

ОТЧЕТ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №200

Задание 1 Знакомство с электроизмерительными приборами

Изучите шкалы электроизмерительных приборов, используемых в работе (амперметра и вольтметра). Заполните таблицу.

Характеристика прибора	Амперметр	Вольтметр
Прибор постоянного, переменного тока или комбинированный	Прибор постоянного тока	Прибор постоянного тока
Система (электромагнитная или магнитоэлектрическая)	Магнитоэлектрическая	Магнитоэлектрическая
Количество делений шкалы	50	30
Цена деления шкалы	5 мА	0,05 В
Класс точности	1,5	1,5
Наибольшая абсолютная погрешность Δ_{\max}	3,75 мА	0,0225 В
Приборная ошибка $\Delta \approx 0,5 \Delta_{\max}$	1,875 мА	0,01125 В
Сопротивление прибора	0,01 Ом	
Рабочее положение шкалы	Вертикальное	Вертикальное

Задание 2 Изучение лабораторной установки и выбор схемы для снятия вольтамперной характеристики (ВАХ)

Установка для определения сопротивления проводника показана на рисунке. В металлическом корпусе уже собраны две возможные схемы для определения сопротивления.



Рисунок 8 - Установка для определения сопротивления проводника

Исследуемый проводник – **участок** проволоки, находящийся между средним и нижним кронштейнами установки.

На лицевой панели располагаются:

- Кнопка «Сеть»;
- Кнопка «Мост»;

- Кнопка регулятор тока (в дальнейшем «Рег. тока») - позволяет изменять напряжение, подаваемое на исследуемый проводник, и, следовательно, ток в нем;

- Шкалы измерительных приборов – амперметра и вольтметра.

Перед включение установки в сеть убедитесь, что рукоятка «Рег. тока» повернута **до упора против часовой стрелки**.

1 Включите установку (включите шнур в розетку, нажмите кнопку «Сеть» - на лицевой панели загорается лампочка).

2 Нажмите кнопку «Мост».

3 Кнопка выбора схемы может находиться в любом положении

4 Подайте на исследуемый резистор произвольное напряжение. Снимите показания вольтметра и амперметра.

По показаниям приборов оцените сопротивление исследуемого куска проволоки

$$R_{изм} = \frac{U_{изм}}{I_{изм}} \cdot R_{изм} = \frac{0,3}{0,06} = 5$$

Оцените относительную погрешность сопротивления (смотри страницу 8 описания работы).

Для схемы 1 $\frac{R_{изм}}{R_V} =$

Для схемы 2 $\frac{R_A}{R_{изм}} =$

Сравните систематические погрешности сопротивления, которые дают схемы 1 и 2, сопоставьте их с инструментальной погрешностью измерительных приборов. Определите, какая из возможных схем определения сопротивления дает меньшую ошибку, обоснуйте свой выбор.

Задание 3 Снятие вольтамперной характеристики (ВАХ)

Вольтамперной характеристикой какого-либо элемента цепи называется зависимость силы тока от напряжения. Знание вольтамперной характеристики принципиально важно при расчете электрической цепи. Почему?

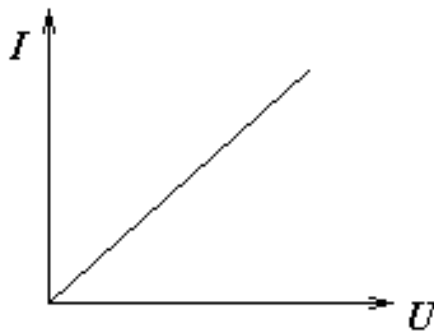


Рисунок 9 – ВАХ проводника

Если зависимость силы тока от напряжения выглядит так, как показано на рисунке 9, то говорят, что вольтамперная характеристика линейная. В этом случае сила тока в данном элементе цепи прямо пропорциональна приложенному к его концам напряжению. Прямая пропорциональность между током и напряжением – это не что иное, как закон Ома. Следовательно, **в случае прямой вольтамперной характеристики для участка цепи, содержащей данный элемент, можно использовать закон Ома.**

Если вольтамперная характеристика не является линейной, говорят, что «элемент нелинейный». При расчете цепи с нелинейным элементом **НЕЛЬЗЯ применять закон Ома к участку цепи, содержащей нелинейный элемент.** В этом случае используют законы последовательного и параллельного соединения и строят так называемую нагрузочную прямую.

