

**Особенности проведения  
лабораторных работ  
в курсе физики  
основной и старшей школы  
(Занятие 1)**

Альбина Александровна Булатова

По материалам УМК

Л. Э. Генденштейна, А. А. Булатовой,  
И. Н. Корнильева, А. В. Кошкиной



7

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

1



7

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

2



8

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

1



8

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

2



9

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

1



9

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

2



УМК «Физика» 7–9 классы,  
10–11 классы (базовый и углублённый уровни)  
Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова,  
И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина  
Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

10

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

1

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



10

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

2

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



11

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

1

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



11

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

2

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



10

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ



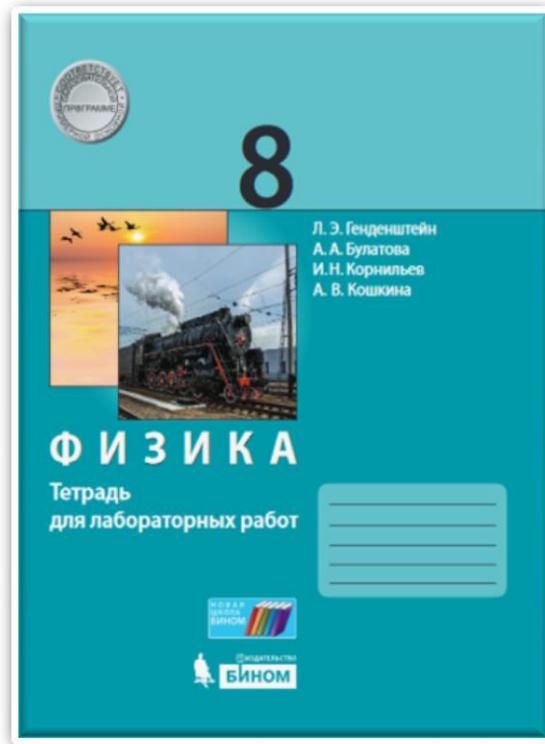
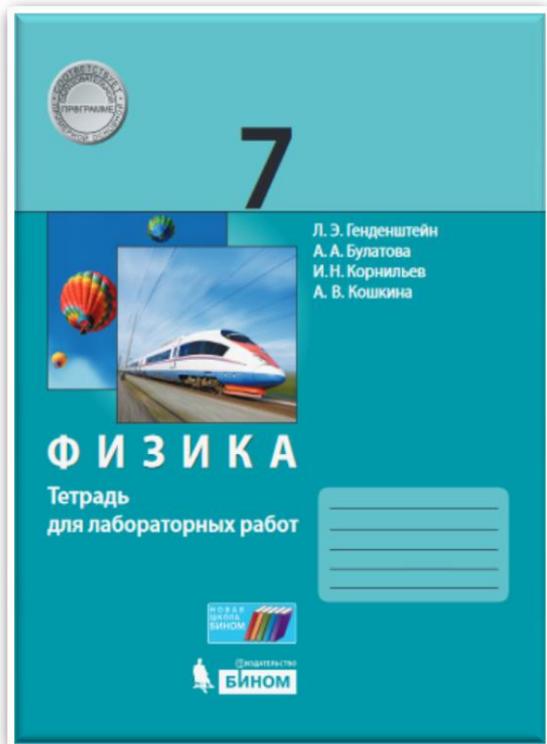
11

Л. Э. Генденштейн  
А. А. Булатова  
И. Н. Корнильев  
А. В. Кошкина

ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ





**Готовятся к печати тетради для лабораторных работ для 10 и 11 классов**

# Глава «Постоянный электрический ток»

## 8 класс

- 1) Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения
- 2) Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления
- 3) Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен
- 4) Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания
- 5) Изучение последовательного соединения проводников
- 6) Изучение параллельного соединения проводников
- 7) Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия электрического тока и нахождение КПД электрического нагревателя

# Глава «Постоянный электрический ток»

## 10 класс

1) Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания

2) Мощность тока в проводниках при последовательном и параллельном соединении

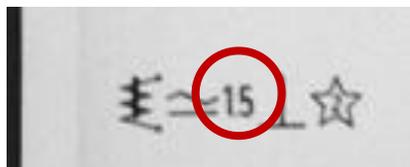
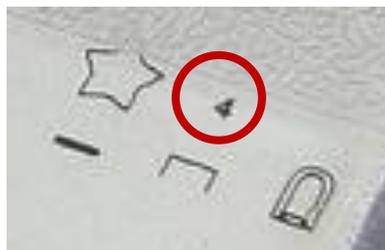
3) Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

# Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе



# Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе

## Класс точности

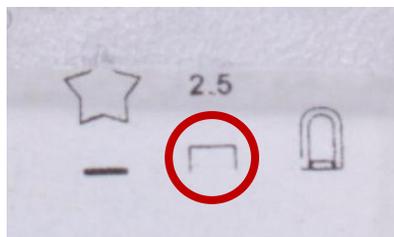
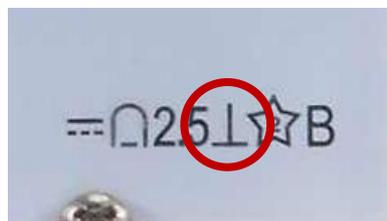
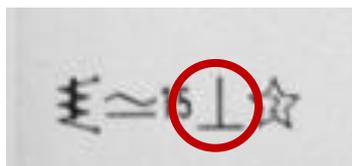


Нужен для расчёта абсолютной погрешности прибора (инструментальной погрешности)

$$\Delta_{\text{прибора}} = \frac{\gamma \cdot \text{Предел измерения прибора}}{100}$$

# Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе

Положение шкалы прибора  
(вертикальное или горизонтальное)

