



## **Основы электротехники**

### **Отчет по лабораторной работе №1**

#### **Исследование характеристик источника электрической энергии постоянного тока**

**Группа Р3333**

**Вариант 81**

**Выполнил: Гуменник Петр Олегович**

**Дата сдачи отчета: 26.09.2024**

**Дата защиты: 02.10.2024**

**Контрольный срок защиты: 09.10.2024**

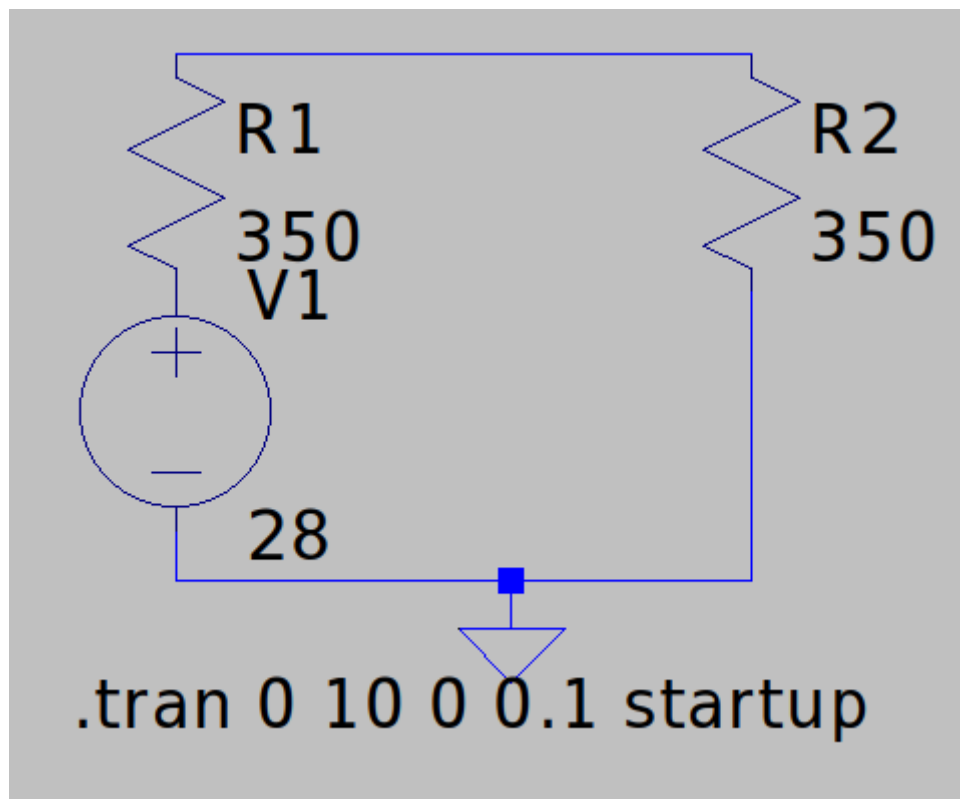
**Количество баллов:**

**СПб - 2024**

Цель работы:

Исследование режимов работы и экспериментальное определение параметров схемы замещения источника электрической энергии.

## 1. Схема эксперимента:



## 2. Заполненная таблица 1.1

k	Измерения		Расчет			
			$r = 350 \text{ [Om]}, E = 28 \text{ [B]}, I_{sc} = 80 \text{ [mA]}$			
0	$R_n \text{ [Om]}$	$U_n \text{ [B]}$	$I_n \text{ [mA]}$	$P_n \text{ [BT]}$	$\eta$	$r \text{ [Om]}$
1	$R = \infty$	$U_0 = 28$	0	0	1	X
2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350
3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056
4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944
5	525	16,8	32	0,538	0,6	350
6	350	14	40	0,56	0,5	350,112
7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887
8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723
9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535
10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738
11	0	0	80	0	0	X

### 3. Пример расчёта для одной произвольной строки таблицы.

D5		f <sub>x</sub> Σ ▾ =	=ОКРУГЛ(1000*C5/B5; 3)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет				σ = 350		0,08
2	0	Rn [Ω]	Un [В]	In [мА]	Pn [Вт]	η	r [Ω]	r <sup>2</sup>		
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			

F5		f <sub>x</sub> Σ ▾ =	=ОКРУГЛ(B5/(B5+\$I\$1); 3)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет				σ = 350		0,08
2	0	Rn [Ω]	Un [В]	In [мА]	Pn [Вт]	η	r [Ω]	r <sup>2</sup>		
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет				σ = 350		0,08
2	0	Rn [Ω]	Un [В]	In [мА]	Pn [Вт]	η	r [Ω]	r <sup>2</sup>		
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			