Для снятия вольтамперной характеристики собирают схему, дающую наименьшую погрешность. Этот выбор Вами уже сделан ранее. **На лабораторной установке выставите кнопку выбора схемы в нужное положение.**

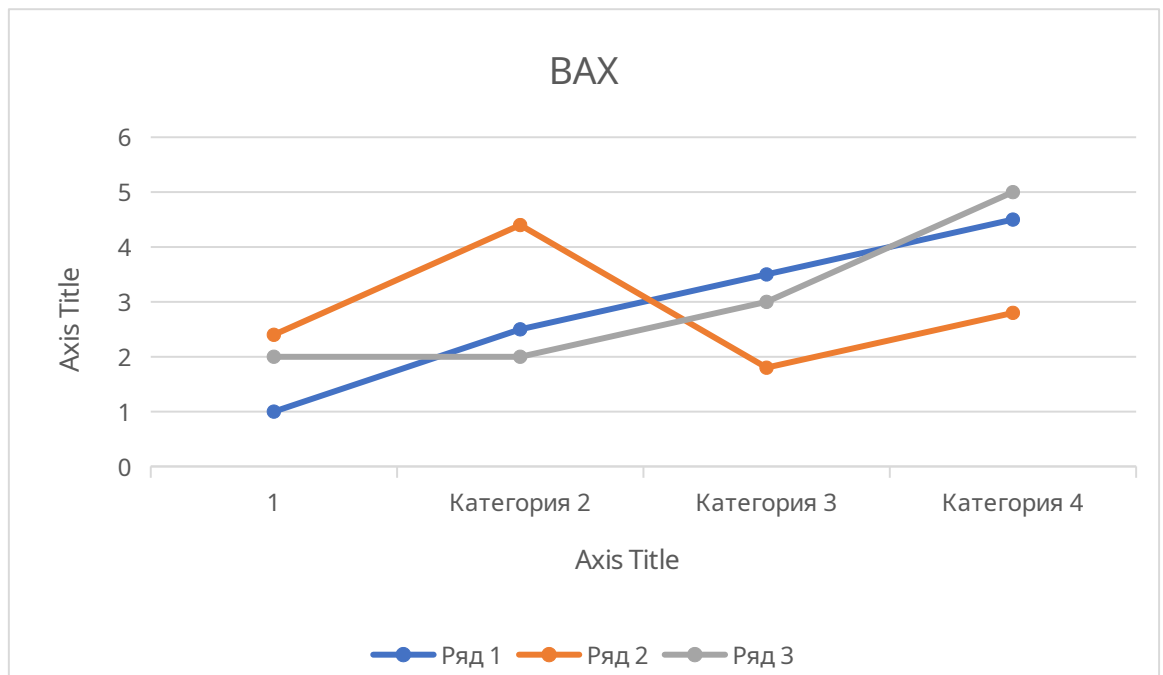
Приготовьте таблицу для снятия ВАХ.

Увеличиваем напряжение		Уменьшаем напряжение	
$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$
0,30	0,060	0,75	
0,35	0,070	0,65	
0,40	0,085	0,55	
0,45	0,100
0,5	0,120		
0,55	0,122		
0,60	0,135		
0,65	0,140		
0,70	0,155		
0,75	0,167		
0,80	0,175		
0,85	0,190		
0,90	0,195		

1 При помощи рукоятки «Рег. тока» увеличивайте напряжение, подаваемое на исследуемый резистор с шагом 0,1 В. Показания вольтметра и амперметра заносите в таблицу.

2 Проведите измерения в обратном направлении, уменьшая напряжение с шагом 0,1 В. Результаты измерений заносите в таблицу.

3 По результатам измерений постройте на миллиметровой бумаге вольтамперную характеристику резистора. Воспользуйтесь правилами построения графиков по экспериментальным точкам.



4 По виду ВАХ сделайте вывод, является ли исследуемый проводник линейным или нелинейным элементом. Возможно ли применение закона Ома к участку цепи, содержащему данный проводник?

5 По вольтамперной характеристике резистора определите его сопротивление и рассчитайте погрешность определения сопротивления резистора:

Шаг 1 Находим среднее значение R как угловой коэффициент

вольтамперной характеристики: $R_{cp} = \frac{U}{I}$, где U и I - значения тока и напряжения, взятые на прямой в некоторой точке у ее конца.

Шаг 2 Относительную погрешность R_{cp} оцениваем по формуле:

$$\varepsilon_R = \frac{\Delta R}{R_{cp}} = \sqrt{\varepsilon_U^2 + \varepsilon_I^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2}.$$

Шаг 3 Значения приборных ошибок ΔI и ΔU определены по классу точности приборов (смотри таблицу в задании № 1).

Шаг 4 Рассчитываем абсолютную погрешность измерения R_{cp} :

$$\Delta R = \varepsilon_R \cdot R_{cp}.$$

- Записываем окончательный результат в виде:

$$R = R_{cp} \pm \Delta R.$$

Контрольные вопросы

- 1 Что называют классом точности прибора. Что он позволяет определить?

