

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)  
Кафедра ТОЭ

ОТЧЕТ  
по лабораторной работе №1  
Тема: «Исследование линейных резистивных систем»

Студент гр. 2381

Комосский Е.А.

Студент гр. 2381

Кузнецов И.И.

Студент гр. 2381

Рыжиков И.С.

Преподаватель

Санкт-Петербург  
2024

## Цель работы

Экспериментальное исследование линейных разветвленных резистивных цепей с использованием методов наложения, эквивалентного источника и принципа взаимности.

## Приборы и материалы

- мультиметр;
- набор резисторов;
- соединительные провода.
- Схема для исследования, изображенная на рис. 1.

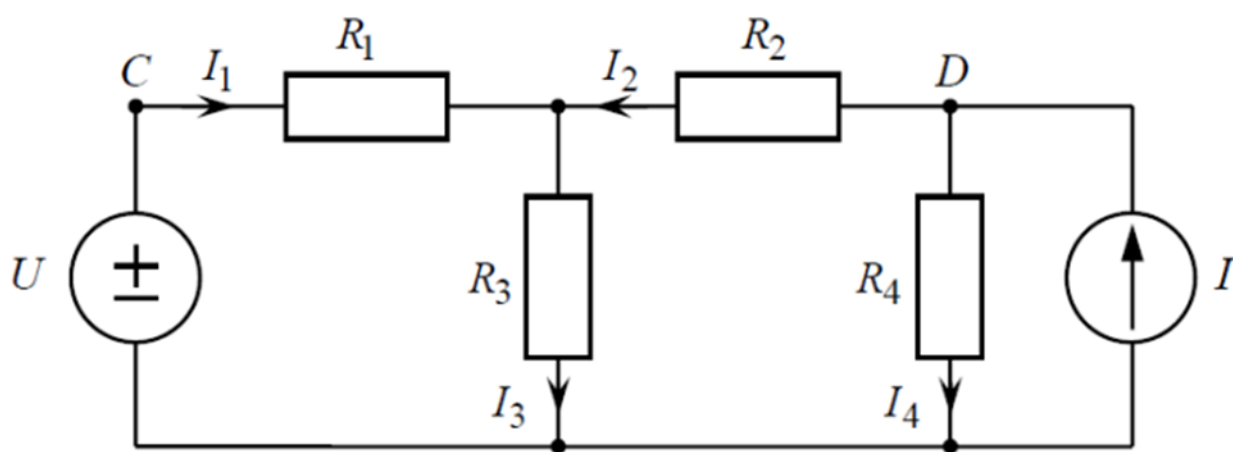


Рис. 1: Схема для исследования

$$R_1 = R_2 = 1,5 \text{ кОм}, R_3 = R_4 = 3 \text{ кОм}.$$

## Выполнение работы

### *Исследование цепи при питании её от двух источников*

Проверим результаты эксперимента, используя уравнения Кирхгофа. Для этого составим систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ I - I_2 - I_4 = 0 \\ U_1 + U_3 - U = 0 \end{cases}$$

Подставим в уравнения значения напряжений и токов:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0,206 + 0,274 - 0,475 = 0,005 \text{ (мА)} \\ I - I_2 - I_4 = 0,989 - 0,274 - 0,680 = 0,035 \text{ (мА)} \\ U_1 + U_3 - U = 0,31 + 1,57 - 1,92 = 0,04 \text{ (мВ)} \end{cases}$$

Учитывая погрешность измерений, можно сделать вывод, что результаты эксперимента совпадают с результатами, полученными с помощью уравнений Кирхгофа.

### *Определение токов методом наложения*

Токи в цепи можно определить методом наложения, а именно: ток в цепи равен алгебраической сумме токов, которые протекали бы в цепи при включении каждого источника по отдельности.

Чтобы определить это составим таблицу, в которой будут указаны токи:

Включены источники	$I_1$ , мА	$I_2$ , мА	$I_3$ , мА	$I_4$ , мА
$U$	0,528	−0,238	0,301	0,245
$I$	−0,358	0,534	0,138	0,475
$U, I$	0,170	0,296	0,475	0,720
$U, I$ (измерено)	0,206	0,274	0,439	0,680

*Определение тока в ветви с сопротивлением  $R_3$  методом эквивалентного источника напряжения*

По отношению к одной из ветвей линейную цепь с несколькими источниками можно представить одним эквивалентным ИН  $U_0$  с последовательно соединённым сопротивлением  $R_0$  (рис. 2).

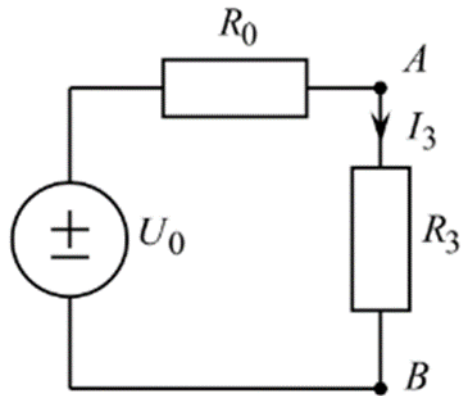


Рис. 2: Эквивалентная схема

Видно, что в данном случае

$$I_3 = \frac{U_0}{R_0 + R_3},$$

где  $U_0$  — напряжение между выводами  $A$  и  $B$  ветви 3 при обрыве в данных точках, а  $R_0$  — выходное сопротивление цепи со стороны рассматриваемой ветви при исключении источников в схеме (рис. 3).

