
Группа Р3208

К работе допущен _____

Студент Петров, Ступин, Есоян

Работа выполнена _____

Преподаватель Сорокина Е.К.

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.02

Характеристика источника тока

1. Цель работы.

1. Исследовать зависимость полной мощности, полезной мощности, мощности потерь, падения напряжения во внешней цепи и КПД источника от силы тока в цепи.
2. Найти значения параметров источника: электродвижущей силы и внутреннего сопротивления, оценить их погрешность.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Построить график зависимости напряжения от силы тока;
2. Вычислить электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника;
3. Построить графики зависимости полной, полезной мощностей и мощности потерь от силы тока;
4. Найти значение силы тока, при котором полезная мощность достигает наибольшего значения;
5. Построить график зависимости КПД источника от силы тока.

3. Объект исследования.

Ток в цепи.

4. Метод экспериментального исследования.

Многократное прямое измерение характеристик тока в цепи.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$U = \mathcal{E} - Ir$ – закон Ома для замкнутой цепи

$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ – закон Ома для полной цепи

$P = P_R + P_S$

$I^* = \frac{\mathcal{E}}{2r}$

$\eta = \frac{U}{\mathcal{E}}$ – КПД источника тока

$\eta = 1 - \frac{Ir}{\mathcal{E}}$ – зависимость КПД источника от силы тока

$\eta = \frac{P_R}{P}$ – выражение КПД источника тока через полезную мощность

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Амперметр	цифровой	0-20 мА	0,1 В
2	Вольтметр	цифровой	0-15 В	0,001 В

7. Схема установки.

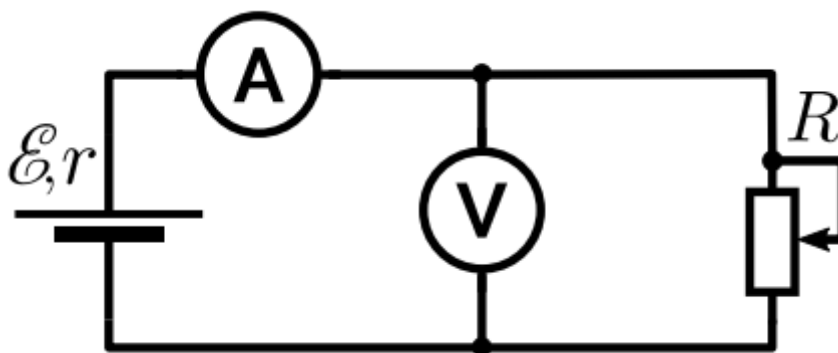


Рисунок 1 - Электрическая схема лабораторной установки

8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Таблица 1. Результат измерения напряжения и силы тока при изменении сопротивления

№	U, В	I, мА	P_R , мВт	P , мВт	P_S , мВт	η
1	1,19	15,03	17,89	171,38	152,93	0,10
2	2,59	13,09	33,90	149,26	116,00	0,23
3	3,76	11,28	42,41	128,62	86,14	0,33
4	4,37	10,38	45,36	118,36	72,94	0,38
5	5,12	9,28	47,51	105,82	58,30	0,45
6	5,58	8,62	48,10	98,29	50,30	0,49
7	6,04	7,93	47,90	90,42	42,57	0,53
8	6,39	7,40	47,29	84,38	37,07	0,56
9	6,68	6,97	46,56	79,48	32,89	0,59
10	6,95	6,58	45,73	75,03	29,31	0,61
11	7,23	6,16	44,54	70,24	25,69	0,63
12	7,48	5,78	43,23	65,91	22,62	0,66
13	7,66	5,52	42,28	62,94	20,63	0,67
14	7,90	5,18	40,92	59,07	18,17	0,69
15	7,88	5,20	40,98	59,29	18,31	0,69

Рассчитаем P_R, P, P_S, η для первой строки:

$$P_R = UI = 1,19 \cdot 15,03 = 17,89 \text{ мВт}$$

$$P = \varepsilon I = 10,93 \cdot 15,03 = 171,38 \text{ мВт}$$

$$P_S = I^2 r = 15,03^2 \cdot 0,68 = 152,93 \text{ мВт}$$

$$\eta = \frac{17,89}{171,38} = 0,10$$

Аналогично для остальных строк

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Методом наименьших квадратов рассчитаем внутренне сопротивление источника и электродвижущую силу как коэффициенты линейной зависимости $I = Ur + \varepsilon$

$$r = \left| \frac{\sum (U_i - \bar{U})(I_i - \bar{I})}{\sum (U_i - \bar{U})^2} \right| = |-0,68| = 0,68 \text{ кОм} \quad \varepsilon = \bar{I} - \bar{U}r = 11,4 \text{ В}$$

Таблица 2. Результаты вычислений мощностей и КПД.

