

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.6

Закон Ома для неоднородного участка цепи

Ознакомьтесь с теорией в конспекте и учебниках: [1], гл. 12, § 100; [2], гл. 19, § 19.1. Запустите программу «Электричество и магнетизм». Выберите «Цепи постоянного тока». Нажмите вверху внутреннего окна кнопку с изображением страницы. Прочитайте краткие теоретические сведения. Составьте конспект. Если вы забыли, как работать с системой компьютерного моделирования, прочитайте ВВЕДЕНИЕ, с.5 еще раз.

Цель работы

- Знакомство с компьютерным моделированием цепей постоянного тока.
- Экспериментальное подтверждение закона Ома для неоднородного участка цепи.

Краткая теория

Определение величины (силы) тока

$$I = \frac{dq}{dt}.$$

Закон Ома для участка цепи: величина (сила) тока, текущего по однородному (в смысле отсутствия сторонних сил) металлическому проводнику, пропорциональна падению напряжения U на проводнике $I = \frac{1}{R}U$, где R - сопротивление проводника.

Резистором называется устройство, обладающее заданным постоянным сопротивлением.

Реостатом называется переменное сопротивление.

Напряжением на участке цепи 1-2 называется физическая величина, определяемая выражением

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + E_{12}.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + E_{12}}{R},$$

где φ_1 и φ_2 - потенциалы концов участка; E_{12} - ЭДС, действующая на данном участке цепи.

Применяя закон Ома для неоднородного участка цепи, необходимо помнить о правиле выбора знаков: *произведение IR следует брать со знаком «+», если направление обхода совпадает с направлением тока на этом участке, ЭДС E_{12} будет иметь знак «+», если её направление (от минуса к плюсу) совпадает с направлением обхода.* При этом надо иметь в виду, что вольтметр, подключённый к концам любого участка цепи, будет показывать разность потенциалов между точками подключения прибора, а направление отклонения стрелки прибора будет определяться параметрами внешней цепи.

Таким образом, закон Ома для полной цепи можно записать в виде

$$I(R + r) = \pm V + E_{12}. \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что при $I = 0$ вольтметр покажет ЭДС источника, включённого в данный участок цепи.

Методика и порядок измерений

В данной лабораторной работе изучается модель электрической цепи, содержащей на одном из своих участков источник электродвижущей силы (ЭДС). На этом участке, в зависимости от соотношений между параметрами цепи, разность потенциалов между его крайними точками может менять знак, переходя через 0.

Измерения

Соберите на экране опыта замкнутую цепь, показанную на рис. 1.