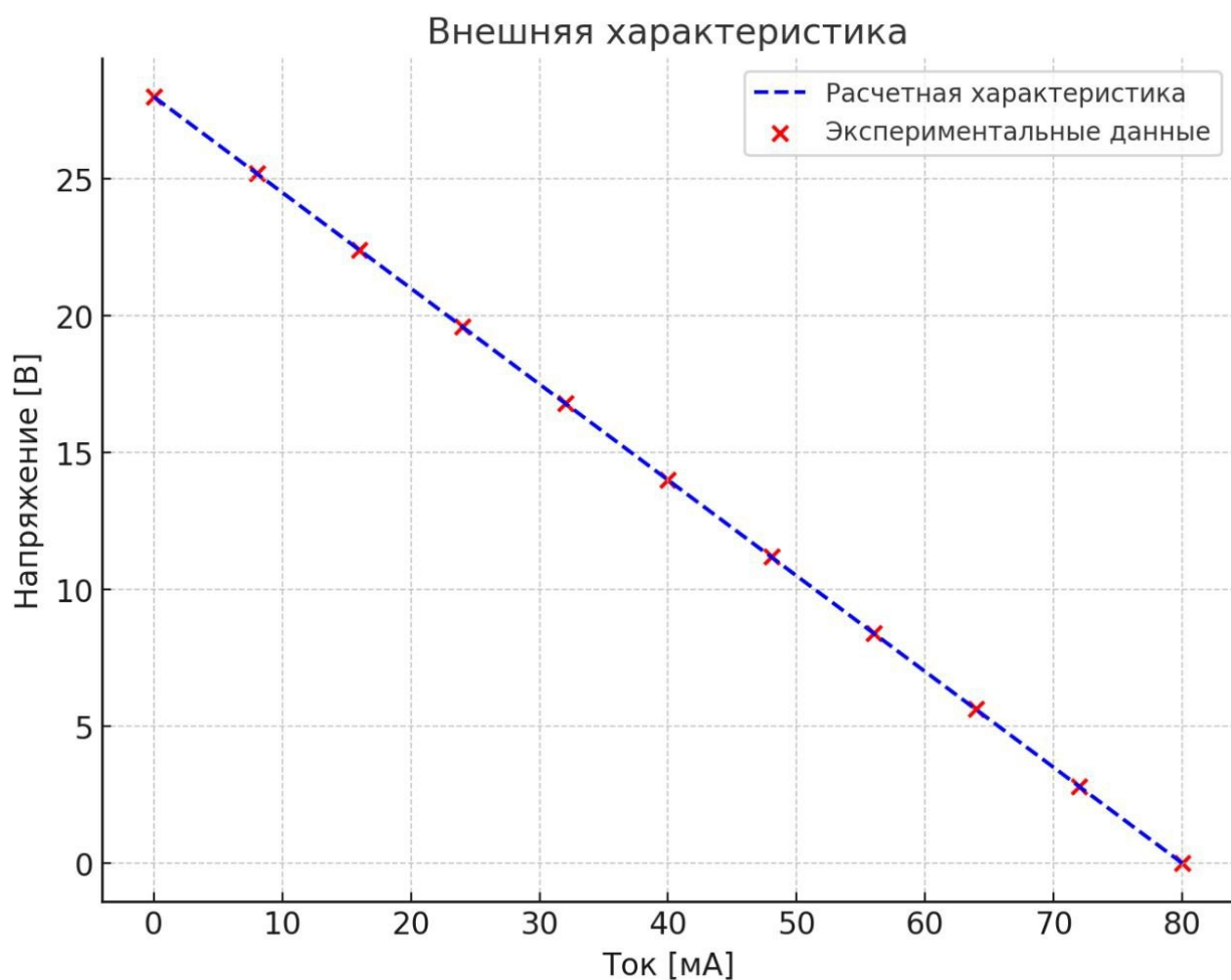
G5		f <sub>x</sub> Σ ▾ = =ОКРУГЛ((C5-C6)/((D6-D5)/1000); 3)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет r = 350 [Ом], E = 28 [В], I <sub>sc</sub> = 80 [мА]				σ = 350		0,08
2	0	R <sub>n</sub> [Ом]	U <sub>n</sub> [В]	I <sub>n</sub> [мА]	P <sub>n</sub> [Вт]	η	r [Ом]	r <sup>2</sup>		
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			

