

Исследование зависимости полезной мощности от нагрузки лабораторная работа 2.04

### Теоретическое введение

Если замкнуть источник постоянного тока с известной электродвижущей силой (ЭДС)  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  на внешнюю цепь с сопротивлением  $R$ , то по цепи пойдет ток  $I$ . Согласно 3. Ома для замкнутой цепи, величина этого тока равна

$$I = \frac{E}{R+r}$$

Количество тепла, выделяющаяся в нагрузке за промежуток времени  $dt$ , определяется 3. Джоуля-Ленца

$$dQ = I^2 R dt$$

Соответственно, мощность, выделяемая на нагрузке, будет равна

$$P = I^2 R$$

А мощность, выделяемая внутри источника, равна  $P_r = I^2 r$ . Таким образом, полная мощность источника равна

$$P_I = I^2 (R+r) = E \cdot I$$

Формула полезной мощности:

$$P = I^2 R$$

Максимальную полезную мощность можно записать в виде

$$P = \frac{E^2 R}{(R+Z)^2}$$

формула тока короткого замыкания

$$I_{кз} = \frac{E}{Z}$$

При равенстве внешнего и внутреннего сопротивления полезная мощность максимальна и равна

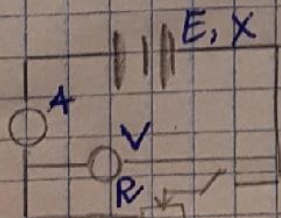
$$P_{max} = \frac{E^2}{4Z}$$

С дальнейшим ростом  $R$  ( $R \rightarrow \infty$ ) полезная мощность стремится к нулю. Коэффициент полезного действия (КПД) источника тока есть отношение полезной мощности ко всей мощности, выделяемой в цепи

$$\eta = \frac{P}{P_I} = \frac{I R}{E (R+Z)}$$

Описание аппаратуры и метода измерений

Принципиальная схема установки.



Лог работы:

$$E = 4,9 \text{ В}$$

$\sim$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$R, \text{ Ом}$	$P, \text{ мВт}$	$P_1, \text{ мВт}$	$\eta$
1	4	34	117,6	136	1666	0,082
2	6	32	187,5	192	1568	0,122
3	8	30	266,7	240	1470	0,163
4	10	28,5	350,9	285	1396,5	0,204
5	14	25	560	350	1225	0,286
6	18	22	818,2	396	1078	0,367
7	22	18	1222,2	396	882	0,449
8	26	14,5	1793,1	377	710,5	0,537
9	34	9	3777,8	306	441	0,694
10	40	4	10000	160	196	0,816

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R_1 = \frac{4}{34 \cdot 10^{-3}} = 117,6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{6}{32 \cdot 10^{-3}} = 187,5 \text{ Ом}$$

$$R_3 = \frac{8}{30 \cdot 10^{-3}} = 266,7 \text{ Ом}$$

$$R_4 = \frac{10}{28,5 \cdot 10^{-3}} = 350,9 \text{ Ом}$$

$$R_5 = \frac{14}{25 \cdot 10^{-3}} = 560 \text{ Ом}$$

$$R_6 = \frac{18}{22 \cdot 10^{-3}} = 818,2 \text{ Ом}$$

$$R_7 = \frac{22}{18 \cdot 10^{-3}} = 1222,2 \text{ Ом}$$

$$R_8 = \frac{26}{14,5 \cdot 10^{-3}} = 1793,1 \text{ Ом}$$

$$R_9 = \frac{34}{9 \cdot 10^{-3}} = 3777,8 \text{ Ом}$$

$$R_{10} = \frac{40}{4 \cdot 10^{-3}} = 10000 \text{ Ом}$$

установки. Карандашом, по  
линейке. 5. Расчёты. Графики  
относящиеся к не

$$P_1 = I^2(R+r) = E \cdot I$$

$$P = I \cdot U$$

$$\eta = \frac{P}{P_1} = \frac{U}{E} = \frac{R}{R+r}$$

$$P_{1-1} = 49 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 1666 \text{ мВт}$$