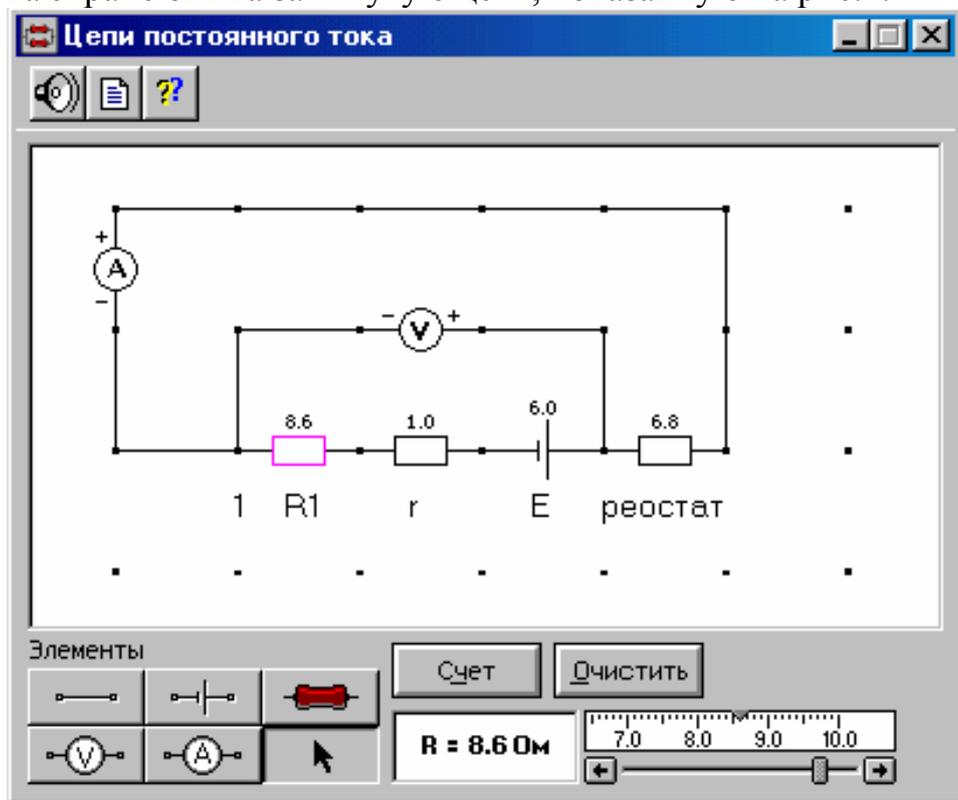


Рис. 1

Для этого сначала щелкните левой кнопкой мыши на кнопке ЭДС  в нижней части экрана. Переместите маркер мыши на рабочую часть экрана, где расположены точки. Щелкните левой кнопкой мыши в рабочей части экрана, где должен быть расположен источник ЭДС.

Разместите далее последовательно с источником резисторы, выполняющие функции его внутреннего сопротивления r и сопротивления неоднородного участка R_1 (нажав предварительно кнопку  в нижней части экрана), и амперметр (кнопка  там же). Затем расположите резистор нагрузки (реостат) и последовательно соединенный с ним амперметр. Над участком цепи расположите вольтметр , измеряющий разность потенциалов на этом неоднородном участке цепи.

Соедините все указанные приборы в замкнутую цепь. Для этого нажмите кнопку соединительного провода  внизу экрана, после чего переместите маркер мыши в рабочую зону схемы. Щелкайте левой кнопкой мыши в необходимых местах рабочей зоны и сформируйте замкнутую цепь, показанную на рис.1.

Установите заданные значения параметров для каждого прибора цепи. Для этого щелкните левой кнопкой мыши на кнопке со стрелкой . Затем щелкните на данном приборе. Подведите маркер мыши к движку появившегося регулятора, нажмите на левую кнопку мыши и, удерживая ее в нажатом состоянии, установите значения R_1 , r , E , указанные в табл. 1 для вашей бригады.

