



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 РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (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 РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ЭЛЕКТРОНИКИ)"
для студентов И, О, Н факультетов

Харьков ХПИ 1967

Утверждено редакционно-издательским советом института,
протокол № I от 09.04.86.

Методические указания к лабораторной работе "Исследование цепей
постоянного тока" по курсу "Электротехника и основы радиовлектро-
ники (электроники)" для студентов И, О и Н факультетов / Сост.
В.Д.Приходько, Е.Я. Чепя. - Харьков: ХПИ, 1987. - 12 с.

Кафедра радиовэлектроники

Рецензент Н.П.Маглеванный, доц.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепление теоретических знаний по разделу "Цепи постоянного тока"; получение практических навыков электрических измерений в цепях постоянного тока, обработки и анализа экспериментальных данных.

Работа позволяет экспериментально убедиться в справедливости законов Ома, Кирхгофа, теоремы об эквивалентном генераторе, снять внешние характеристики источников электрической энергии.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Схема лабораторного макета изображена на его горизонтальной панели и приведена в методических указаниях на рисунке. Макет включает в себя три источника электрической энергии постоянного тока (в дальнейшем – источник энергии) E с различными внутренними сопротивлениями R_{H1} , R_{H2} и R_{H3} , но одинаковыми значениями ЭДС, регулируемые ручкой "ЭДС".

Источники энергии I и II используются в схеме "А". Подключение того или иного источника энергии к ней выполняют переключателем $S1$ "Источник". Для упрощения чертежа схемы "А" на ней показан только один источник энергии с его внутренним сопротивлением R_H . Источник III применяется в схеме "Б".

Сопротивление нагрузки источника выполнено дискретно-переменным и изменяется с помощью переключателя $S4$ " R_H ". В одном из его положений сопротивление нагрузки отсутствует ($R_H = \infty$), что позволяет установить режим холостого хода источника энергии в схеме "А" и режим холостого хода делителя напряжения $R1$, $R2$ в схеме "Б". В схеме "Б" режим холостого хода источника энергии устанавливают размыканием контактов выключателя $S2$.

Выбор исследуемой схемы осуществляют переключателем $S3$ "Схема".

На макете расположен вольтметр постоянного тока $P1$ с пределом измерения 10 В. Вольтметр подключается к схеме гибкими проводниками с однополюсными вилками на конце с учетом знаков "+" и "-" на вольтметре и полярности измеряемого напряжения.

Питается макет от сети переменного тока напряжением 220 В и включается тумблером "Сеть" на передней панели.

3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к лабораторной работе необходимо:

1. Изучить по учебнику и конспекту лекций соответствующие разделы курса.

2. Начертить в лабораторном журнале схему "А", схему "Б" и таблицу результатов измерений и расчетов. На схеме "Б" проставить стрелками направления токов для узла "4" в соответствии с направлением ЭДС.

3. Вывести формулу для расчета внутреннего сопротивления $R_{\text{и}}$ источника энергии, применяя для схемы "А" 2-й закон Кирхгофа,

$$E = IR_{\text{и}} + U_{\text{и}},$$

используя закон Ома $I = \frac{U_{\text{и}}}{R_{\text{и}}}$ и условие $E = U_{\text{хх}}$

Здесь E - ЭДС источника энергии;

$U_{\text{хх}}$ - напряжение на выходе источника в режиме холостого хода, численно равно ЭДС;

$U_{\text{и}}$ - напряжение на нагрузке;

$R_{\text{и}}$ - сопротивление нагрузки.

4. Вывести формулу для расчета в схеме "Б" напряжения U_{4-0} делителя при подключенном к нему сопротивлении $R_{\text{и}}$

5. Вывести формулы для расчета ЭДС эквивалентного источника $E_{\text{э}}$ и его внутреннего сопротивления $R_{\text{иэ}}$, при замене на эквивалентный источник энергии части схемы "Б", предшествующей $R_{\text{и}}$

4. ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Определить внутреннее сопротивление и исследовать нагрузочную (внешнюю) характеристику источника энергии в схеме "А" (переключатель S_3 - вверх).

Для определения $R_{\text{и}}$ в соответствии с выведенной в домашнем задании формулой необходимо подключить к нагрузке источник энергии с внутренним сопротивлением $R_{\text{ии}}$ (переключатель S_1).

1.1. Установить некоторое $U_{\text{хх}}$ источника (удобно принять $U_{\text{хх}} = 10 \text{ В}$). Для этого необходимо:

поставить источник энергии в режим холостого хода, отключив

от него сопротивление нагрузки переключателем $S4$ ($R_H = \infty$);
подключить, соблюдая полярность, вольтметр $P1$ к точкам "2"
и "0" схемы;

установить ручкой "ЭДС" напряжение 10 В.

I.2. Установить какое-либо сопротивление нагрузки (например,
 $R_H = 200 \text{ Ом}$).

I.3. Измерить напряжение U_H

I.4. Вычислить значение R_H и записать в лабораторный
журнал.

