

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
им. В. И. ЛЕНИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ  
„ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА“  
ПО КУРСУ  
„ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ“

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР  
ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В.И.ЛЕНИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ "ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА"  
ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ"

для студентов химических специальностей  
дневной и вечерней форм обучения

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института.  
Протокол № 2 от 28.04.88.

**Составители** Д.Ф.Богданов  
Л.Ф.Соколова

**Кафедра радиозлектроники**

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепление теоретических знаний по теме "Цепи постоянного тока", а именно разделов:

- источники электрической энергии и схемы их замещения;
  - основные законы электрической цепи;
  - анализ и расчет разветвленных цепей постоянного тока методом эквивалентных преобразований (свертывания);
  - расчет электрической цепи методом эквивалентного генератора.
- Получение практических навыков электрических измерений в цепях постоянного тока, обработки и анализа экспериментальных данных, графического изображения исследуемых цепей.

## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Схема лабораторного макета, включающая схемы "А" и "Б", изображена на его горизонтальной панели и рис. I.

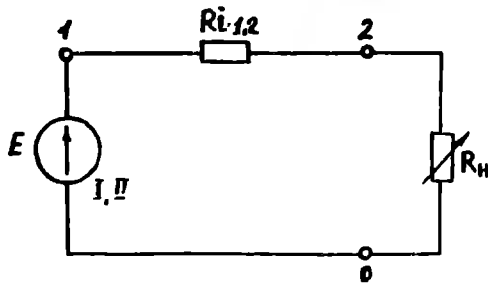


Схема А

Рис. I

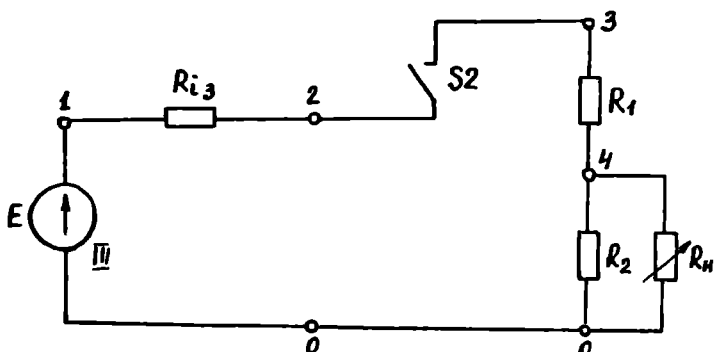


Схема Б

Рис. I. Продолжение

Выбор исследуемой схемы осуществляется переключателем  $S_2$  "Схема".

Макет включает три источника электрической энергии постоянного тока  $E$  (в дальнейшем именуемых для краткости "источник") с различными внутренними сопротивлениями  $R_{i1}$ ,  $R_{i2}$ ,  $R_{i3}$ , но с одинаковыми ЭДС, регулируемые ручкой "ЭДС".

Источники I и II используются в схеме "А". Подключение того или иного источника выполняется переключателем  $S_1$  "Источник" (для упрощения схемы "А" на ней изображен только один источник с внутренним сопротивлением  $R_i$ ). Источник III используется в схеме "Б".

Сопротивление нагрузки  $R_H$  выполнено дискретно-переменным, изменяется с помощью переключателя  $S_4$  " $R_H$ " в соответствии с указанными на панели макета дискретными значениями.

В положении  $R_H = \infty$  сопротивление нагрузки отсутствует, что позволяет установить режим холостого хода (х.х.) источника в схеме "А".

Режим х.х. в схеме "Б" устанавливается путем размыкания контактов переключателя  $S_2$ .

В положении  $R_H = 0$  в схеме вводится режим короткого замыкания (к.з.) источника.

На макете расположен вольтметр постоянного тока с пределом измерения 10 В. Вольтметр подключается к контрольным точкам (к.т.)

схемы "0", "1", "2", "3", "4" гибкими проводниками с однополюсными вилками на конце.

