

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Байконурский электrorадиотехнический техникум имени М.И. Неделина»  
(ГБ ПОУ «БЭРТТ»)

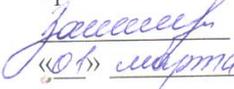
УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по учебной работе  
  
М.М. Иванова  
«16» марта 2021 г.

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине  
«Электротехника»

для специальности  
08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий»

Разработал преподаватель:  
Алимбаева М.Б.

г. Байконур  
2021 г.

РАССМОТРЕНО  
Председатель ПЦК  
специальности 08.02.09  
«Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий»  
 И.В. Зайнилова  
«01» марта 2021 г.

СОГЛАСОВАНО  
Методист

 С.Б. Сатенова  
«01» 08 2021 г.

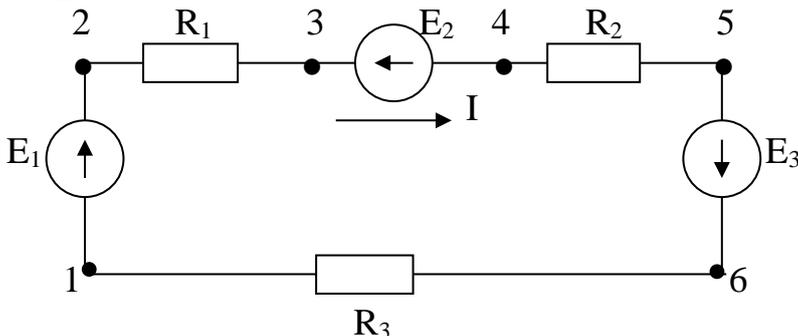
## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

**Наименование работы:** Исследование электрической цепи со смешанным соединением приемников электрической энергии.

**Цель работы:** Определение опытным и расчетным путем потенциалы точек в рассматриваемых электрических цепях и построить для них потенциальные диаграммы.

### Сведения из теории.

Рассмотрим схему с последовательным соединением нескольких источников энергии.



В рассматриваемой схеме ток направлен по часовой стрелке, обход контура совпадает с направлением тока. При обходе контура видно, что относительно направления обхода ЭДС источников  $E_1$  и  $E_3$  направлены одинаково, то есть согласно, а ЭДС источника  $E_2$  им навстречу. Согласно второго закона Кирхгофа:

$$E_1 - E_2 + E_3 = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$I = (E_1 - E_2 + E_3) / (R_1 + R_2 + R_3)$$

Ток в цепи определяется действием всех трех ЭДС и при заданных направлениях ЭДС и тока видно, что источники с ЭДС  $E_1$  и  $E_3$  вырабатывают энергию, а источник с ЭДС  $E_2$  ее потребляет.

$$E_1 I + E_3 I = E_2 I + I^2 R_1 + I^2 R_2 + I^2 R_3 - \text{уравнение баланса мощности.}$$

Сумма мощностей источников электрической энергии равна сумме мощностей приемников электрической энергии.

Рассмотрим изменение потенциала в электрической цепи. Принимаем потенциал точки один равным нулю. В схеме при переходе от точки один к точке два потенциал повышается на величину  $E_1$ , а при переходе от точки два к точке три снижается на величину  $U_1 = IR_1$ . При переходе от точки три к точке четыре потенциал понижается на величину  $E_2$  (так как источник с ЭДС  $E_2$  является потребителем). При переходе от точки четыре к точке пять потенциал понижается на величину  $U_2 = IR_2$ . При переходе от точки пять к точке шесть потенциал повышается на величину  $E_3$ . При переходе от точки шесть к точке один потенциал понижается на величину  $U_3 = IR_3$  до нуля.

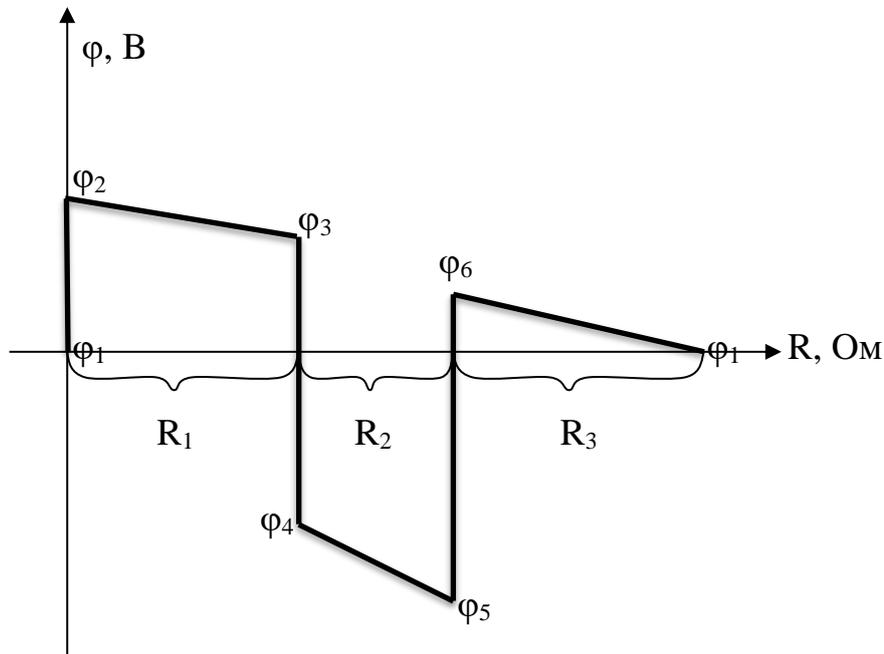
Изменение потенциала в электрической цепи можно наглядно изобразить графически в виде потенциальной диаграммы.