I.5. Подключить к нагрузке схемы "А" второй источник энергии
(тумблер $S1$) и определить по той же методике его внутреннее со-
противление R_{H2}

I.6. Исследовать внешние характеристики источников $U_H = f(I_H)$
Для этого следует:

установить с помощью переключателя $S4$ рекомендованные в
таблице значения сопротивления нагрузки R_H ;

измерить для каждого из них напряжение U_H ;

рассчитать на основании закона Ома значения токов $I_H = \frac{U_H}{R_H}$;

рассчитать значение мощности, выделяемой на нагрузке $P_H = \frac{U_H^2}{R_H}$.
Опыт провести для источников I и II.

Результаты измерений и расчетов

		$R_H, \text{ Ом}$	∞	20	10	15	10	10	10	5	10	900	200	100	50	25	0
Источник I	$R_{H1} = \text{Ом}$	U_H															
		I_H															
		P_H															
Источник II	$R_{H2} = \text{Ом}$	U_H															
		I_H															
		P_H															

Результаты измерений и расчетов занести в таблицу, построить в одной координатной системе графики внешних характеристик источников энергии $U_H = f(I_H)$ и в другой координатной системе графики зависимостей $U_H = f(R_H)$, $I_H = f(R_H)$ и $P_H = f(R_H)$. Определить значение R_H при котором $P_H = P_{Hmax}$. Сравнить найденное значение P_{Hmax} с расчетным значением $P_{Hmax} = \frac{E^2}{4R_H}$.

Исследование сложной цепи постоянного тока

Опыт проводится на схеме "Б" и включает в себя экспериментальную проверку I-го закона Кирхгофа и теоремы об эквивалентном генераторе. Перед измерениями необходимо подключить схему "Б" к источнику (переключатель S3 - вниз), установить для источника режим холостого хода (выключатель S2 - влево) и установить значение ЭДС равным 10 В.

2. Экспериментально проверить I-й закон Кирхгофа для узла "4" схемы. Для этого необходимо:

2.1. Соединить выключателем S2 источник энергии со схемой;

2.2. Установить сопротивление нагрузки $R_H = 200 \text{ Ом}$;

2.3. Измерить напряжение U_{3-4} и U_{4-0} ;

2.4. Вычислить по найденным напряжениям и известным сопротивлениям токи в ветвях, используя закон Ома;

2.5. Записать для принятых в домашнем задании направлений токов и ЭДС уравнение I-го закона Кирхгофа для узла "4" и, используя результаты вычислений, убедиться в его справедливости.

3. Определить внутреннее сопротивление третьего источника энергии R_{H3} . Для этого:

3.1. Записать уравнение 2-го закона Кирхгофа для контура I-2-3-4-0-I;

3.2. Вычислить R_{H3} , используя результаты опыта пп.2.3 и 2.4 и известное значение ЭДС.

4. Исследовать схему делителя напряжения. Для этого:

4.1. Вычислить по выведенной в домашнем задании формуле $U_{R_H} = U_{4-0}$ для значения ЭДС, равного 10 В, $R_H = 200 \text{ Ом}$ и $R_{H3} = \infty$;

4.2. Измерить напряжение U_{4-0} при $R_H = 200 \text{ Ом}$ и $U_{4-0 \text{ хх}}$ при $R_H = \infty$ и сравнить их с расчетными;

4.3. Подобрать переключателем $S4$ такое наименьшее сопротивление нагрузки R_H , при котором U_{4-0} уменьшится по сравнению с $U_{4-0 \text{ хх}}$ не более чем на 10 %;

4.4. Вычислить максимальное отношение $R2/R_H$, при котором еще выполняется условие $U_{4-0} \geq 0,9 U_{4-0 \text{ хх}}$;

4.5. Измерить напряжение U_{3-4} , рассчитать ток через резистор $R1$ и сделать вывод о том, в каком соотношении должны находиться токи I_{R1} и I_H , чтобы $U_{4-0} \geq 0,9 U_{4-0 \text{ хх}}$

5. Экспериментально проверить теорему об эквивалентном генераторе. Для этого:

5.1. Установить сопротивление нагрузки $R_H = 910 \text{ Ом}$ и измерить напряжение на нагрузке U_{4-0} ;

5.2. Начертить для схемы "Б" схему замещения с источником ЭДС;

5.3. По формулам, выведенным в п.5 домашнего задания, вычислить для этой схемы замещения значения эквивалентной ЭДС E_j и эквивалентного внутреннего сопротивления R_{Hj} ;

5.4. Перейти на схему "А" (переключатель $S3$ – вверх), используя ее в качестве эквивалентной, выбрать тумблером $S1$ источник энергии, внутреннее сопротивление которого равнялось бы рассчитанному эквивалентному $R_H = R_{Hj}$;

5.5. Установить для источника энергии режим холостого хода и выставить по вольтметру значение ЭДС, равное рассчитанному эквивалентному $E = E_j$;

5.6. Установить переключателем $S4$ значение R_H при котором проводился эксперимент в схеме "Б" (см.п.5.1.).