H5		f <sub>x</sub> Σ ▾ = =ОКРУГЛ(G5*G5; 3)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет r = 350 [Ом], E = 28 [В], I <sub>sc</sub> = 80 [мА]				σ = 350		0,08
2	0	R <sub>n</sub> [Ом]	U <sub>n</sub> [В]	I <sub>n</sub> [мА]	P <sub>n</sub> [Вт]	η	r [Ом]	r <sup>2</sup>		
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			

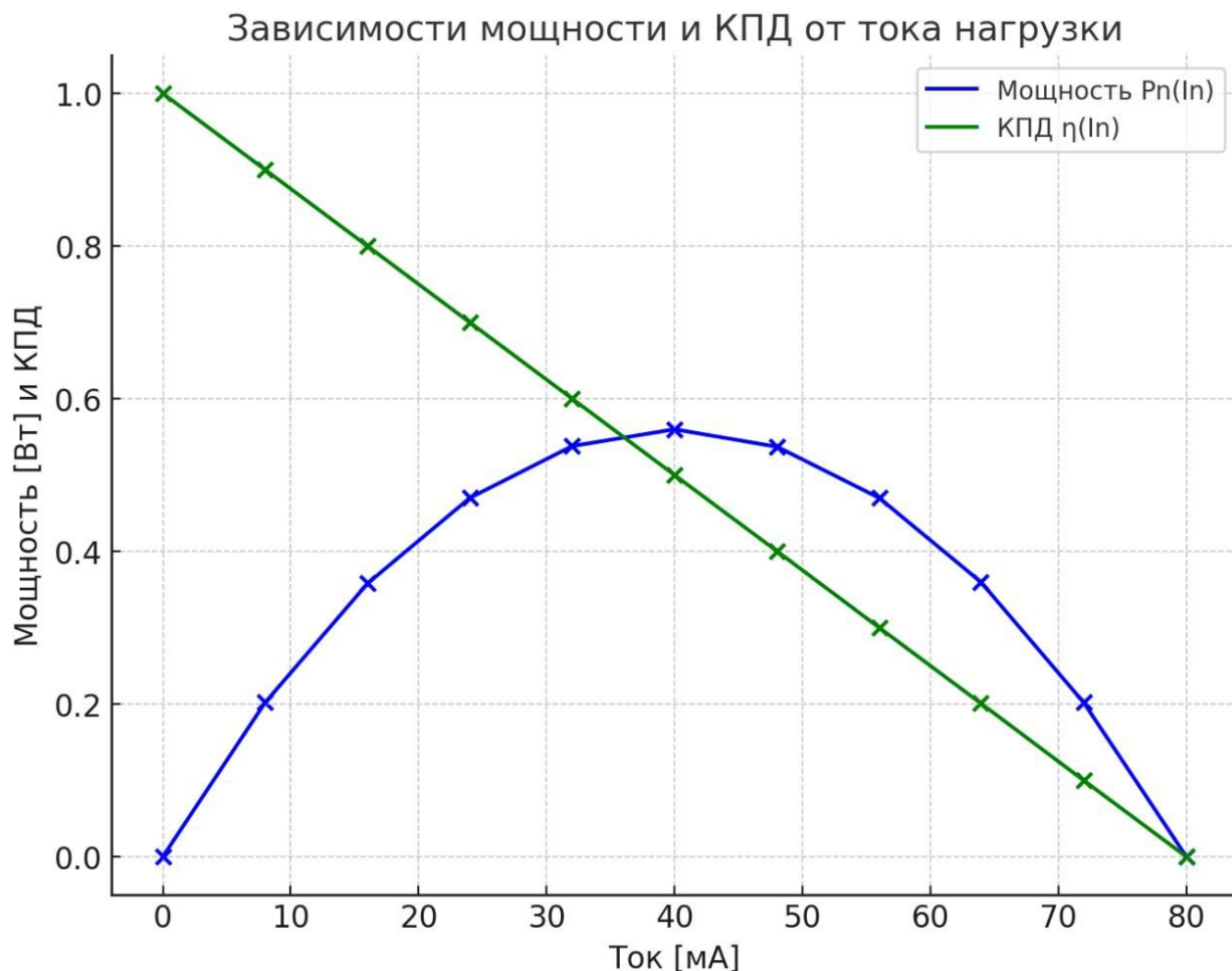
I1		f <sub>x</sub> Σ ▾ = =ОКРУГЛ(КОРЕНЬ(СУММ(H4:H12)/9); 3)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет r = 350 [Ом], E = 28 [В], I <sub>sc</sub> = 80 [мА]				σ = 350		0,08
2	0	R <sub>n</sub> [Ом]	U <sub>n</sub> [В]	I <sub>n</sub> [мА]	P <sub>n</sub> [Вт]	η	r [Ом]	r <sup>2</sup>		
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			