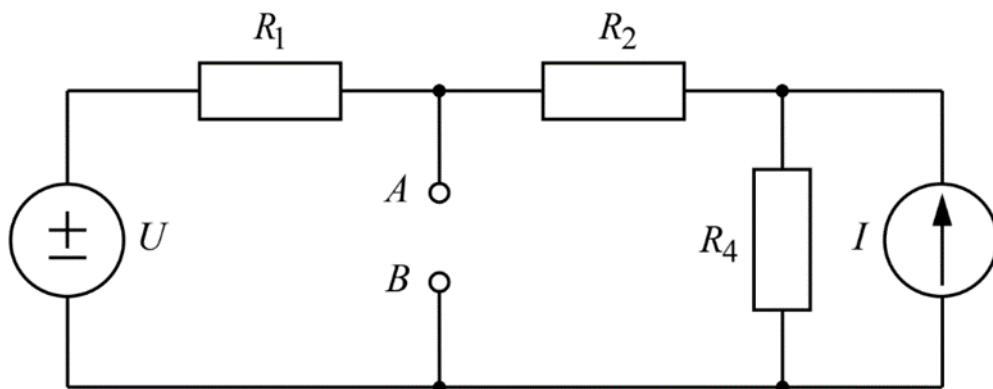


Рис. 3: Схема с исключенным сопротивлением  $R_3$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_4} = \frac{1}{1,5\text{кОм}} + \frac{1}{4,5\text{кОм}} = \frac{4}{4,5\text{кОм}} \Rightarrow \\ \Rightarrow R_0 = 1,125\text{кОм}$$

Теперь найдем  $I_3$ :

$$I_3 = \frac{U_0}{R_0 + R_3} = \frac{2,20\text{В}}{1,125\text{кОм} + 3\text{кОм}} = \frac{2,20\text{В}}{4,125\text{кОм}} = 0,533\text{мА}$$

Теоритический расчет показал, что ток в ветви с сопротивлением  $R_3$  равен 0,533 мА, что совпадает с результатами экспериментального определения тока (0,491 мА) в ветви с сопротивлением  $R_3$  с учётом погрешности.

#### *Экспериментальная проверка принципа взаимности*

Принцип взаимности можно сформулировать следующим образом:

Если источник напряжение (единственный в цепи), действуя в одной ветви линейной электрической цепи, вызывает ток в другой ветви, то тот же источник после его переноса во вторую ветвь вызовет в первой ветви такой же ток.

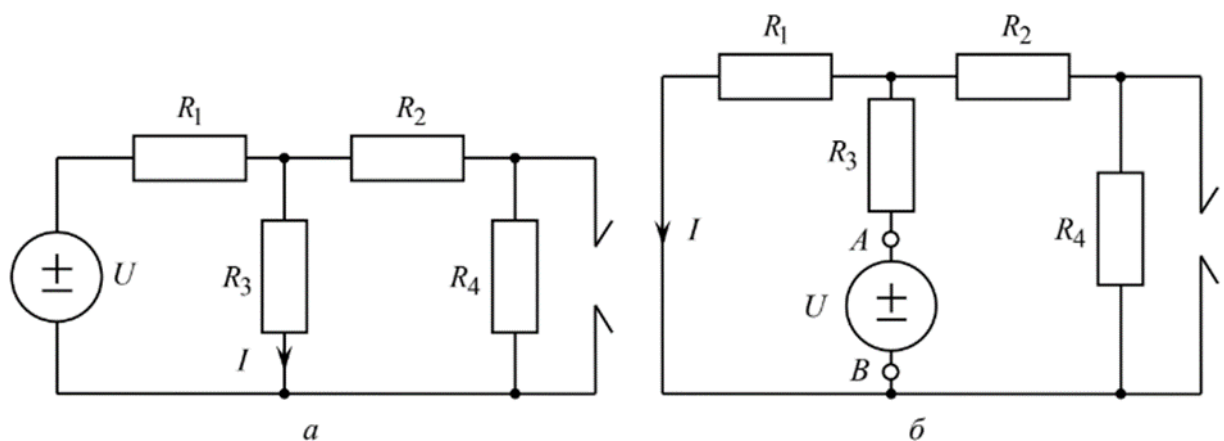


Рис. 4: Схема для проверки принципа взаимности

По результатам эксперимента  $I_3 = I'_1$ : 0,32 мА = 0,32 мА. Значит принцип подтверждается на практике.

## **Выводы**

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены основные методы анализа линейных электрических цепей: метод наложения, метод эквивалентного источника и принцип взаимности.

Были экспериментально проверены законы Кирхгофа, принцип суперпозиции, принцип эквивалентного источника и принцип взаимности.