{эфф}}$  — эффективное напряжение (В).

## 2.2 Эксперимент

Для получения термоэлектронной эмиссии катод трубки нагревают, подавая на нагреватель катода переменное напряжение. Вылетевшие из катода электроны ускоряются электрическим полем и движутся по направлению к аноду. По пути они пролетают через фокусирующий электрод, который собирает вылетевшие электроны в пучок, образуя электронный луч, который проходит между отклоняющими пластинами двух взаимно перпендикулярных плоских конденсаторов.

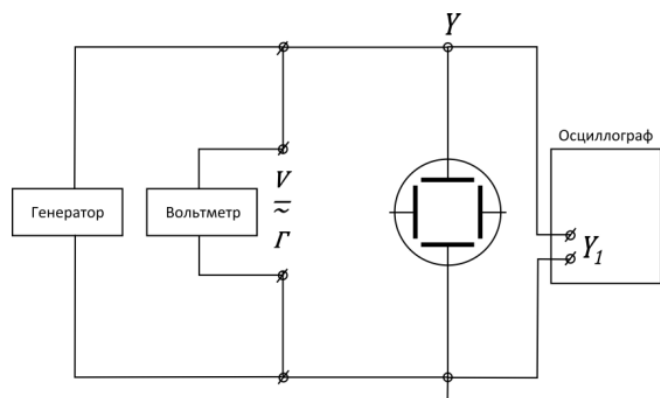


Рис. 1 – Схема электрических цепей установки

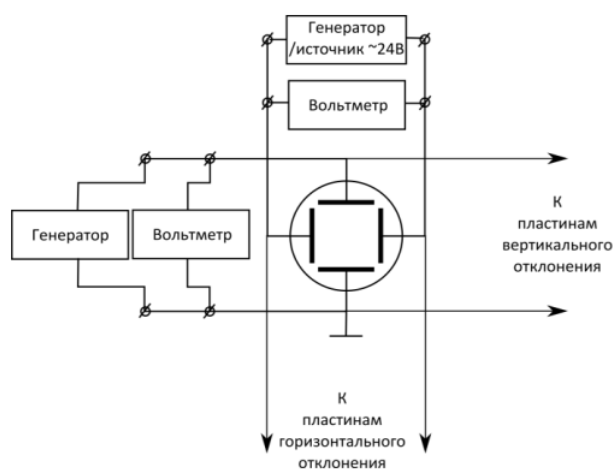


Рис. 2 – Блок-схема установки



Рис. 3 – Осциллограф



Рис. 4 – Генератор сигналов

## 2.3 Обработка данных и обсуждение результатов

### 2.3.1 Исходный код

Листинг 1: Функция считывания данных из файла

```

1 std::vector<double> readData(const std::string& filename) {
2     std::ifstream file(filename);
3     if (!file.is_open()) {
4         throw std::runtime_error("failed to open file " + filename);
5     }
6     std::vector<double> data;
7     double value;
8     while (file >> value) {
9         data.push_back(value);
10    }
11    return data;
12 }

```

## Листинг 2: Функция расчета чувствительности

```

1 std::vector<double> calculateSensitivity(
2     const std::vector<double>& L,
3     const std::vector<double>& Ueff)
4 {
5     std::vector<double> sensitivity;
6     for (size_t i = 0; i < L.size(); ++i) {
7         double S = L[i] / (2 * std::sqrt(2) * Ueff[i]);
8         sensitivity.push_back(S);
9     }
10    return sensitivity;
11 }

```

### 2.3.2 Таблицы экспериментальных данных

Таблица 1 – Чувствительность пластин вертикального отклонения (ПВО)

$L$ (мм)	$U_{эфф}$ (В)	$S$ (мм/В)
10	5,60	0,63
20	11,29	0,63
30	19,60	0,54
40	24,70	0,57
50	31,30	0,56

Таблица 2 – Чувствительность пластин горизонтального отклонения (ПГО)