Максимальная полезная мощность $P_{Rmax} = 48,1 \text{ мВт}$ достигается при $I^* = 8,62 \text{ мА}$

$R = \frac{48,1}{8,62^2} = 0,65 \text{ кОм}$, приблизительно равно внутреннему сопротивлению.

КПД 0,5 достигается при $I = 8,62 \text{ мА}$, что равняется I^*

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

$$\Delta_r = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{\sum (U_i - \bar{U})^2} \frac{\sum (I_i - (\varepsilon + rU_i))^2}{15 - 2}} = 0 \text{ В} \quad \delta_r = 0 \text{ кОм}$$

$$\Delta_\varepsilon = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{15} + \frac{\bar{U}^2}{\sum (U_i - \bar{U})^2} \right) \frac{\sum (I_i - (\varepsilon + rU_i))^2}{15 - 2}} = 0,01 \text{ В} \quad \delta_\varepsilon = \frac{0,01}{15,28} \cdot 100\% = 0\%$$

11. Графики.

График 1. Зависимость напряжения от силы тока

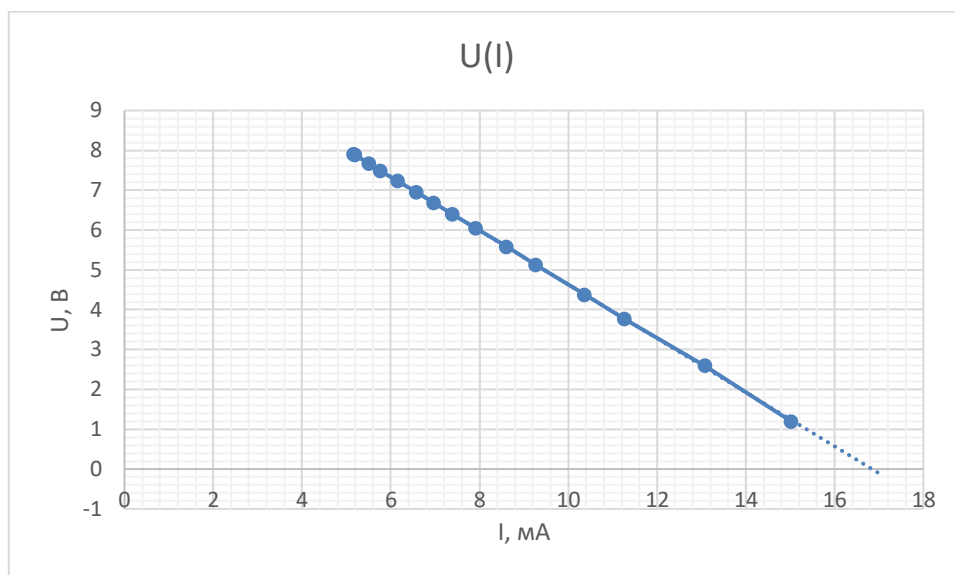


График 2. Зависимость мощности от силы тока

