

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова
Департамент электронной инженерии

Ефремов Виткор Васильевич, БИТ-203

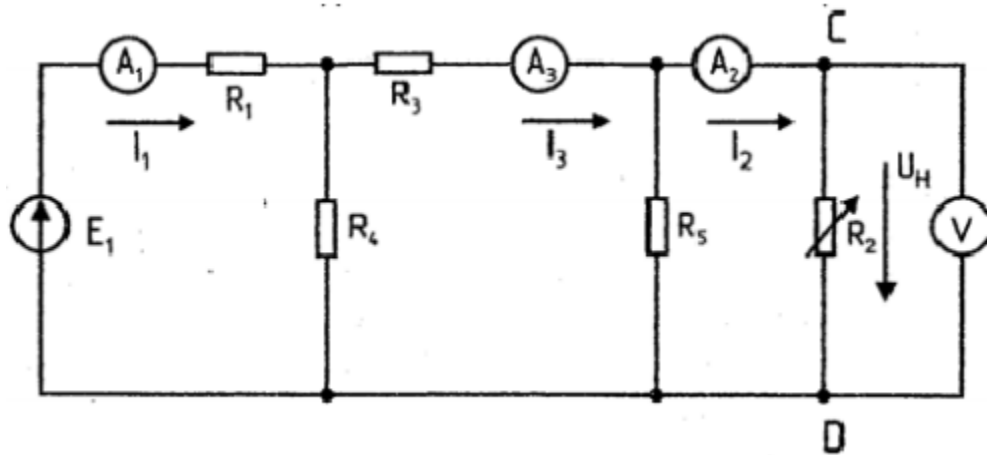
ОТЧЁТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 1

по дисциплине «Теория электрических цепей»
Тема: «Активный двухполюсник на постоянном токе»

Номер бригады: 1

Москва 2021 г.

№ вар.	Сопротивление, Ом				Э.Д.С., В
	R ₁	R ₃	R ₄	R ₅	E ₁
1	200	100	200	390	5



Экспериментальные значения:

$U_x = 1.65 \text{ В}$ (напряжение холостого хода, нагрузки нет, $R_2 = \infty$)

$I_k = 12.25 \text{ мА}$ (ток короткого замыкания, $R_2 = 0$)

$R_{эк} = U_x / I_k = 1.65 / (12.25 * 0.001) = 134.69 \text{ Ом}$

Теоретические значения:

Напряжение холостого хода – это напряжение между точками С и D на рисунке выше. Т.к. R_5 и R_2 подключены параллельно, то напряжения на них равны. Посчитаем напряжение на R_5 .

R_5 и R_3 соединены последовательно, R_4 параллельно им, и R_1 последовательно со всем предыдущим. Поэтому $R = R_1 + R_4 * (R_3 + R_5) / (R_4 + (R_3 + R_5))$

Подставим: $R = 200 + 200 * (100 + 390) / (200 + 100 + 390) = 342.03 \text{ Ом}$

$I_1 = E_1 / R$

Падение напряжения на R_1 будет $I_1 * R_1 = E_1 * R_1 / R$

Т.к. R_4 и $R_3 + R_5$ параллельны, то напряжения на них одинаковы между собой и равны $E_1 - E_1 * R_1 / R$

Подставим: $5 - 5 * 200 / 342.03 = 2.08 \text{ В}$

Ток через R_3 равен $I_3 = 2.08 / (100 + 390) = 4.24 \text{ мА}$

Ток через R_5 такой же, поэтому падение напряжения на R_5 равно $U_5 = 4.24 * 0.001 * 390 = 1.65 \text{ В}$

Посчитаем ток короткого замыкания. В этом случае $R_2 = 0$ и ток через R_5 не течет. Аналогично расчетам напряжения холостого хода:

$$R = R_1 + R_3 * R_4 / (R_3 + R_4) = 200 + 100 * 200 / (100 + 200) = 266.67 \text{ Ом}$$

$$U_3 = E_1 - E_1 * R_1 / R = 5 - 5 * 200 / 266.67 = 1.25 \text{ В}$$

$$I_3 = 1.25 / 100 = 12.50 \text{ мА}$$

$$R_{\text{эк}} = U_x / I_k = 1.65 / (12.50 * 0.001) = 132.00 \text{ Ом}$$

Исследуемая величина	Расчет	Опыт	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
$U_x, \text{ В}$	1.65	1.65	0	0
$I_k, \text{ мА}$	12.50	12.25	0.25	0.02
$R_{\text{эк}}, \text{ Ом}$	132	134.69	2.69	0.02

Абсолютная погрешность – модуль разности между теорией и опытом. Измеряется в том же в чем и исходные величины.

Относительная погрешность – абсолютная погрешность деленная на теорию. Измеряется в долях, можно умножить на 100% и получить значение в процентах.

