

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет  
Информационных Технологий, Механики и Оптики

Кафедра Систем Управления и Информатики

**Лабораторная работа №3**  
***Измерение мощности***

Выполнили:

**Группа Р3136**

Антипов В.А.

Труфанова А.А.

Чергинец Д.

Кобзарь Г.

Асадуллин И.

Быстратович М.

Проверили:

Махин И.Е

## Задание 1: Измерение мощности постоянного тока косвенным методом при помощи вольтметра и амперметра.

### Формулы для расчетов:

1. Измеренное значение мощности  $P_u = U_{v1} * I_a$
2. Мощность, потребляемая амперметром  $P_a = U_{v2} * I_a$
3. Мощность, рассеиваемую в нагрузке, определяют с учетом поправки  $P_n = P_u - P_a$
4. Относительная погрешность измерения мощности определяют по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\delta_{v1}^2 + \delta_A^2} = \sqrt{\left(\frac{I_{nom} * k_A}{I_A}\right)^2 + \left(\frac{U_{nom} * k_{v1}}{U_{v1}}\right)^2}$$

### Характеристики приборов:

$$I_{nom} = 0.05$$

$$U_{nom} = 150$$

$$k_a = 0.5$$

$$k_{v1} = 0.5$$

### Расчеты:

1.

$$P_{u1} = 20 * 0.044 = 0.88W$$

$$P_{u2} = 20 * 0.019 = 0.38W$$

$$P_{u3} = 20 * 0.013 = 0.26W$$

$$P_{u4} = 20 * 0.009 = 0.18W$$

2.

$$P_1 = 0.774 * 0.44 = 0.034W$$

$$P_2 = 0.399 * 0.019 = 0.008W$$

$$P_3 = 0.279 * 0.013 = 0.004W$$

$$P_4 = 0.201 * 0.009 = 0.002W$$

3.

$$P_{n1} = 0.88 - 0.34 = 0.846W$$

$$P_{n2} = 0.38 - 0.008 = 0.372W$$

$$P_{n3} = 0.26 - 0.004 = 0.256W$$

$$P_{n4} = 0.18 - 0.002 = 0.178W$$

### Результаты расчетов:

$$\delta_1 = 3.79$$

$$\delta_2 = 3.97$$

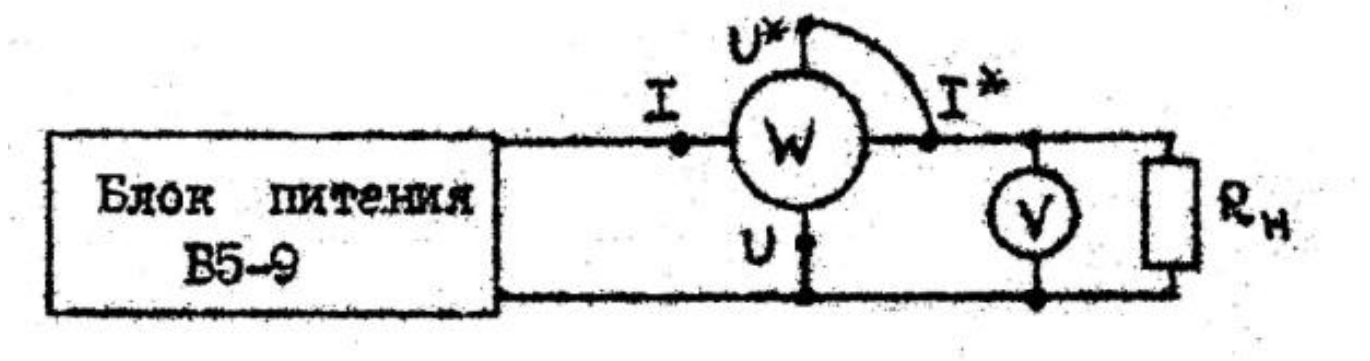
$$\delta_3 = 4.21$$

$$\delta_4 = 4.1$$

Напряжение $U_{v1}$ , В	20	20	20	20
Сопротивление нагрузки $R_n$ , Ом	500	1000	1500	2000
Ток нагрузки $I_A$ , А	0.44	0.019	0.013	0.009
Напряжение $U_{v2}$ , В	0.774	0.399	0.279	0.201
Поправка - $P_A$ , W	0.034	0.008	0.004	0.002
Мощность нагрузки $P_H$ , W	0.846	0.372	0.256	0.178
Относительная погрешность $\delta$ , %	3.79	3.97	4.21	4.1

## Задание 2

В данном задании использовались:  
ваттметр типа Д535, блок питания БП типа Б5-9, вольтметр V типа В7-16А, магазин сопротивлений типа МСР.