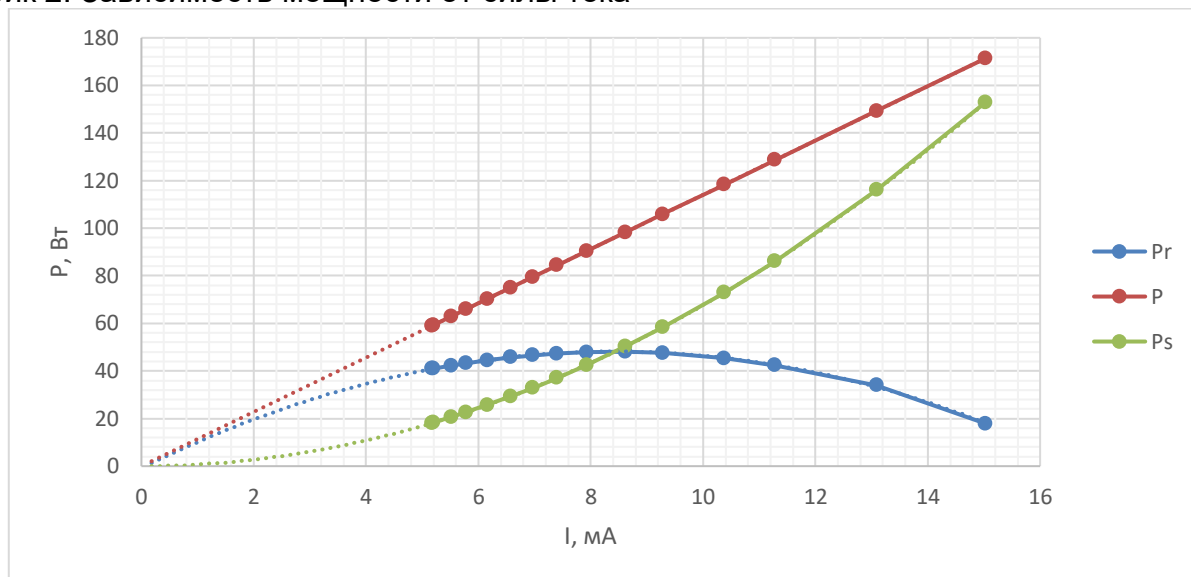
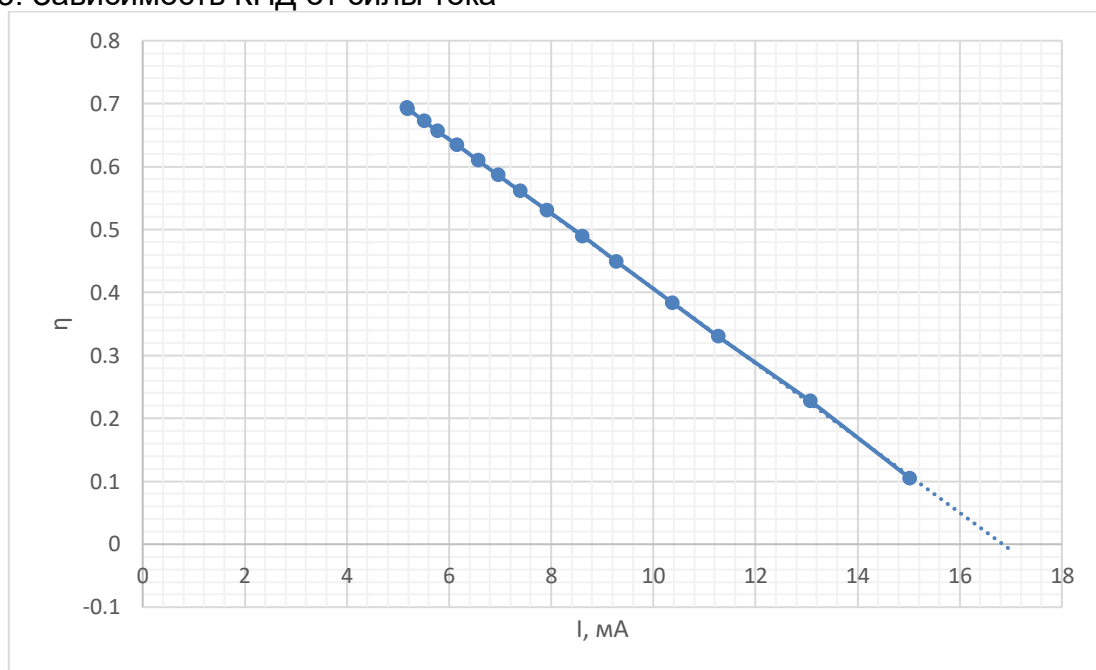


График 3. Зависимость КПД от силы тока



12. Окончательные результаты.

$$\varepsilon = (11,40 \pm 0,01) \text{ В } \delta = 0\%$$

$$r = (0,68 \pm 0,00) \text{ кОм } \delta = 0\%$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе выполнения данной лабораторной работы мы исследовали и определили характеристики источника тока, такие как электродвижущая сила и внутреннее сопротивление. Мы также исследовали зависимость полной мощности, полезной мощности и мощности потерь в зависимости от силы тока цепи. Нами было установлено, что полезная мощность и мощность потерь имеют квадратичную зависимость от силы тока, а полная мощность - линейную. Сопротивление, вычисленное методом наименьших квадратов равно внутреннему сопротивлению, сила тока при максимальной мощности также равна силе тока при КПД 0,5.