Мощность двухполюсника суть произведение тока на напряжение. Известно, что максимум мощности достигается, когда $R_2 = R_{эк}$. Таблица ниже содержит экспериментальные данные. Максимум действительно довольно близко к $R_{эк}$

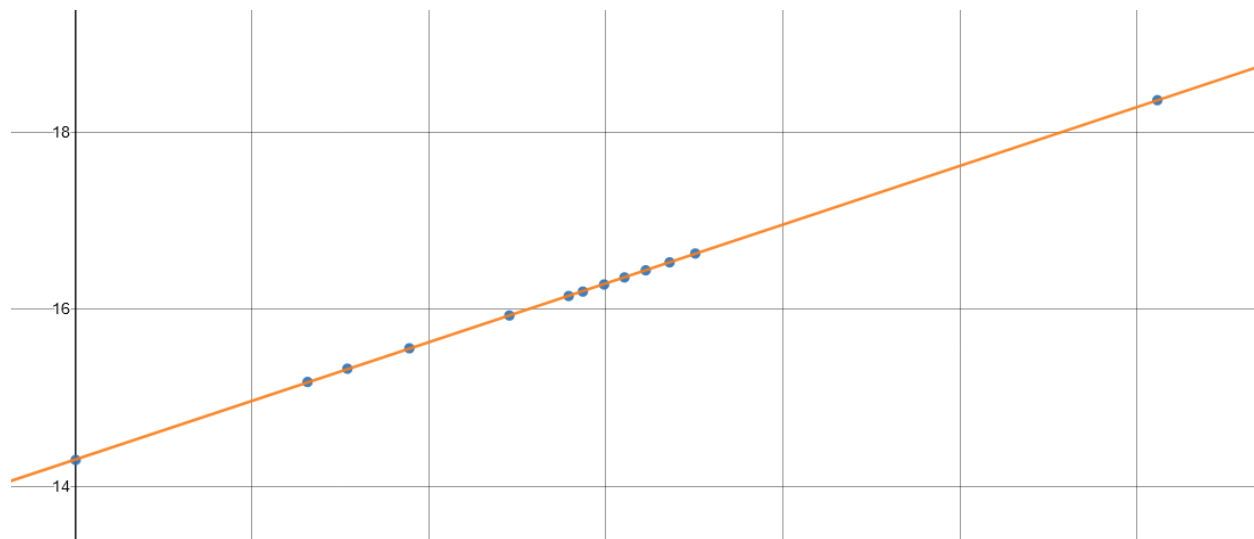
R	I ₁ , мА	I ₂ , мА	I ₃ , мА	U _н , В	P, мВт
0	18.36	12.23	12.25	0.00	0.0000
100	16.63	7.01	8.85	0.70	4.9070
110	16.53	6.72	8.66	0.74	4.9728
120	16.44	6.45	8.47	0.78	5.0310
130	16.36	6.21	8.32	0.81	5.0301
140	16.28	5.98	8.17	0.84	5.0232
150	16.20	5.74	8.00	0.86	4.9364
160	16.15	5.58	7.90	0.89	4.9662
200	15.93	4.91	7.47	0.98	4.8118
300	15.56	3.78	6.73	1.14	4.3092
400	15.33	3.08	6.27	1.23	3.7884
490	15.18	2.63	5.98	1.29	3.3927
inf	14.30	0.01	4.25	1.65	0.0165