Макет питается от сети переменного тока напряжением 220 В и включается тумблером "СЕТЬ" на передней панели.

## СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

I. Исследование внешней (нагрузочной) характеристики источника I в схеме "А" (табл. I):

Т а б л и ц а I

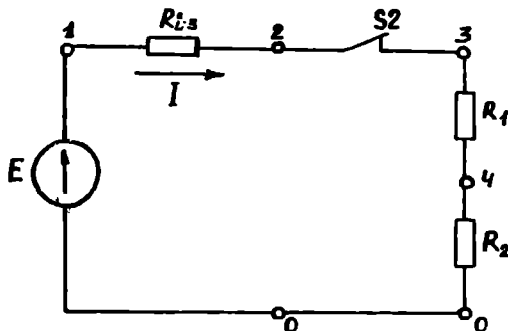
Параметр цепи		Сопротивление, Ом									
		$\infty$	$20 \cdot 10^3$	$15 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	900	200	100	50	25
$U_H$ , В	10										
$I_H$ , мА											

- 1) поставить переключатель  $S_1$  в положение I;
- 2) устанавливая переключатель  $S_4$  в положения, указанные табл. I, измерить для каждого из них напряжение  $U_H$  и полученные результаты занести в табл. I;
- 3) рассчитать на основании закона Ома для участка цепи ток  $I_H$  для каждого значения  $R_H$  и данные занести в табл. I;
- 4) при оформлении отчета построить в соответствии с табл. I графики внешней характеристики источника  $U_H = f_1(I_H)$  и  $U_H = f_2(R_H)$ .

2. Экспериментальная проверка закона Ома для участка цепи в схеме "Б":

- 1) перевести переключатель  $S_3$  в положение "Схема Б";
- 2) установить переключатель  $S_2$  в разомкнутое (левое) положение;
- 3) подключить вольтметр к к.т. "0", "2" схемы "Б" и установить с помощью ручки "ЭДС"  $U_{кк}$  равное 10 В;

- 4) поставить переключатель  $S_4$  в положение  $R_H = \infty$  ;
- 5) установить переключатель  $S_2$  в замкнутое (правое) положение;
- 6) изобразить в рабочем журнале исследуемую схему (рис.2):



$E$  10 В,

$R_1 =$

$R_2 =$

$R_{i3} =$

Рис. 2

7) вычислить на основании закона Ома для замкнутой неразветвленной цепи значение тока в схеме. Значения резисторов  $R_1$  и  $R_2$  указаны на передней панели макета,  $R_{i3}$  дается преподавателем;

8) вычислить на основании закона Ома для участка цепи значения падений напряжений на резисторах  $R_{i3}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  и полученные данные занести в табл.2 в графу расчетных значений:

Т а б л и ц а 2

Вид работы	Падение напряжения, В		
	$U_{R_{i3}}$	$U_{R_1}$	$U_{R_2}$
Расчет			
Эксперимент			

9) измерить падение напряжений на резисторах  $R_{i3}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ , подключая поочередно вольтметр к к.т. "1"-"2", "3"-"4", "4"-"0" Полученные значения занести в графу экспериментальных данных табл.2.

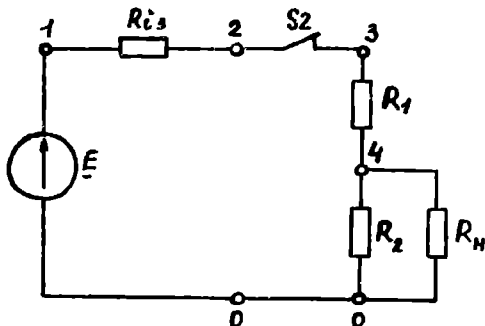
3. Экспериментальная проверка второго закона Кирхгофа для замкнутого контура "1"- "2"- "3"- "4"- "0"- "1" схемы "Б":

1. убедиться в справедливости второго закона Кирхгофа, используя результаты предыдущего эксперимента.