$$P_{1-2} = 49 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 1568 \text{ мВт}$$

$$P_{1-3} = 49 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 1470 \text{ мВт}$$

$$P_{1-4} = 49 \cdot 28,5 \cdot 10^{-3} = 1396,5 \text{ мВт}$$

$$P_{1-5} = 49 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 1225 \text{ мВт}$$

$$P_{1-6} = 49 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 1078 \text{ мВт}$$

$$P_{1-7} = 49 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 882 \text{ мВт}$$

$$P_{1-8} = 49 \cdot 14,5 \cdot 10^{-3} = 710,5 \text{ мВт}$$

$$P_{1-9} = 49 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 441 \text{ мВт}$$

$$P_{1-10} = 49 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 196 \text{ мВт}$$

$$P_1 = E \cdot I$$

$$P_1 = 34 \cdot 10^{-3} \cdot 4 = 136 \text{ мВт}$$

$$P_2 = 32 \cdot 10^{-3} \cdot 6 = 192 \text{ мВт}$$

$$P_3 = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 240 \text{ мВт}$$

$$P_4 = 28,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 285 \text{ мВт}$$

$$P_5 = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 14 = 350 \text{ мВт}$$

$$P_6 = 22 \cdot 10^{-3} \cdot 18 = 396 \text{ мВт}$$

$$P_7 = 18 \cdot 10^{-3} \cdot 22 = 396 \text{ мВт}$$

$$P_8 = 14,5 \cdot 10^{-3} \cdot 26 = 377 \text{ мВт}$$

$$P_9 = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 34 = 306 \text{ мВт}$$

$$P_{10} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 40 = 160 \text{ мВт}$$

$$P = I \cdot U$$

$$\eta_1 = 4/49 = 0,082$$

$$\eta_2 = 6/49 = 0,122$$

$$\eta_3 = 8/49 = 0,163$$

$$\eta_4 = 10/49 = 0,204$$

$$\eta_5 = 14/49 = 0,286$$

$$\eta_6 = 18/49 = 0,367$$

$$\eta_7 = 22/49 = 0,449$$

$$\eta_8 = 26/49 = 0,531$$

$$\eta_9 = 34/49 = 0,694$$

$$\eta_{10} = 40/49 = 0,816$$

$$\eta = \frac{U}{E}$$

~6. Pmax по графику:

$$\begin{aligned} \eta_2 &= 6/49 = 0,122 \\ \eta_3 &= 8/49 = 0,163 \\ \eta_4 &= 10/49 = 0,204 \\ \eta_5 &= 14/49 = 0,286 \\ \eta_6 &= 18/49 = 0,367 \\ \eta_7 &= 22/49 = 0,449 \\ \eta_8 &= 26/49 = 0,531 \\ \eta_9 &= 34/49 = 0,694 \\ \eta_{10} &= 40/49 = 0,816 \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{U}{E}$$

~6.  $P_{\max}$  по графику:

$$P_{\max} = 396 \text{ мВт}$$

~7.  $P_{\max}$  по формуле:

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4r} = \frac{49^2}{4 \cdot 1500} = 400 \text{ мВт}$$