$$R_{эк} = (U' - U'') / (I' - I'')$$

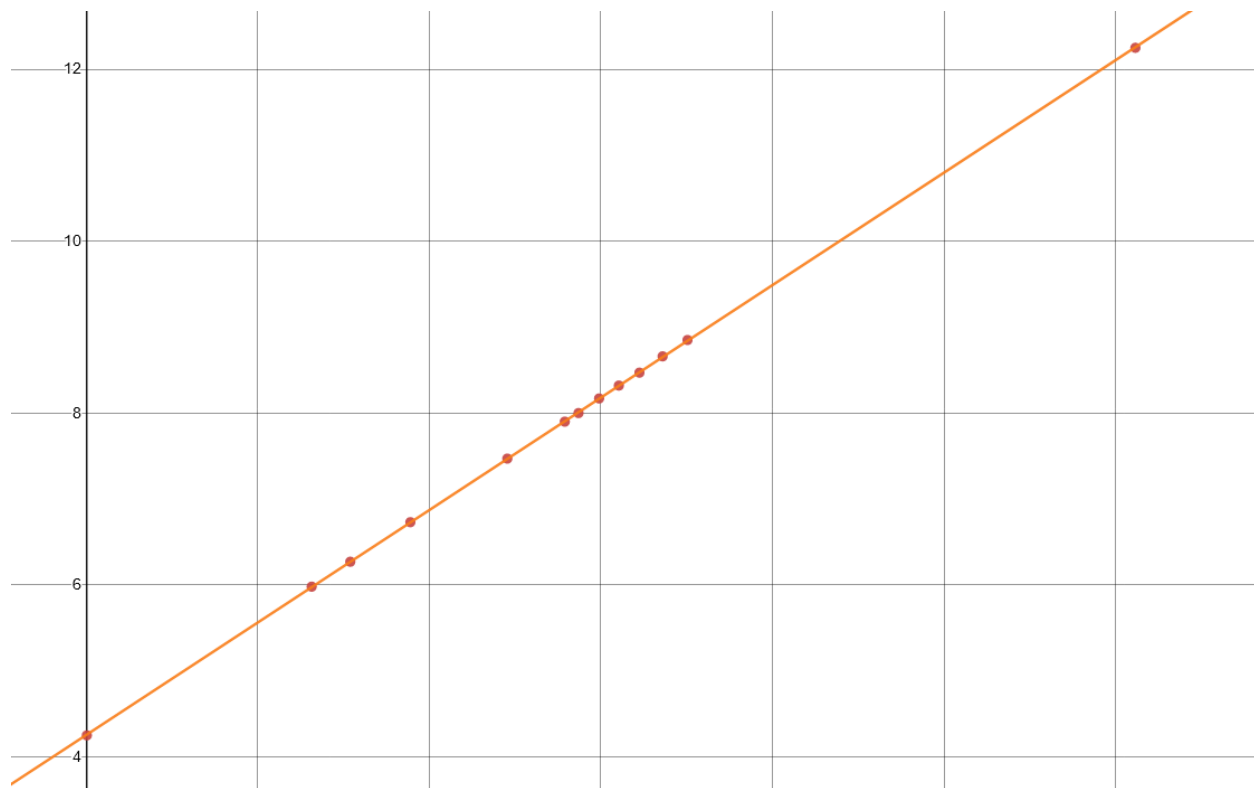
Значение R _н (Ом)	Измерено		Получено по					
	I ₂ = I _н , мА	U _н , В	Измеренным данным			Параметрам системы		
			U _х (В)	I _к (мА)	R _{эк} (Ом)	U _х (В)	I _к (мА)	R _{эк} (Ом)
R _н '= 100	7.01	0.70	1.65	12.25	136.22	1.65	12.50	132
R _н = 300	3.78	1.14						
Абсолютная погрешность:			0	0.25	4.22	-		
Относительная погрешность:			0	0.02	0.03			

Рисуночки. Сетка – 1x1

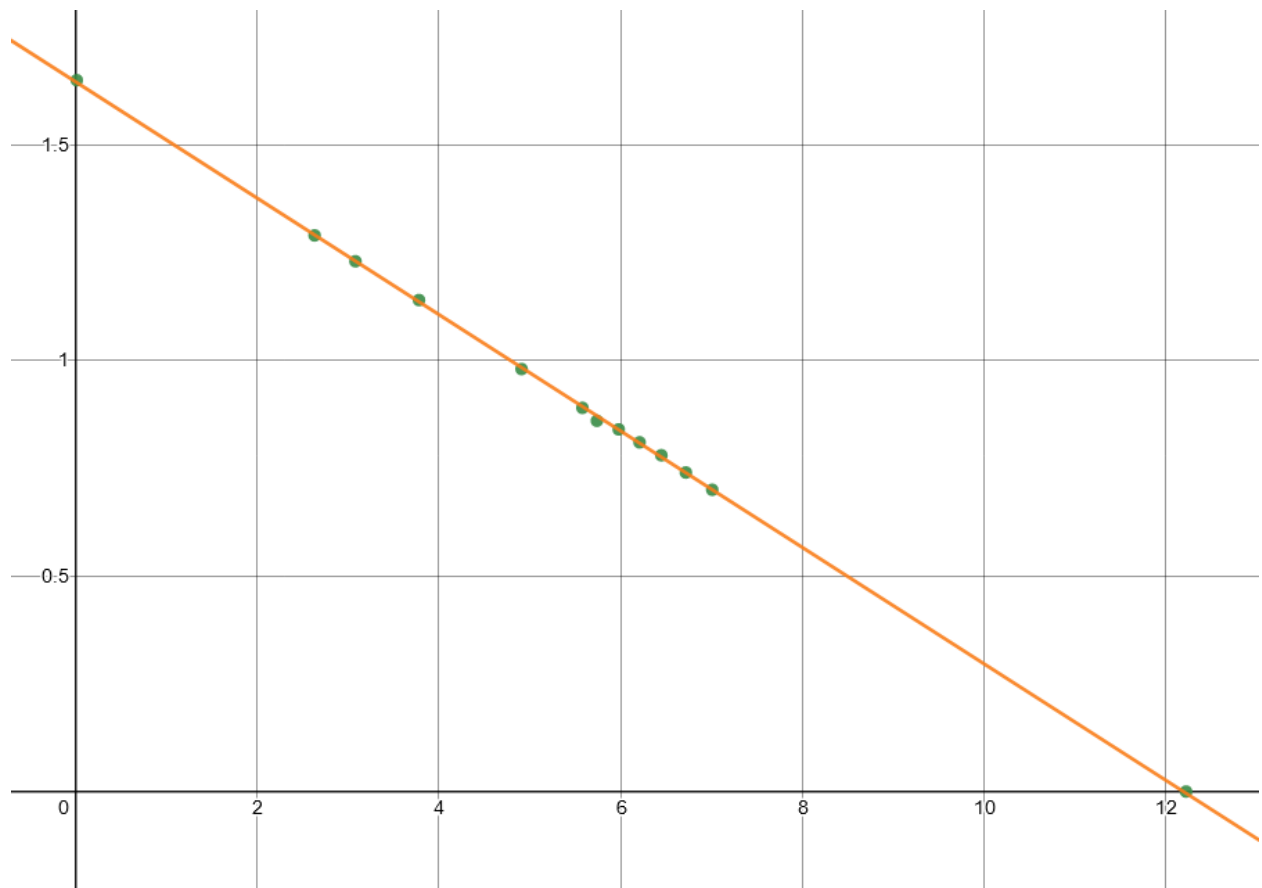
I_1 (I_2)