5.7. Измерить напряжение $U_H = U_{2-0}$. Сравнить его с измеренным в п.5.2. Равенство их является подтверждением того, что схема "А" при значениях E_j и R_{Hj} является эквивалентной схеме "Б", т.е. может служить ее схемой замещения.

5. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Схемы исследуемых цепей.

2. Выводы формул, предусмотренные пп.3,4,5 домашнего задания по подготовке к лабораторной работе.

3. Экспериментальные и расчетные данные в соответствии с заданием к лабораторной работе.

4. Таблицу с экспериментальными данными и расчетными величинами.

5. Графики внешних характеристик источников энергии схемы "А", построенные в одной координатной системе.

6. Графики зависимостей $L_H = f(R_H)$, $I_H = f(R_H)$, $P_H = f(R_H)$, построенные в одной координатной системе.

7. Краткие выводы по полученным результатам.

Отчет оформляется каждым студентом индивидуально в журнале отчетов по лабораторным работам.

Экспериментальные и расчетные данные сопровождаются поясняющими надписями.

Графики строятся на миллиметровой бумаге в рациональном масштабе и вклеиваются в отчет.

6. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

I. 1. Дать определение понятий "ветвь", "узел", "источник ЭДС", "источник тока".

2. Определить понятие "падение напряжения". В чем его отличие от понятия "напряжение"?

3. Какими электрическими понятиями характеризуется любой источник электрической энергии?

4. Чем отличается реальный источник электрической энергии от идеального?

5. Какие бывают схемы замещения источника электрической энергии?

6. Когда реальный источник электрической энергии можно считать источником ЭДС и когда источником тока?

7. Какие должны быть выполнены условия, чтобы в электрической цепи протекал ток?

8. Объяснить, как возникает ток в цепи?

9. Определить понятие "внешняя характеристика" источника энергии, нарисовать внешнюю характеристику и объяснить ее ход.

10. Как выбирают положительные направления токов, как связаны с ними положительные направления напряжений?

II. Как экспериментально определить величину ЭДС источника энергии?

12. Как по экспериментальным данным вычислить величину внутреннего сопротивления источника электрической энергии?

13. Какие источники электрической энергии можно считать эквивалентными?

14. По отношению к чему рассматривается эквивалентность источников электрической энергии?

15. Как можно рассматривать предшествующую часть электрической цепи по отношению к последующей?

16. Какое условие передачи максимальной мощности от источника электрической энергии к нагрузке?

17. Какая электрическая величина остается неизменной при изменении сопротивления нагрузки у источника ЭДС и какая у источника тока? Ответ пояснить.

18. Сформулировать закон Ома для участка цепи, не содержащего ЭДС.

19. Нарисовать схему и получить выражение закона Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.

20. Сформулировать 1-й и 2-й законы Кирхгофа и написать их выражение для какой-либо конкретной цепи.

21. На конкретном простом примере показать методику использования законов Кирхгофа для расчета цепи.

22. Пересчитать и обосновать следствия из законов Кирхгофа.

23. Сформулировать теорему об эквивалентном генераторе. На простом примере показать методику ее применения.

24. На простом примере показать замену пассивного участка цепи эквивалентным сопротивлением.

25. На примере показать методику замены участка цепи по схеме "звезда" участком цепи по схеме "треугольник". В чем проявляется эквивалентность замены?

26. В чем состоит метод контурных токов? Какое его преимущество по сравнению с расчетом цепи по законам Кирхгофа?

27. На примере расчета простой цепи показать применение метода контурных токов.

28. Сформулировать принцип суперпозиции.

29. На примере простой схемы показать последовательность расчета с использованием принципа суперпозиции.

30. Можно ли применить метод суперпозиции для расчета цепи содержащей нелинейные сопротивления?

Л и т е р а т у р а

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высш.шк., 1978.
2. Касаткин Ю.С. Электротехника. – М.: Энергоиздат, 1963.

Методические указания к лабораторной работе "Исследование цепей постоянного тока" по курсу "Электротехника и основы радиотехники (электроники)" для студентов И, О и Н факультетов

Составители Вадим Дмитриевич Приходько
Евгений Яковлевич Чепа

Ответственный за выпуск В.П.Гетман

Редактор Т.В.Петрова
Технический редактор Т.Ф.Рыжикова
Корректоры Л.Г.Брежнева
Е.Б.Вланк
В.В.Макеева

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

Подл.к печ. 17.06.87. Формат 60x84¹/16. Бумага тип. Печать
офсетная. Усл.печ.л. 0,7. Уч.-изд.л. 0,44. Изд. № 846.
Тираж 800. Зак. № 2397. План 1987, поз.237. Бесплатно.

ХПИ. 310002, Харьков, ул.Фрунзе, 21.

Харьковский филиал Межвузовского полиграфического предприятия.
310093, Харьков, ул.Свердлова, 115.

Бесплатно

Зак. 2397