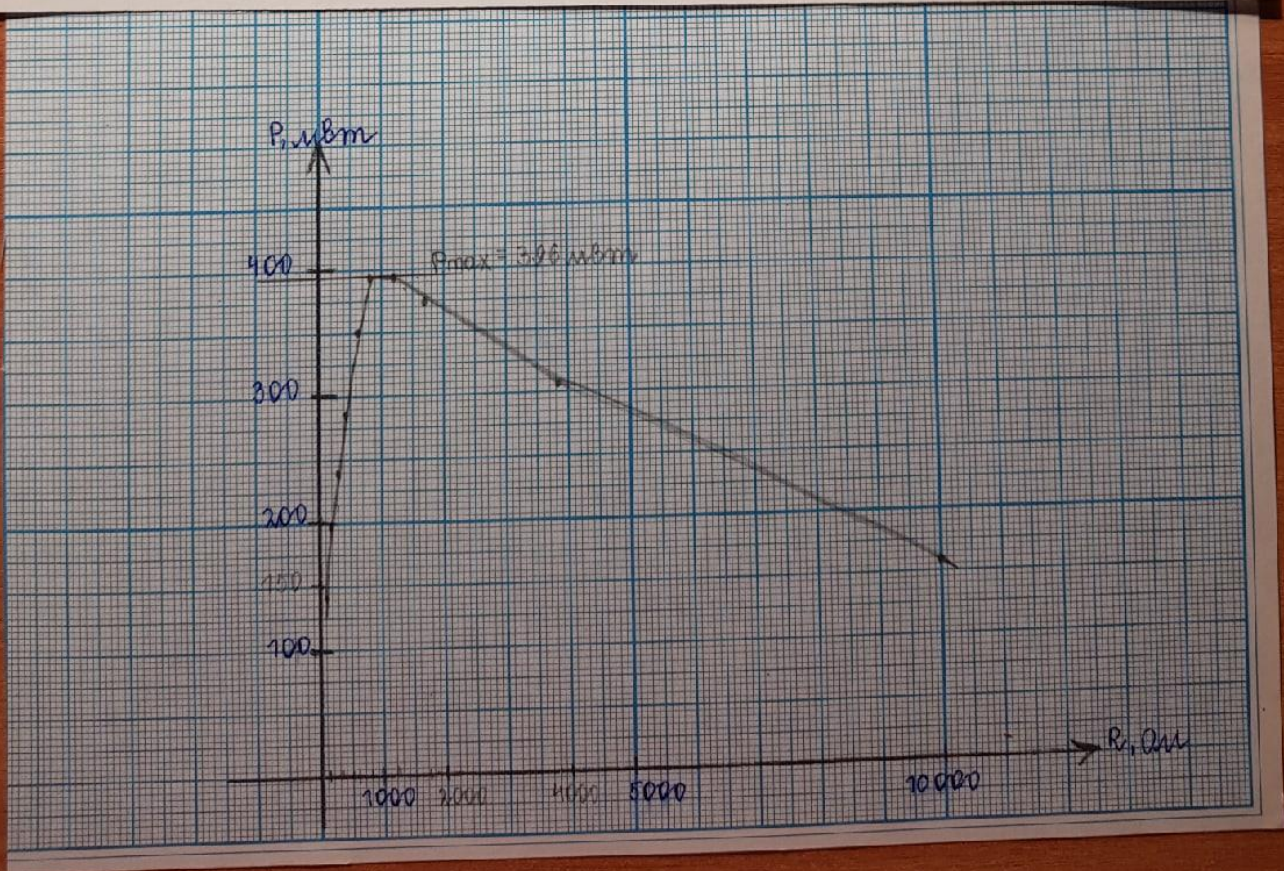
