

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИТМО”

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Лабораторная работа №1:**

**«Исследование характеристик источника  
электрической энергии постоянного тока»**

по дисциплине Электротехника  
Вариант №12

Выполнил: Студент группы  
R3237 Осинина Т. С  
Преподаватель: Горшков К.С.

1) **Цель работы:** исследование режимов работы и экспериментальное определение параметров схемы замещения источника электрической энергии.

2) **Объект исследования:** исследование режимов работы.

3) **Метод экспериментального исследования:**

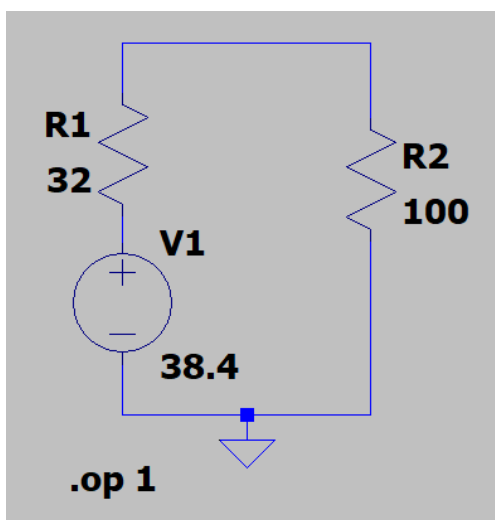
1. Анализ

2. Лабораторный эксперимент (в программе LTspice)

4) **Рабочие формулы**

(1)	$R = \sum_{i=1}^n R_i$	(5)	$r_k = \frac{(U_{n_k} - U_{n_{k+1}})}{I_{n_{k+1}} - I_{n_k}}$
(2)	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	(6)	$r = \sqrt{\sum_{k=2}^{14} r_k^2 / 13}$
(3)	$I_{n_k} = \frac{u_{n_k}}{R_{n_k}}$	(7)	$\eta_k = \frac{R_{n_k}}{(r + R_{n_k})}$
(4)	$P_{n_k} = \frac{U_{n_k}^2}{R_{n_k}}$	(8)	$I_{sc} = \frac{U_0}{r}$

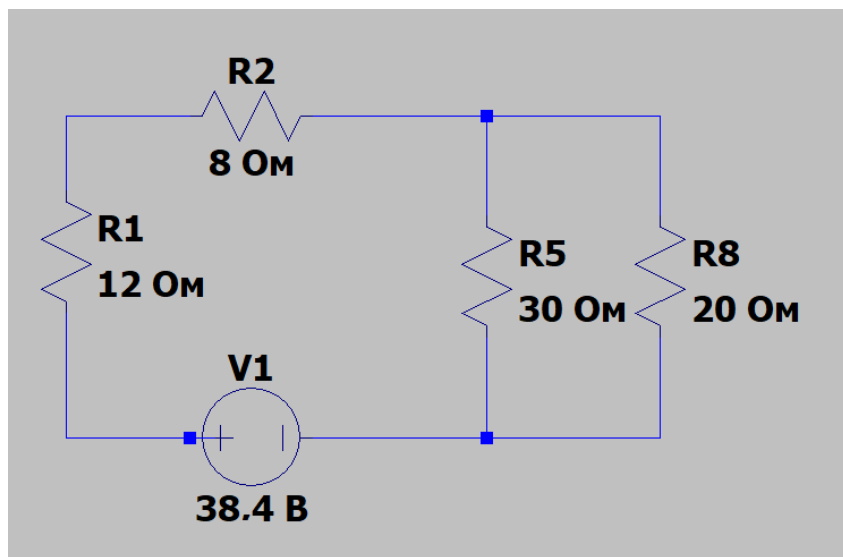
5) **Схема установки**



1. Схема замещения источника электрической энергии и нагрузки

## 6) Определение значения параметров элементов источника питания $r$ и $E$

До начала измерений нужно разобраться со значением  $r$  и  $E$ , так как вариант №12, будем работать со схемой 1.2:



2. Схема варианта №12

Чтобы найти  $r$ , нужно с помощью эквивалентных преобразований, найти  $R_{\text{экв}}$ , используя формулы (1), (2), находим  $R_{\text{экв}}$ :

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + \frac{R_5 \cdot R_8}{R_5 + R_8} = 12 + 8 + \frac{30 \cdot 20}{50} = 32 \text{ Ом}$$