**Потенциальная диаграмма** представляет собой график изменения потенциала при обходе цепи, построенный в прямоугольной системе координат, на котором по оси абсцисс откладываются в определенном масштабе сопротивления участков цепи, а по оси ординат откладываются потенциалы соответствующих точек.

Потенциалы точек определяются по следующим формулам:

$$\varphi_1 = 0$$

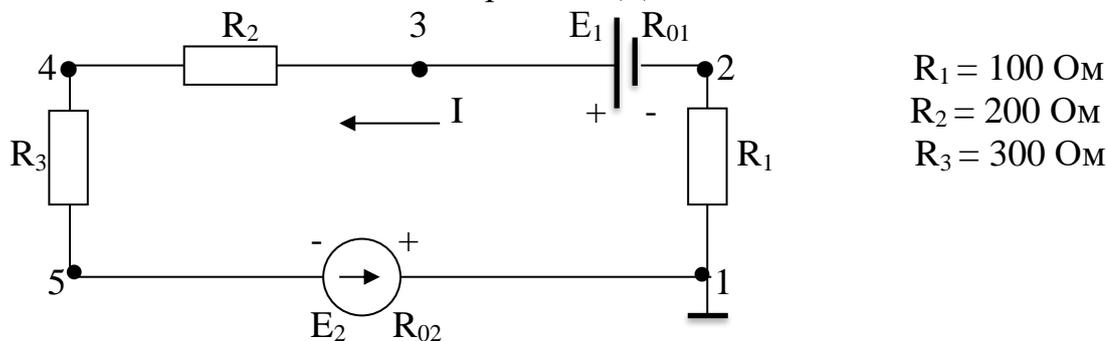
$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_1 + E_1, \text{ если учитывать внутреннее сопротивление источника } R_{01}, \text{ то} \\ \varphi_2 &= \varphi_1 + E_1 - IR_{01}, \text{ где } IR_{01} \text{ падение напряжения на внутреннем сопротивлении.} \\ \varphi_3 &= \varphi_2 - IR_1 \\ \varphi_4 &= \varphi_3 - E_2 \\ \varphi_5 &= \varphi_4 - IR_2 \\ \varphi_6 &= \varphi_5 + E_3 \\ \varphi_1 &= \varphi_6 - IR_3 \end{aligned}$$



- Приборы и оборудование:**
1. Лабораторный стенд
  2. Вольтметр универсальный В7-26

**Задание:**

1. В лабораторной работе необходимо исследовать неразветвленные цепи постоянного тока при согласном и встречном включении источников электрической энергии.
2. С помощью вольтметра В7-26 измерить значения ЭДС  $E_1$  и  $E_2$  источников электрической энергии.
3. Собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему с согласным включением источников энергии с ЭДС  $E_1$  и  $E_2$ .



$R_1 = 100 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 200 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 300 \text{ Ом}$

4. С помощью вольтметра В7-26 измерить значения падений напряжения на зажимах источников электрической энергии  $U_{E1}$ ,  $U_{E2}$  и на  $R_1$ .
5. Измерить потенциалы точек. Потенциал точки один принимаем равным нулю.
6. Результаты измерений занести в таблицу.

Измерить								
$E_1$	$E_2$	$U_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$\varphi_5$	$U_{E1}$	$U_{E2}$

В	В	В	В	В	В	В	В	В

Вычислить									
I	U <sub>01</sub>	U <sub>02</sub>	R <sub>01</sub>	R <sub>02</sub>	φ <sub>2</sub>	φ <sub>3</sub>	φ <sub>4</sub>	φ <sub>5</sub>	φ <sub>1</sub>
А	В	В	Ом	Ом	В	В	В	В	В