$L$ (мм)	$U_{эфф}$ (В)	$S$ (мм/В)
10	5,62	0,63
20	10,13	0,70
30	15,55	0,68
40	21,20	0,67
50	27,02	0,65

Таблица 3 – Максимальная чувствительность осциллографа

$L$ (мм)	$U_{эфф}$ (В)	$S$ (мм/В)
10	0,007	505,08
20	0,020	353,55
30	0,031	342,15
40	0,045	314,27
50	0,060	294,18

Таблица 4 – Таблица исследования фигур Лиссажу

Вид фигуры Лиссажу	0	8	000	00
Отношение частот $f_x/f_y$	1:1	2:1	1:3	1:2
Частота по лимбу генератора $f_y$ , Гц	50	25	150	100
Исследуемая частота $f_x$ , Гц	50	50	50	50

### 2.3.3 Графики зависимостей

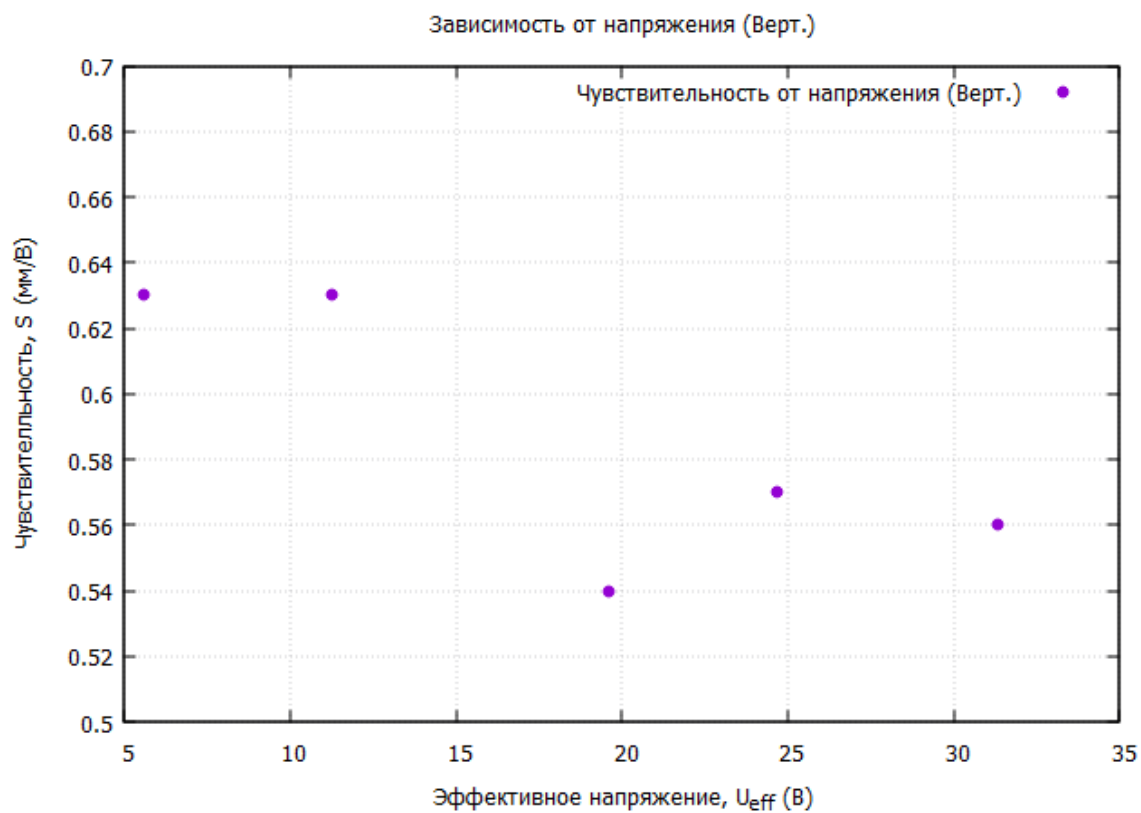


Рис. 5 – Зависимость чувствительности ПВО от напряжения

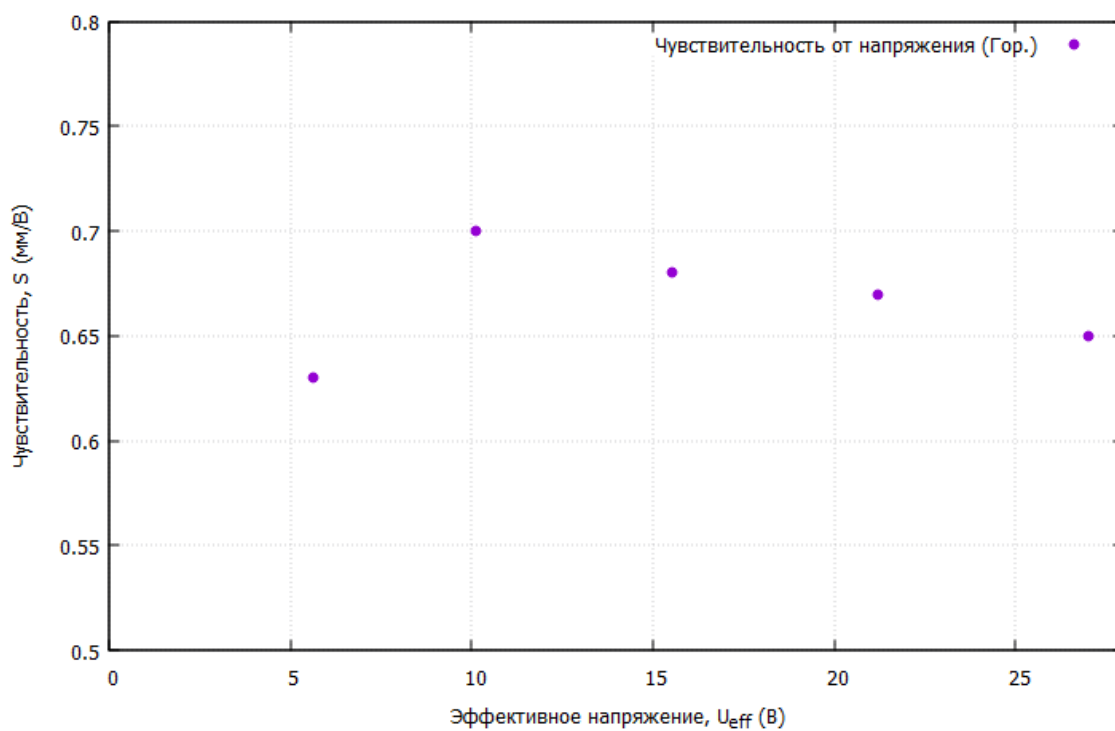


Рис. 6 – Зависимость чувствительности ПГО от напряжения



### 2.3.4 Статистическая обработка

Средние значения чувствительности:

$$S_y = 0,586 \pm 0,018 \text{ мм/В} \quad (2)$$

$$S_x = 0,666 \pm 0,012 \text{ мм/В} \quad (3)$$

Максимальный коэффициент усиления:

$$K_{\max} = \frac{S_{\max}}{S_y} = \frac{505,08}{0,586} \approx 862 \quad (4)$$

## 3 Вывод

В ходе лабораторной работы были получены следующие результаты:

- Исследованы характеристики чувствительности осциллографа.
- Определены средние значения чувствительности пластин:
  - Вертикальное отклонение:  $0,586 \pm 0,018 \text{ мм/В}$
  - Горизонтальное отклонение:  $0,666 \pm 0,012 \text{ мм/В}$
- Максимальный коэффициент усиления составил  $\approx 862$
- Получены фигуры Лиссажу для различных отношений частот

## Список литературы

[1] <https://github.com/st117161/Workshop2-2>