При измерении мощности устанавливают на нагрузке напряжение  $U=40$  В, которое измеряют вольтметром V. После этого измерения сопротивление нагрузки  $R$  и регистрирует показания ваттметра W. Результат измерения заносят в ф.2:

Напряжение $U_H$ , (В)	40	40	40	40
Сопротивление $R_H$ , (Ом)	500	1000	1500	2000
Показания ваттметра $P_w$ , (Вт)	3.55	1.7	1.2	0.9
Поправка - $\Delta P$ , (Вт)	0.1	0.1	0.1	0.1
Мощность нагрузки $P_H$ , (Вт)	3.45	1.6	1.1	0.8
Погрешность $\delta_p$ , (%)	52.82	110.3	156.25	208.33

Сопротивление нагрузки:  $R_H=100$  кОм.

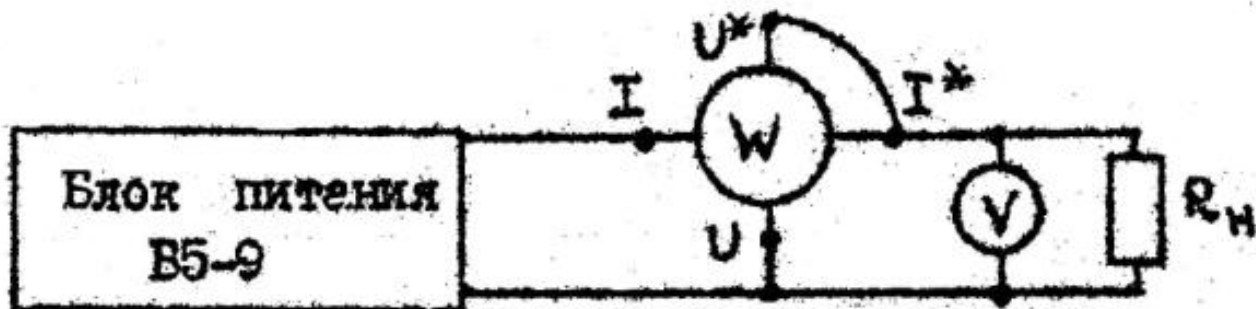
Мощность  $P$ , потребляемую нагрузкой, вычисляют по формуле  $P = P_w - \delta P$ .

Относительную погрешность измерения мощности рассчитывают по формуле:

$$\delta_p = (U_H * I_H * k_w / P_w) * 100\%$$

#### Задание 4: Измерение частотной погрешности ваттметра

При измерении мощности переменного тока определяют частотную и фазовую погрешности ваттметра Д535. Для определения частотной погрешности собирают схему изображенную на рисунке.



В качестве источника сигнала используют генератор типа ГЗ-109, а в качестве нагрузки - магазин сопротивлений типа МСР ( $R_H = 500 \text{ Ом}$ ). Ваттметр W типа Д535 устанавливают на предел измерения по току 50 мА и по напряжению - 75 В. Изменяя выходное напряжение генератора, устанавливают напряжение на нагрузке, равное 30 В. Частоту генератора изменяют в пределах от 20 Гц до 10 кГц, поддерживая постоянным напряжение на нагрузке, и регистрируют показания ваттметра.

Результаты представлены в Форме 4:

Напряжение $U_H$ , (В)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Частота $f$ , (Гц)	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
Мощность $P_w$ , (Вт)	2	2	2	2	2.05	2.05	2.1	2.1	1.95
Погрешность $\delta_f$ , (%)	0	0	0	0	25	25	50	50	25

Частотную погрешность ваттметра рассчитывают по формуле:

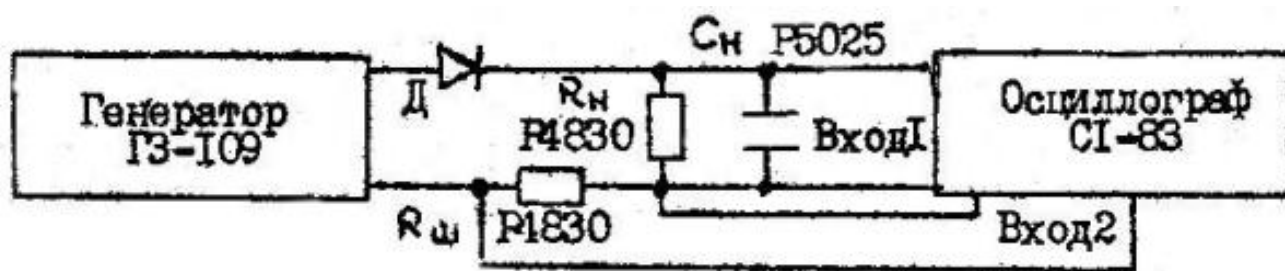
$$\delta_f = |(P_w - P_{f0})/P_{f0}|$$

где  $P_w$  - показания ваттметра,

$P_{f0}$  - показания ваттметра на частоте  $f_0 = 100 \text{ Гц}$ .