Следовательно,  $r = R_{\text{экв}} = 32 \text{ Ом}$ ,  $E = 38,4 \text{ В}$

## 7) Результаты измерений

k	Измерения		Расчёт			
			$r = 32[\text{Ом}]$ , $E = 38,4 [\text{В}]$ , $I_{\text{sc}} = 1,2 [\text{А}]$			
0	$R_n [\text{Ом}]$	$U_n [\text{В}]$	$I_n [\text{А}]$	$P_n [\text{Вт}]$	$\eta$	$r [\text{Ом}]$
1	$r=32 \text{ Ом}$	$U_0=38.4$	0	0	1	-
2	2475	37,9099	0,015317	0,5808	0,987236	32,00181
3	1100	37,3145	0,033922	1,2658	0,971732	31,99861
4	642	36,5769	0,056973	2,0839	0,952522	31,99995
5	413	35,6387	0,086292	3,073	0,92809	32,00142
6	275	34,3974	0,125081	4,3028	0,895766	31,99873
7	183	32,6847	0,178605	5,837	0,851163	32,00053
8	79	27,3297	0,345946	9,454	0,711712	31,99813
9	69	26,2337	0,380198	9,974	0,683169	32,00016
10	32	19,2	0,6	11,52	0,500001	32,00043
11	22	15,6444	0,711111	11,125	0,407408	31,99946
12	16	12,8	0,8	10,24	0,333334	31,9999
13	10	9,14286	0,914286	8,359	0,238096	31,99953
14	5	5,18919	1,03784	5,385	0,135135	32,00015
15	0,5	0,590769	1,18154	0,698	0,015385	-

Рассчитаем  $I_n$ , используя формулу (3),  $I_2 = U/R = 37,91/2475 = 0,015 \text{ A}$

Далее найдем  $P_n$ , используя формулу (4):

$$P_2 = U^2/R = 37,91^2/2475 = 0,58 \text{ Вт}$$

Находим внутреннее сопротивление и проводим его оценку (формулы (5), (6)):

$$r_2 = \frac{U_2 - U_3}{I_3 - I_2} = \frac{37,91 - 37,31}{0,034 - 0,015} = 31,97895 \text{ Ом}$$

$$r = \sqrt{\sum_{k=2}^{14} r_k^2 / 13} = 31,99999 \text{ Ом}$$

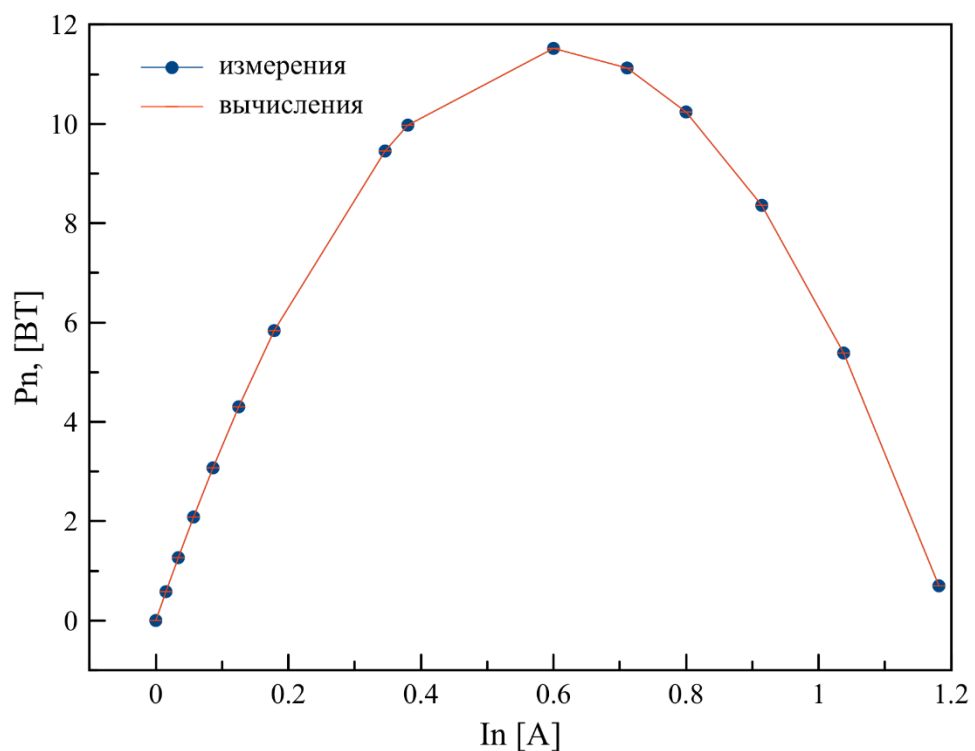
Рассчитаем КПД, используя формулу (7):