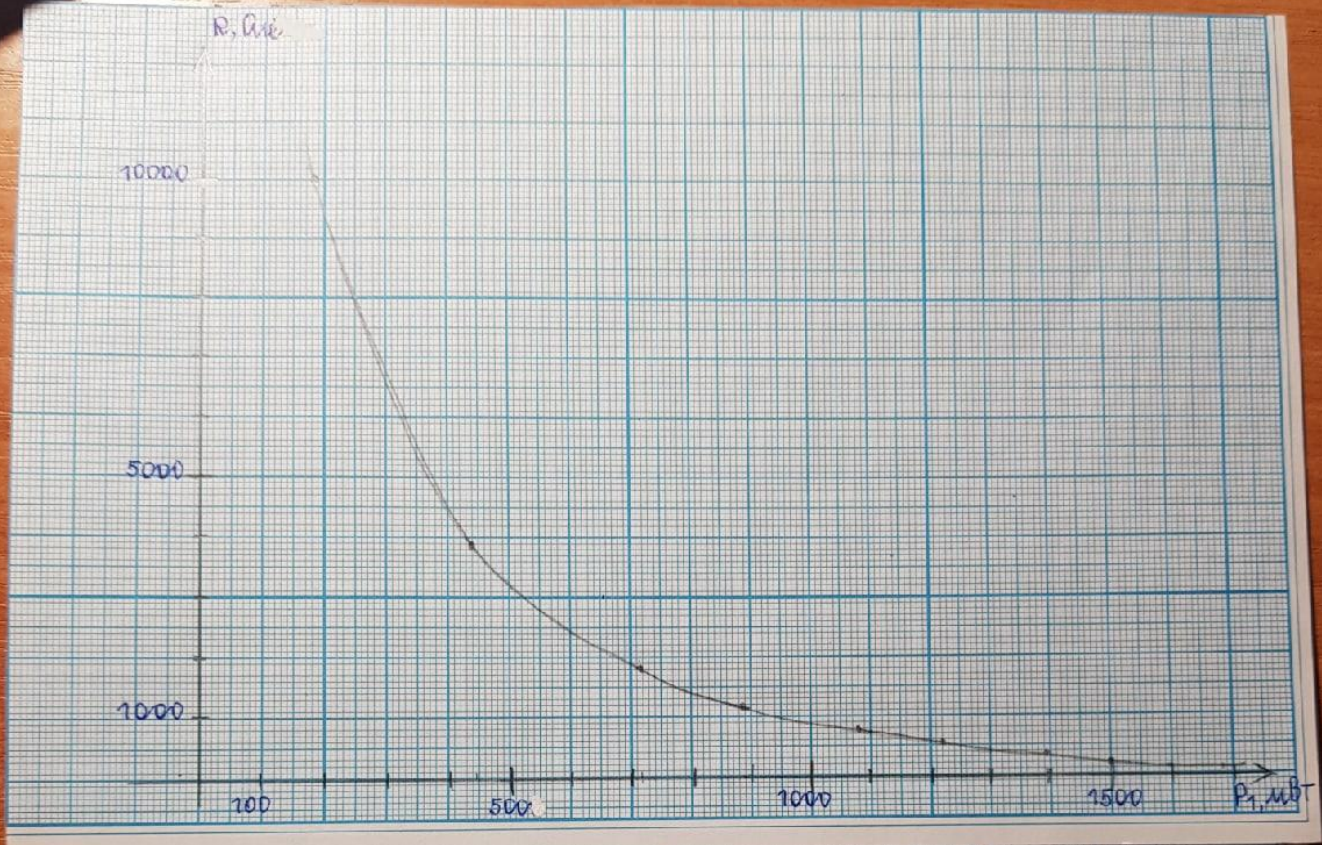
~5.  $r$  по графику:

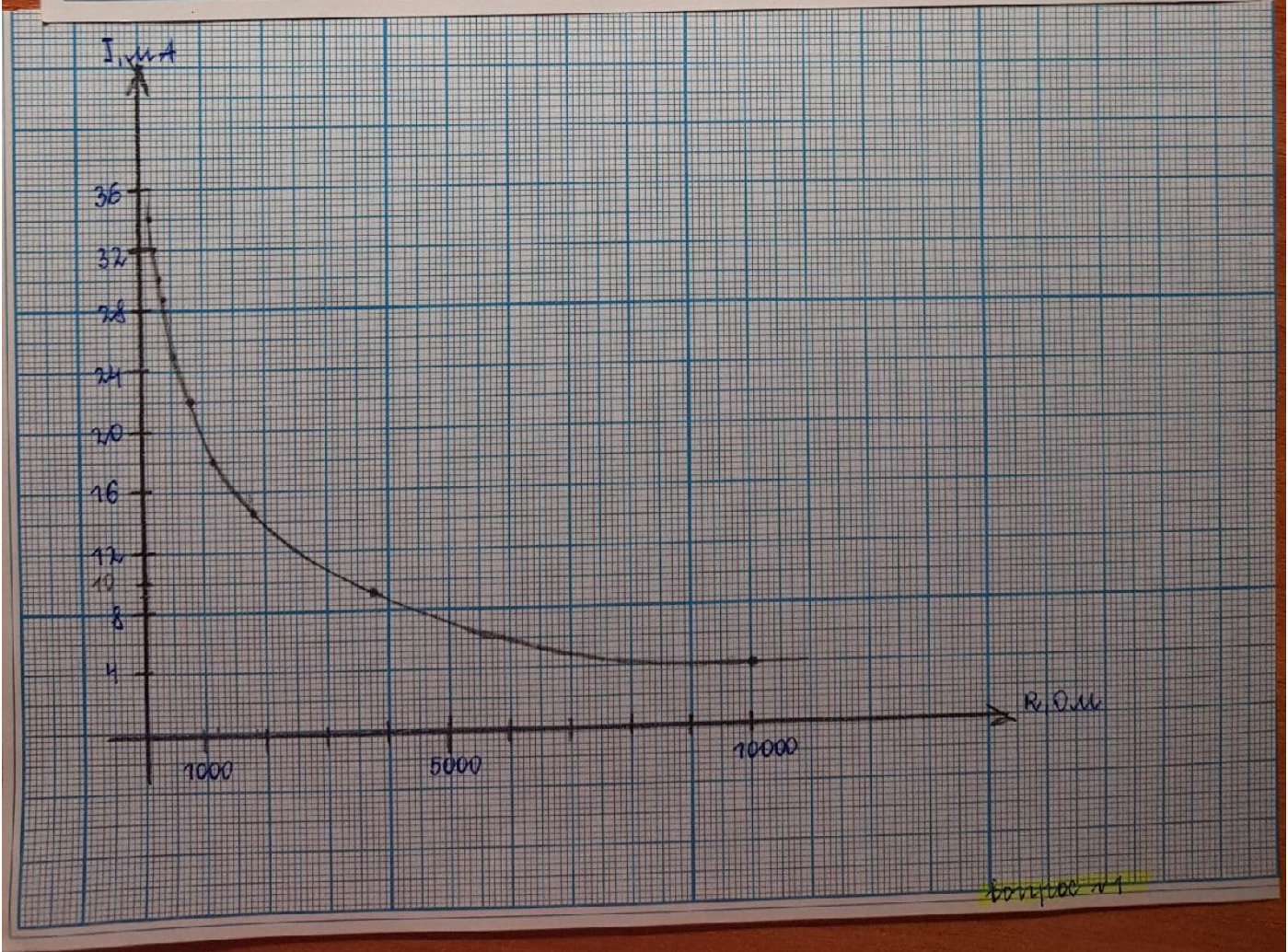
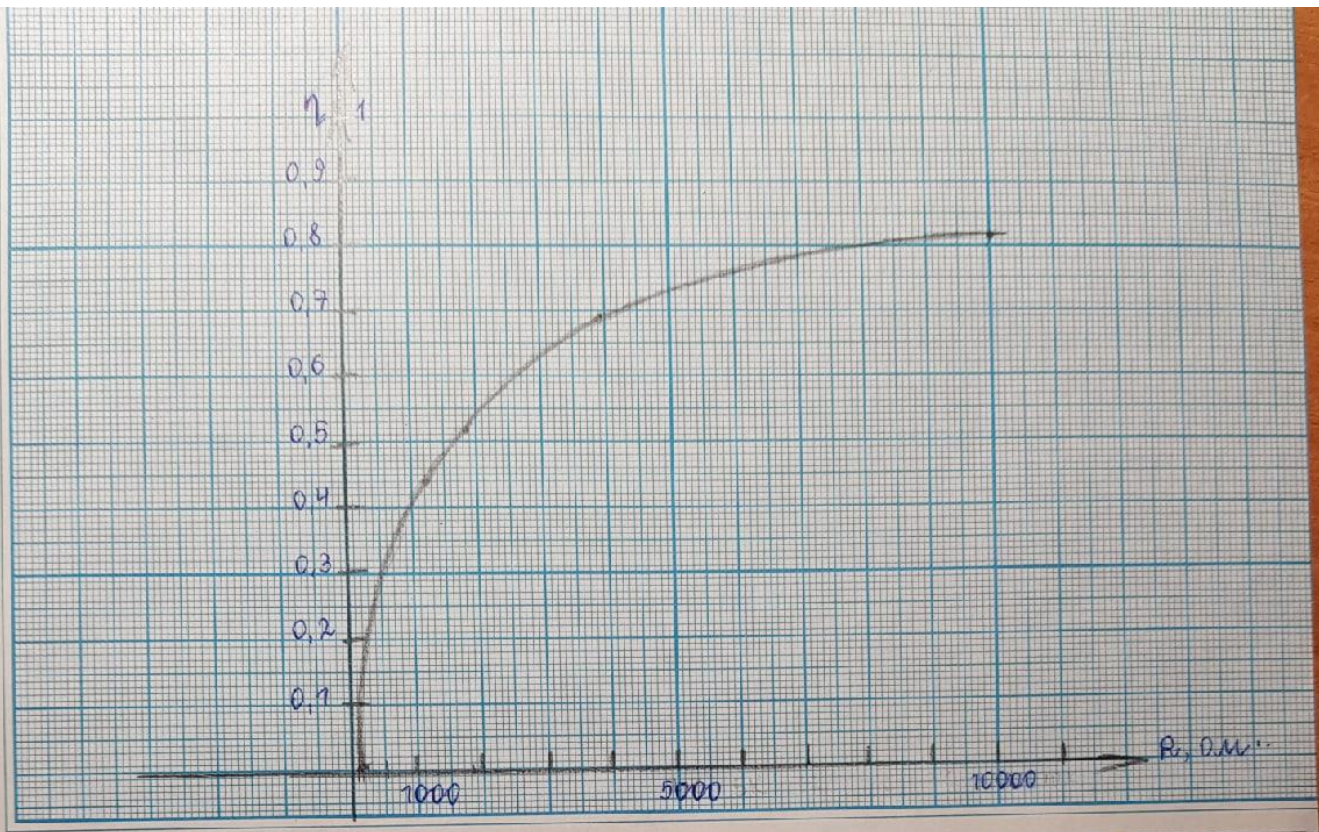
$$r \approx 1500 \text{ Ом}$$

~7. Экспериментальная  $P_{\max}$  и рассчитанная по формуле - примерно равны

$$396 \text{ мВт} \approx 400 \text{ мВт}$$

**Вывод:** Я исследовала зависимости полезной мощности источника тока от нагрузки и мои результаты  $P_{\max}$  имеют место быть, т.к. небольшая погрешность допустима.





sample n1

## Контрольные вопросы 2.04

1. на миллиметровке

2. отдельно на бумаге

3. 
$$I_{к.з.} = \frac{E}{r} = \frac{49}{1500} = 32,7 \text{ мА}$$

$$I = 20 \text{ мА}$$

$$I_{к.з.} > I$$

4. 
$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 1666 \text{ мВт} \\ P = 396 \text{ мВт} \end{array} \right\} \rightarrow P_1 > P$$

5.  $\eta \approx 0,32$

6. отдельно на бумаге в ходе работы

7. отдельно на бумаге в ходе работы

8. Нет, потому что мощность  $P = \frac{U^2}{R}$ .  
 $U$  - постоянно, значит  $R$  могут быть только равны.

9. При одинаковых

10. Продифференцирование выражения для  $P$  по  $R$ , приравнение к 0, выражение  $R$  из этого. Данное  $R$  и будет max.