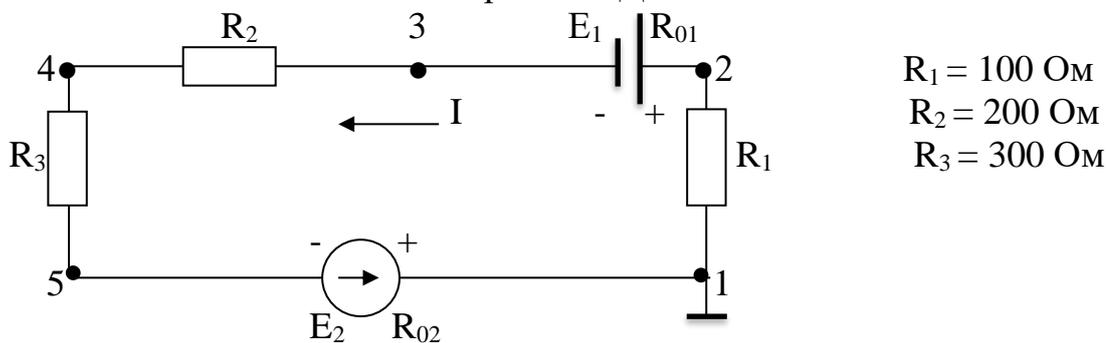
7. По следующим формулам произвести вычисления:

$$I_1 = U_1 / R_1 \quad U_{01} = E_1 - U_{E1} \quad U_{02} = E_2 - U_{E2} \quad R_{01} = U_{01} / I \quad R_{02} = U_{02} / I$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 - IR_1 \quad \varphi_3 = \varphi_2 + E_1 - IR_{01} \quad \varphi_4 = \varphi_3 - IR_2 \quad \varphi_5 = \varphi_4 - IR_3 \quad \varphi_1 = \varphi_5 + E_2 - IR_{02}$$

8. Построить в одной системе координат две потенциальные диаграммы: одну по измеренным потенциалам, а другую по вычисленным потенциалам.

9. Собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему с встречным включением источников энергии с ЭДС  $E_1$  и  $E_2$ .



$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 200 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 300 \text{ Ом}$$

10. С помощью вольтметра В7-26 измерить значения падений напряжения на зажимах источников электрической энергии  $U_{E1}$ ,  $U_{E2}$  и на  $R_1$ .

11. Измерить потенциалы точек. Потенциал точки один принимаем равным нулю.

12. Результаты измерений занести в таблицу.

Измерить								
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	φ <sub>3</sub>	φ <sub>4</sub>	φ <sub>5</sub>	U <sub>E1</sub>	U <sub>E2</sub>
В	В	В	В	В	В	В	В	В

Вычислить									
I	U <sub>01</sub>	U <sub>02</sub>	R <sub>01</sub>	R <sub>02</sub>	φ <sub>2</sub>	φ <sub>3</sub>	φ <sub>4</sub>	φ <sub>5</sub>	φ <sub>1</sub>
А	В	В	Ом	Ом	В	В	В	В	В

13. По следующим формулам произвести вычисления:

$$I_1 = U_1 / R_1 \quad U_{01} = E_1 - U_{E1} \quad U_{02} = E_2 - U_{E2} \quad R_{01} = U_{01} / I \quad R_{02} = U_{02} / I$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 - IR_1 \quad \varphi_3 = \varphi_2 - E_1 - IR_{01} \quad \varphi_4 = \varphi_3 - IR_2 \quad \varphi_5 = \varphi_4 - IR_3 \quad \varphi_1 = \varphi_5 + E_2 - IR_{02}$$

14. Построить в одной системе координат две потенциальные диаграммы: одну по измеренным потенциалам, а другую по вычисленным потенциалам.

15. Оформить отчет по проделанной работе.

16. Сделать соответствующие выводы по работе.

### Порядок выполнения работы.

1. С помощью вольтметра В7-26 измерить ЭДС источников.

2. В соответствии с принципиальной схемой собрать на лабораторном стенде электрическую цепь с согласным включением источников.

3. С помощью вольтметра В7-26 измерить значения падений напряжения на зажимах источников электрической энергии  $U_{E1}$ ,  $U_{E2}$  и на  $R_1$ .
4. Перед измерением потенциалов точек цепи необходимо определить направление тока в ней. Обход цепи при измерении потенциалов точек совместить с направлением тока.
5. При измерении потенциалов точек, один зажим вольтметра присоединить к точке один, другой – к точке, потенциал которой измеряется.
6. В соответствии с принципиальной схемой собрать на лабораторном стенде электрическую цепь с встречным включением источников.
7. С помощью вольтметра В7-26 измерить значения падений напряжения на зажимах источников электрической энергии  $U_{E1}$ ,  $U_{E2}$  и на  $R_1$ .
8. Аналогично повторить измерения потенциалов точек в рассматриваемой электрической цепи.
9. По окончании измерений – отключить источник питания, отключить измерительные приборы, разобрать электрическую цепь.

### **Содержание отчета.**

1. Цель работы.
2. Приборы и оборудование.
3. Принципиальные электрические схемы
4. Таблицы с результатами измерений и вычислений.
5. Формулы, необходимые для расчета.
6. Потенциальные диаграммы электрических цепей при согласном и встречном включении источников ЭДС.
7. Вывод по работе.

### **Контрольные вопросы.**

1. Что называется потенциальной диаграммой?
2. Что называется согласным включением источников электрической энергии?
3. Что называется встречным включением источников электрической энергии?
4. При каком включении источников, источник электрической энергии становится потребителем и какой?

### **Литература.**

1. Ф.Е.Евдокимов. Теоретические основы электротехники.- М.: Высшая школа, 2004. стр. 65-66.