$$\eta_2 = \frac{R_{n_2}}{(r + R_{n_2})} = \frac{2475}{(32 + 2475)} = 0,987$$

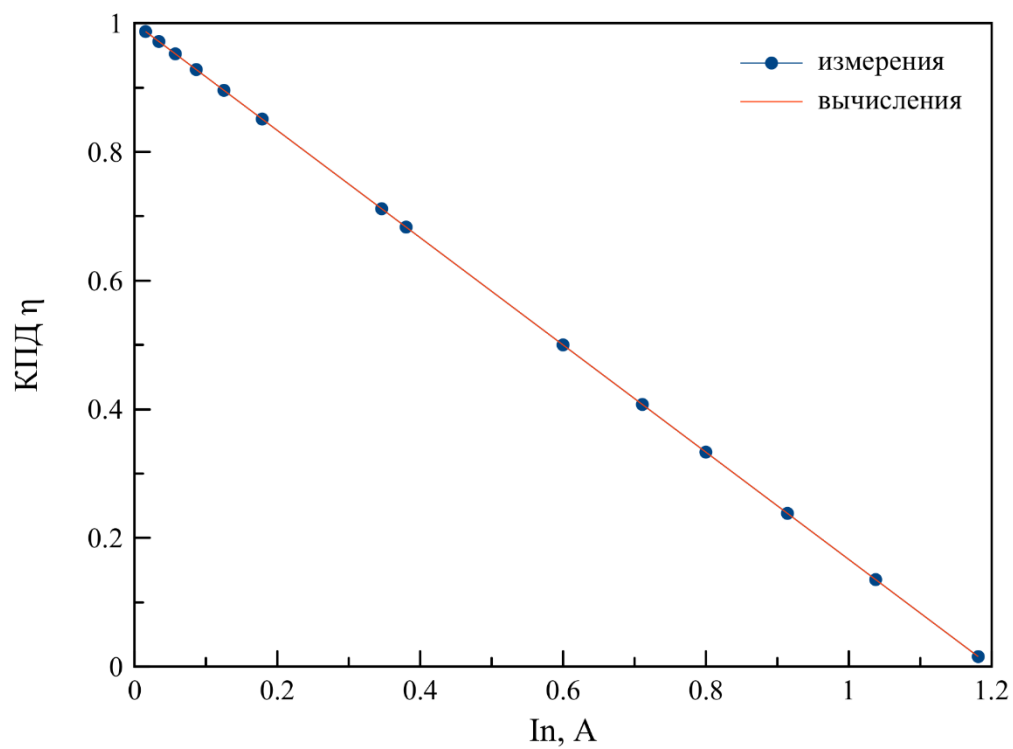
По формуле (8) находим  $I_{sc}$ :

$$I_{sc} = \frac{U_0}{r} = \frac{38,4}{32} = 1,2 \text{ A}$$

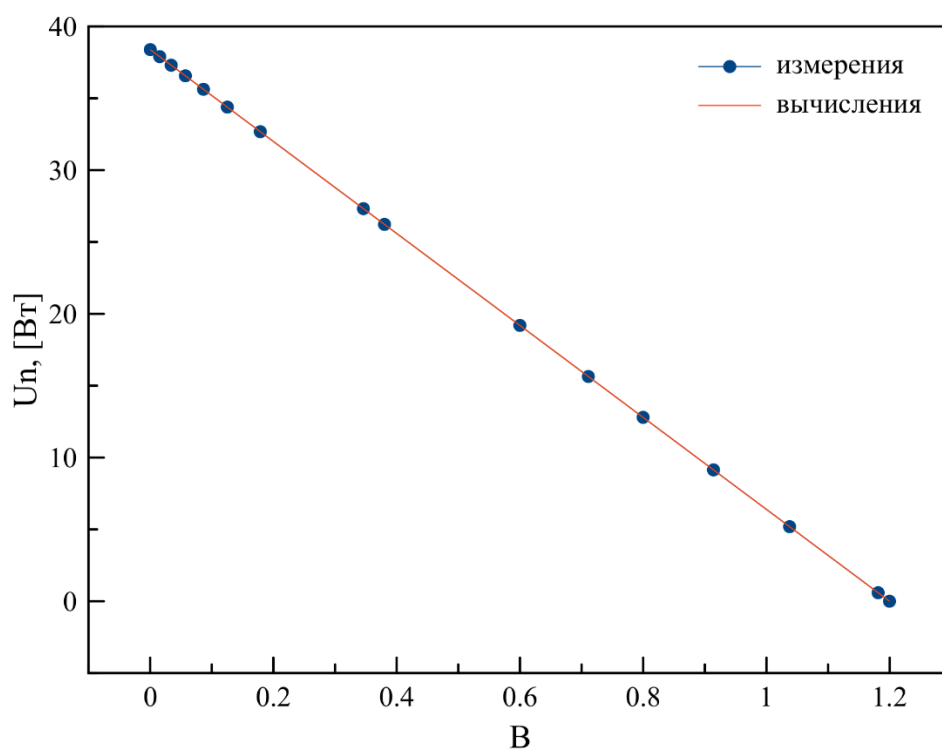
## 8) Графики



3. Зависимость мощности в нагрузке  $P_n(I_n)$



4. Зависимость КПД  $\eta(I_n)$



5. График расчётной внешней характеристики

## 9) Вывод

Во время выполнения лабораторной работы исследовали режимы работы и определили параметры схемы замещения источника электрической энергии. Также построили графики зависимости мощности от силы тока, КПД от силы тока и график расчётной внешней характеристики с точками экспериментальных данных. Добавили несколько других значений  $R$  для лучшего построения графика. Дополнительно познакомились с программой LTspice. Исследуя графики и таблицу, опишем каждый режим: согласованный режим – режим, который отдаёт максимальную мощность, на графике зависимости мощности от силы тока, видим, что максимальная мощность при  $I=0.6$ , при  $U=U_0/2$ ; Режим холостого хода – разрыв цепи, сопротивление приемника стремится к бесконечности,  $U_0$ , как раз, напряжение холостого хода; Режим короткого замыкания, режим при  $R=0$ , при этом сила тока быстро возрастает до большого значения ( $R=0,5$ ,  $I=1,18154$ ).