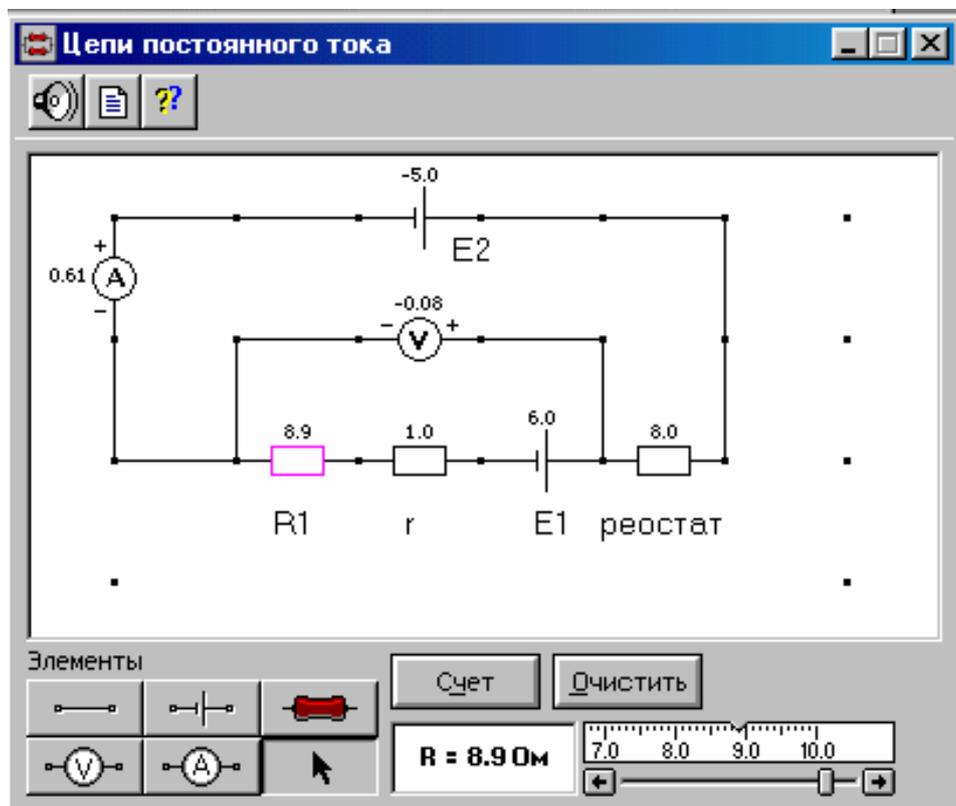


Рис. 2

Увеличивая сопротивление реостата R каждый раз на 1 Ом, повторите измерения силы тока и разности потенциалов по п.5 и внесите полученные данные в таблицу по форме 1.

Установите сопротивление реостата $R = 1$ Ом. Измерьте значения тока и разности потенциалов (щелкнув мышью по кнопке «Счет») и запишите их в таблицу по форме 1.

Включите в схему второй источник питания, как показано на рис. 2, и установите значение E_2 , соответствующее номеру вашей бригады.

Выполните на второй схеме все измерения пп. 5,6.

Значения ЭДС (E_1 и E_2), внутреннего сопротивления источника (r) и R_1

Табл. 1

Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8
$E_1, В$	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
$E_2, В$	-2,5	-3,5	-4,0	-3,5	-3,0	-4,5	-5,0	-5,5
$r, Ом$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
$R_1, Ом$	8,0	7,5	7,0	6,5	8,5	9,0	9,5	10,0

Результаты измерений

Форма 1

Номер измерения	$E_1 = \underline{\quad}$ $R_1 = \underline{\quad}$ $r = \underline{\quad}$			$E_1 = \underline{\quad}$ $E_2 = \underline{\quad}$ $R_1 = \underline{\quad}$ $r = \underline{\quad}$		
	$R,$ Ом	$U,$ В	$I,$ А	$R,$ Ом	$U,$ В	$I,$ А
1						
2						
...						
10						

Обработка результатов и оформление отчета

На одном графике покажите зависимость показаний вольтметра (ось ординат) от силы тока для первой и второй схем (ось абсцисс).

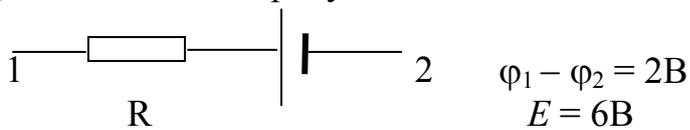
Экстраполируя оба графика до пересечения с осью ординат, определите по формуле (1) экспериментально установленное значение ЭДС (E_1) источника тока, включённого в неоднородный участок цепи, и сравните его с установочным значением.

По тангенсу наклона прямой к оси I определите полное сопротивление участка для двух схем и сравните его значение с установочным.

Рассчитайте погрешности измерений и запишите окончательный результат.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определения понятий: разность потенциалов, ЭДС источника тока, напряжение на участке цепи.
2. Что называется сторонней силой? Какова её природа?
3. Укажите правильное выражение закона Ома для неоднородного участка цепи, показанного на рисунке:



- 1) $IR = (\varphi_1 - \varphi_2) + E$; 2) $IR = (\varphi_1 - \varphi_2) - E$; 3) $IR = E - (\varphi_1 - \varphi_2)$;
- 4) $IR = E$; $= (\varphi_1 - \varphi_2)$.

4. Выведите Закон Ома в дифференциальной форме.
5. Что называется удельным сопротивлением проводника? От чего оно зависит?
6. Сформулируйте правила Кирхгофа для разветвлённых цепей.
7. Выведите формулы сопротивления последовательно и параллельно соединённых резисторов.
8. Сформулируйте закон Ома для полной цепи.
9. Объясните принцип действия экспериментальной установки. В чём принципиальная разница первого и второго варианта схем?