4. Расчет разветвленной цепи постоянного тока для схемы "Б":

1) установить переключатель  $S_4$  в положение  $R_H = 200 \text{ Ом}$ ;

2) изобразить в рабочем журнале исследуемую схему (рис.3):



$$\begin{aligned} E &= 10 \text{ В}, \\ R_H &= 200 \text{ Ом}, \\ R_1 &= \\ R_2 &= \\ R_{i3} &= \end{aligned}$$

Рис. 3

3) вычислить напряжения  $U_{"3"- "4"}$  и  $U_{"4"- "0"}$ , используя метод эквивалентных преобразований схемы "Б". Полученные результаты занести в графу расчетных значений табл.3:

Т а б л и ц а 3

Вид работы	Падение напряжений, В	
	"3"- "4"	"4"- "0"
Расчет		
Эксперимент		

4) проверить правильность расчета, измерив напряжения



$U_{"3"- "4"}$  и  $U_{"4"- "0"}$ . Одновременно по положению стрелки вольтметра определить полярность этих напряжений. Полученные значения занести в графу экспериментальных данных табл.3. Полярности напряжений и соответствующие направления токов через резисторы  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_H$  отразить в рабочем журнале на рис.3.

б. Экспериментальная проверка первого закона Кирхгофа для узла "4" схемы "Б":

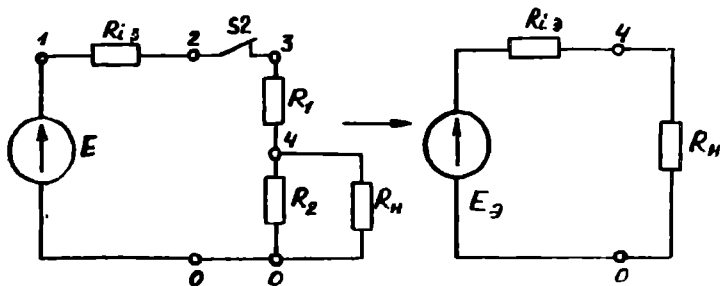
1) вычислить по полученным экспериментальным путем напряжениям  $U_{"3"- "4"}$ ,  $U_{"4"- "0"}$  и известным сопротивлениям  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_H$  значения токов в ветвях:  $I_{R_1}$ ,  $I_{R_2}$ ,  $I_{R_H}$ ;

2) убедиться в справедливости первого закона Кирхгофа, используя результаты предыдущего пункта.

6. Расчет тока  $I_{R_H}$  в схеме "Б" методом эквивалентного генератора:

1) изобразить в рабочем журнале схему замещения с источником ЭДС схемы "Б" (рис.4а,б):

а)	б) $R_1$	$E$ 10 В	$R_{i3}$
	$R_2 =$	$R_H$ 900 Ом	



а

Рис. 4

2) рассчитать методом эквивалентного генератора ток  $I_{R_H}$  и данные занести в табл.4.

Т а б л и ц а 4

Вид работы	Значение тока, В	
	в схеме "Б"	в схеме "А"
Расчет		
Эксперимент		

7. Экспериментальная проверка методом эквивалентного генератора:

- 1) установить переключатель  $S_4$  в положение  $R_H = 900 \text{ Ом}$ ;
- 2) измерить напряжение  $U_H$  схемы "Б", рассчитать ток  $I_{R_H}$  и полученные результаты занести в графу экспериментальных данных табл. 4;
- 3) установить переключатель  $S_3$  в положение "Схема А";
- 4) выбрать с помощью тумблера  $S_1$  величину  $R_i$  ( $R_{i1}$  или  $R_{i2}$ ), равную рассчитанному значению  $R_{i3}$ . Значения  $R_{i1}$ ,  $R_{i2}$  указываются преподавателем;
- 5) подключить вольтметр к к.т. "I", "0" схемы "А". Установить ручкой "ЭДС" значение  $E$ , равное рассчитанному  $E_3$ ;
- 6) измерить напряжение  $U_H$  схемы "А", вычислить ток  $I_{R_H}$  и полученное значение занести в табл. 4;
- 7) сравнить полученные экспериментально  $I_{R_H}$  схемы "А" и  $I_{R_H}$  схемы "Б". Равенство их является подтверждением того, что схема "А" при значении  $E = E_3$  и  $R_i = R_{i3}$  может служить схемой замещения схемы "Б".

#### СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о работе оформляется индивидуально в журнале по лабораторным работам и содержит следующие данные:

- 1) схемы исследуемых цепей (рис. 1-4);
- 2) экспериментальные и расчетные данные в соответствии с заданием к лабораторной работе;
- 3) табл. 1-4 с занесенными в них расчетными и экспериментальными данными;

4) графики внешних характеристик  $U_H = f_I(R_H)$  и  $U_H = f(I_H)$  построенные на миллиметровой бумаге в рациональном масштабе;

5) краткие выводы по полученным результатам.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое электрическая цепь и каковы ее основные элементы?
2. Какими схемами замещения описываются источники электрической энергии?
3. Как перейти от схемы замещения с источником ЭДС к схеме замещения с источником тока и наоборот?
4. Какие существуют внешние (нагрузочные) характеристики источников электрической энергии и какие физические процессы они отражают?
5. Что такое ЭДС, ток, напряжение? Как устанавливаются их положительные направления?
6. От чего зависит активное сопротивление проводников?
7. Какие электрические цепи называют линейными?
8. Как формулируется закон Ома для замкнутой цепи и ее отдельных участков?
9. Что физически выражает первый закон Кирхгофа?
10. С какими знаками обозначают токи, направленные к каждому узлу электрической цепи?
11. Что такое узел, ветвь электрической цепи?
12. Что физически выражает второй закон Кирхгофа?
13. Как определить число независимых контуров разветвленной электрической цепи?
14. Каковы методы преобразования электрических цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединением сопротивлений?
15. Каков порядок расчета разветвленной электрической цепи методом эквивалентного генератора?
16. В каких случаях следует пользоваться для расчета электрических цепей методом эквивалентного генератора?
17. Как экспериментальным путем найти значение внутреннего сопротивления источника?

18. С какими знаками обозначают ЭДС и напряжения при составлении уравнений по второму закону Кирхгофа?

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электротехника / Под ред. В.С.Пантюшина. - М.: Высш.шк., 1976. - С. 10-39, 47-49, 67-70.

2. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н. ~~Общая~~ электротехника. - М.: Высш.шк, 1974. - С. 5-12, 14-16, 24, 31, 40-42.

3. Касаткин А.С., Немцов М.Н. Электротехника. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - С. 7-26, 35-37.

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ "ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА"  
ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ"

для студентов химических специальностей  
дневной и вечерней форм обучения

Составители БОГДАНОВ Дмитрий Федорович  
СОКОЛОВА Лариса Филипповна

*отсканировал и преобразовал в DjVu*  
*Александр Богомаз*  
*albom85@yandex.ru    <http://albom85.narod.ru>*

Ответственный за выпуск А.М.Капустян

Редактор С.И.Божко  
Технический редактор Т.Ф.Рыжикова  
Корректор Т.Г.Попова

План 1989, поз.160

Подп.к печ. 08.02.89. Формат 60х84 1/16. Бумага тип. №2.  
Печать офсетная. Усл.печ.л.0,69. Усл.кр.-отт. 0,92.Уч.-изд.л.0,37  
Изд.№ 684. Тираж 500 экз. Зак.№ 391. Бесплатно.

---

ХПИ. 310002, Харьков, ул.Фрунзе, 21.

---

Харьковское межвузовское полиграфическое предприятие.  
310093, Харьков, ул.Свердлова, 115.