Класс точности показывает относительную погрешность измерения (в процентах) при отбросе стрелки прибора на всю шкалу.

Важно помнить, что класс точности стрелочных электроизмерительных приборов определяет максимальную (предельную) абсолютную погрешность, **величина которой не меняется вдоль всей шкалы.**

- 2 Как определить приборную ошибку электроизмерительного прибора?

. Поэтому иногда допустимо абсолютную погрешность измерения принимать равной половине максимальной $\Delta \approx 0,5 \Delta_{\max}$.

- 3 Почему электрические измерения рекомендуется производить на второй половине шкалы?

Вернемся к нашему примеру с вольтметром. Показания прибора всегда будут записаны с одинаковой абсолютной погрешностью 0,1 В – это максимальная погрешность, рассчитанная по классу точности. Например:

$$U_1 = 1,2 \pm 0,1 \text{ В}$$

$$U_2 = 5,0 \pm 0,1 \text{ В}$$

$$U_3 = 8,6 \pm 0,1 \text{ В}$$

Видим, что при неизменности абсолютной погрешности, относительная погрешность резко меняется при снятии показаний с разных участков шкалы:

$$\varepsilon_1 = \frac{0,1}{1,2} \approx 0,08 \quad (8\%)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{0,1}{5,0} \approx 0,02 \quad (2\%)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{0,1}{8,6} \approx 0,012 \quad (1,2\%)$$

Видим, что качество измерения существенно улучшается при работе на второй половине шкалы. Отсюда следует **рекомендация: выбирать прибор** (или шкалу многопредельного прибора) **так, чтобы стрелка при измерениях всегда находилась на второй половине шкалы.**

4 В чем причина систематической ошибки, даваемой различными схемами, при определении сопротивления ?

возникающей из-за упрощения расчетной формулы

5 Какую схему соединения приборов следует выбрать, если сопротивление исследуемого участка цепи много меньше внутреннего сопротивления вольтметра?

Рассмотрим пример 1: Пусть $R \approx 5 \text{ Ом}$, $R_V = 500 \text{ Ом}$, $R_A = 1 \text{ Ом}$.

Оценим по формулам (1) и (2) величины поправок при измерении сопротивления R :

Для схемы 1 $\frac{R}{R_V} = \frac{5}{500} = 0,01$, то есть поправка составляет 1 %.

Для схемы 2 $\frac{R_A}{R} = \frac{1}{5} = 0,20$, то есть поправка составляет 20 %.

Вывод: для измерения небольших сопротивлений меньшую ошибку дает схема 1, схемой 2 в этом случае никто не пользуется.

6 Какую схему соединения приборов следует выбрать, если сопротивление исследуемого участка цепи сопоставимо с внутренним сопротивлением вольтметра?

Пример 2: Пусть $R \approx 100 \text{ Ом}$, $R_V = 500 \text{ Ом}$, $R_A = 1 \text{ Ом}$.

Для схемы 1 $\frac{R}{R_V} = \frac{100}{500} = 0,20$, то есть поправка составляет 20 %.

Для схемы 2 $\frac{R_A}{R} = \frac{1}{100} = 0,01$, то есть поправка составляет 1 %.

Вывод: Если сопротивление вольтметра сопоставимо с величиной сопротивления исследуемого резистора, то измерения производят по схеме 2 – она даст меньшую ошибку.

7 Что называют вольтамперной характеристикой?

Вольтамперной характеристикой какого-либо элемента цепи называется зависимость силы тока от напряжения. Знание вольтамперной характеристики принципиально важно при расчете электрической цепи.

8 Для каких элементов цепи можно применять закон Ома?

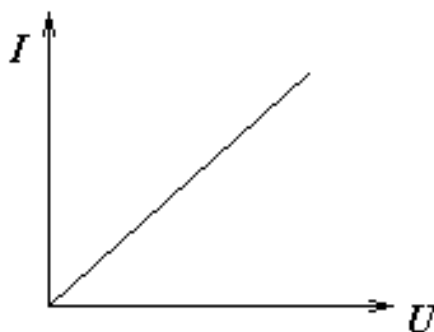


Рисунок 9 – ВАХ проводника

Если зависимость силы тока от напряжения выглядит так, как показано на рисунке 9, то говорят, что вольтамперная характеристика линейная. В этом случае

сила тока в данном элементе цепи прямо пропорциональна приложенному к его концам напряжению. Прямая пропорциональность между током и напряжением – это не что иное, как закон Ома. Следовательно, **в случае прямой вольтамперной характеристики для участка цепи, содержащей данный элемент, можно использовать закон Ома.**

9 Как рассчитать сопротивление проводника по его ВАХ?

10 Как оценить ошибку расчета сопротивления по ВАХ?