J1		f <sub>x</sub> Σ ▾ =	=ОКРУГЛ(28/11; 3)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	k	Измерения		Расчет						
				r = 350 [Ом], E = 28 [В], I <sub>sc</sub> = 80 [мА]				σ = 350		
2	0	R <sub>n</sub> [Ом]	U <sub>n</sub> [В]	I <sub>n</sub> [мА]	P <sub>n</sub> [Вт]	η	r [Ом]	r <sup>2</sup>		0,08
3	1	R = ∞	U <sub>0</sub> = 28	0	0	1	X			
4	2	3150	25,2	8	0,202	0,9	350	122500		
5	3	1400	22,4	16	0,358	0,8	350,056	122539,203		
6	4	817	19,602	23,993	0,47	0,7	349,944	122460,803		
7	5	525	16,8	32	0,538	0,6	350	122500		
8	6	350	14	40	0,56	0,5	350,112	122578,413		
9	7	233	11,19	48,026	0,537	0,4	349,887	122420,913		
10	8	150	8,4	56	0,47	0,3	349,723	122306,177		
11	9	88	5,626	63,932	0,36	0,201	350,535	122874,786		
12	10	39	2,807	71,974	0,202	0,1	349,738	122316,669		
13	11	0	0	80	0	0	X			

#### 4. Расчётная внешняя характеристика источника.



## 5. Графики зависимости $P_n(I_n)$ и $\eta(I_n)$ .



## 6. Выводы по работе.

В ходе данной работы были исследованы следующие режимы работы источника электрической энергии:

1. Режим холостого хода: Напряжение холостого хода было измерено при отсутствии нагрузки, и оно составило 28 В. В этом режиме ток в цепи отсутствует, а напряжение соответствует электродвижущей силе (ЭДС) источника, мощность на нагрузке равна нулю, так как ток в цепи отсутствует, КПД также равен нулю, так как нет передачи энергии в нагрузку.
2. Режимы с различными нагрузками: Проводились измерения напряжений и токов при различных сопротивлениях нагрузки  $R_n$ . Этот режим работы характеризуется падением напряжения на внутреннем сопротивлении источника по мере увеличения тока нагрузки.
3. Режим короткого замыкания: Рассчитан ток короткого замыкания при минимальном сопротивлении нагрузки. В этом режиме напряжение на нагрузке стремится к нулю, а ток достигает максимального значения. Мощность на нагрузке равна нулю, несмотря на

максимальный ток, КПД также равен нулю, так как вся энергия теряется на внутреннем сопротивлении источника.

### **Экспериментальные параметры схемы замещения источника:**

Электродвижущая сила  $E = 28 \text{ В}$ .

Внутреннее сопротивление источника  $r = 350 \text{ Ом}$ , которое было экспериментально подтверждено с использованием формулы для расчета по данным токов и напряжений.

### **Сравнение экспериментальных и расчетных данных:**

Расчетная внешняя характеристика, построенная через точки  $[0, E = U_0]$  и  $[I_{sc}, 0]$ , показала хорошее совпадение с экспериментальными точками, что подтверждает правильность выбранной схемы замещения и параметров источника.

### **Анализ графиков:**

1. Внешняя характеристика — зависимость напряжения на нагрузке от тока имеет линейный характер, что соответствует теоретической формуле  $U = E - r * I$ . Экспериментальные точки на графике подтвердили теоретическую зависимость.
2. Мощность на нагрузке — график зависимости мощности от тока имеет параболический вид, при этом максимальная мощность наблюдается при определенном сопротивлении нагрузки, что соответствует теоретической зависимости для активной нагрузки  $E * I_n - r * I_n^2$ .
3. Коэффициент полезного действия — график КПД имеет убывающий характер по мере увеличения тока, что связано с увеличением потерь на внутреннем сопротивлении источника. Эта зависимость также подтверждает теоретические ожидания.

В результате работы установлено, что экспериментальные данные хорошо совпадают с теоретическими зависимостями, а заданные параметры схемы замещения и были успешно подтверждены. Графический анализ подтверждает правильность методики и корректность проведенных расчетов.