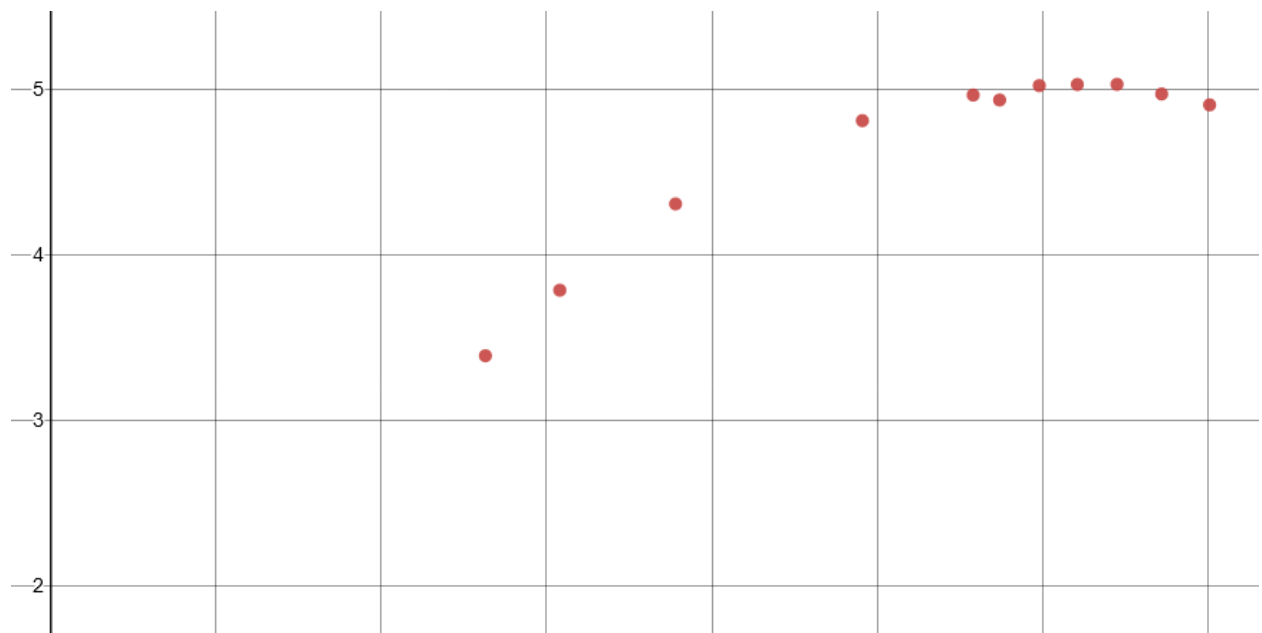
I_3 (I_2)



$U(I_2)$



$P(I_2)$



Коэффициенты линейной регрессии для $U(I_2)$ и $I_1(I_2)$ ниже. а подозрительно похоже на напряжение холостого хода, а b на эквивалентное сопротивление (0.135 вместо 135, т.к. ток в миллиамперах, это и дает сдвиг на 3 разряда). Но вообще это имеет смысл если вспомнить формулу $U = a + b * I_2$

$$a = 1.65$$

$$b = -0.135$$

$$c = 14.3$$

$$d = 0.33$$