## Задание 6: Измерение импульсной мощности с помощью осциллографа

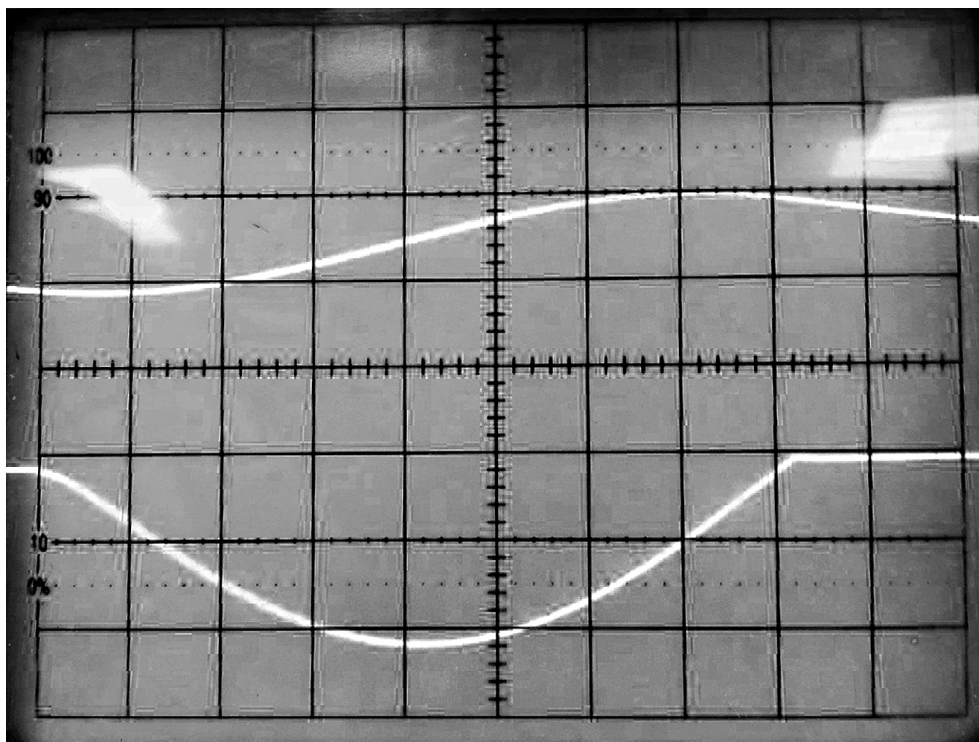
Для измерения импульсной мощности была собрана следующая схема:



Импульсные сигналы создаются при помощи выпрямления синусоидального напряжения генератора ГЗ-109 посредством диода  $\mathcal{D}$ . В качестве нагрузки используется параллельное соединение магазинов сопротивления  $R_n$  типа  $P4830$  и емкости  $C_n$  типа  $P5025$ . Для регистрации формы тока в нагрузке последовательно с ней включен датчик тока  $R_w$ , напряжение на котором пропорционально току нагрузки. Напряжение с датчика тока и напряжение нагрузки подводится к двухканальному электронному осциллографу типа СИ-83.

На выходе генератора ГЗ-109 устанавливается напряжение  $10\text{ В}$  и частота  $400\text{ Гц}$ . Сопротивление нагрузки устанавливается равным  $R_n = 500\text{ Ом}$ , а емкость нагрузки  $C_n = 0,5\text{ мкФ}$ .

Графики тока и напряжения с осциллографа:



**Форма 3** (Результаты измерения напряжения, силы тока и подсчета мгновенной и импульсной мощности):

Номер ординаты $k$ :	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Напряжение $U_k, (V)$ :	4.5	4	5	6	7	8.5	9	10	9.5
Ток $I_k, (A)$ :	0.015	0.04	0.075	0.1	0.11	0.105	0.09	0.05	0.01
Мощность $P_k, (W)$ :	-	-0.29	-	0.15	0.32	0.4425	0.36	0.05	-0.355
Мощность $P_u, (W)$ :	0.3825	0.5284	0.5284	0.5284	0.5284	0.5284	0.5284	0.5284	0.5284

Импульсную мощность выделяют путем графического интегрирования по формуле Симпсона (для  $n=8$ ):

$$P_u = \frac{1}{3n} (P_{k0} + 4(P_{k1} + P_{k3} + P_{k5} + P_{k7}) + 2(P_{k2} + P_{k4} + P_{k6}) + P_{k8}).$$