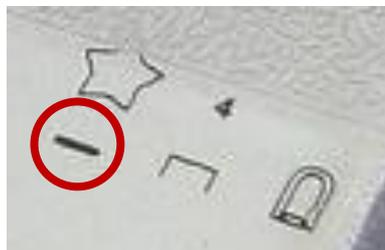
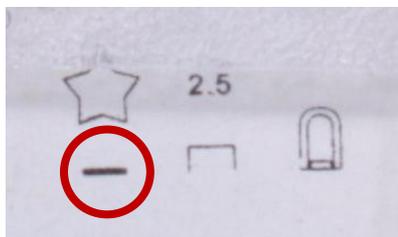


Положение шкалы прибора  
под углом к горизонту



# Посмотрим на условные обозначения на электроизмерительном приборе

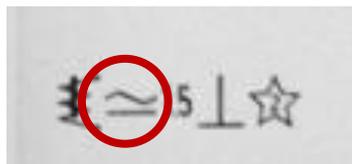
## Измерение постоянного тока



## Измерение переменного тока



## Измерение постоянного и переменного тока



# Условные обозначения на шкалах электроизмерительных приборов

магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой		горизонтальное положение шкалы	
магнитоэлектрический прибор с подвижным магнитом		вертикальное положение шкалы	
электромагнитный прибор		наклонное положение шкалы под определенным углом к горизонту, например 60°	
электродинамический прибор		направление ориентировки прибора в земном магнитном поле	
ферродинамический прибор		класс точности при нормировании погрешности в процентах от диапазона измерения	2
индукционный прибор		класс точности при нормировании погрешности в процентах от длины шкалы	
магнитоиндукционный прибор		измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением 2 кВ	
электростатический прибор		нормальное (номинальное) значение частоты	500 Hz
термоэлектрический прибор с изолированным преобразователем и магнитоэлектрическим измерительным механизмом		измерение постоянного тока	—
выпрямительный прибор с магнитоэлектрическим измерительным механизмом		измерение переменного тока	
защита от внешних магнитных полей		измерение постоянного и переменного тока	
защита от внешних электростатических полей			

## Погрешности измерений

В основной школе погрешности **прямых измерений** учитель сообщает ученикам перед проведением лабораторной работы. Задача ученика — записать результаты прямых измерений с указанием погрешностей.

При выполнении лабораторной работы на ГИА-9, если ученик записывает результаты прямых измерений без учёта погрешностей, это задание оценивается в «0» баллов.

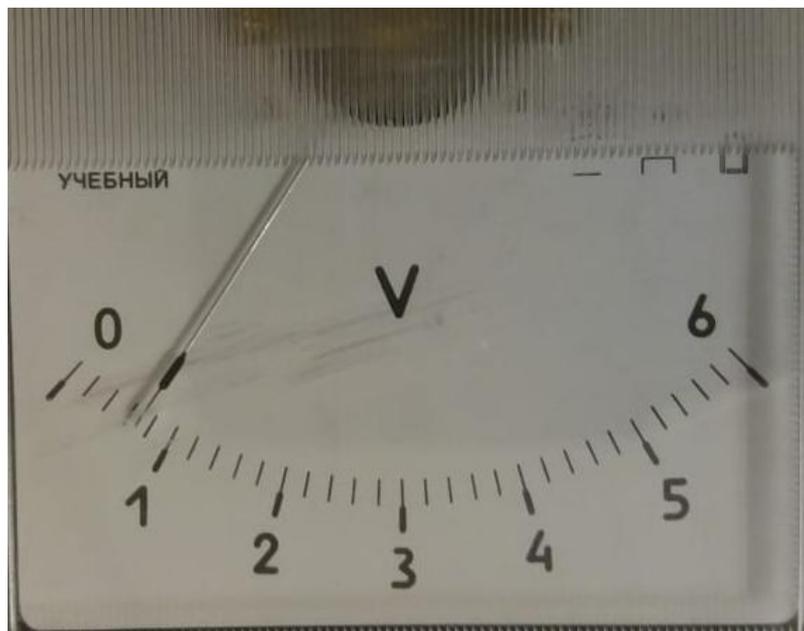
# Запись результатов прямых измерений с учётом погрешности



В какой строке результат измерения напряжения записан правильно?

- 1)  $U = (5 \pm 0,2) \text{ В}$
- 2)  $U = (5,0 \pm 0,2) \text{ В}$
- 3)  $U = (5,0 \pm 0,1) \text{ В}$
- 4)  $U = (2,5 \pm 0,1) \text{ В}$
- 5)  $U = (2,5 \pm 0,2) \text{ В}$

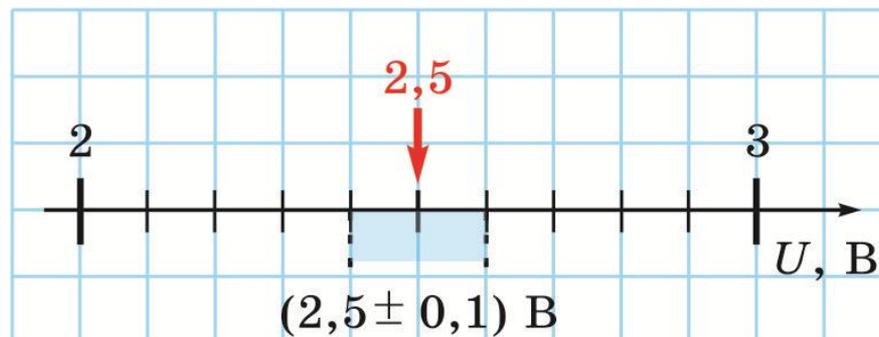
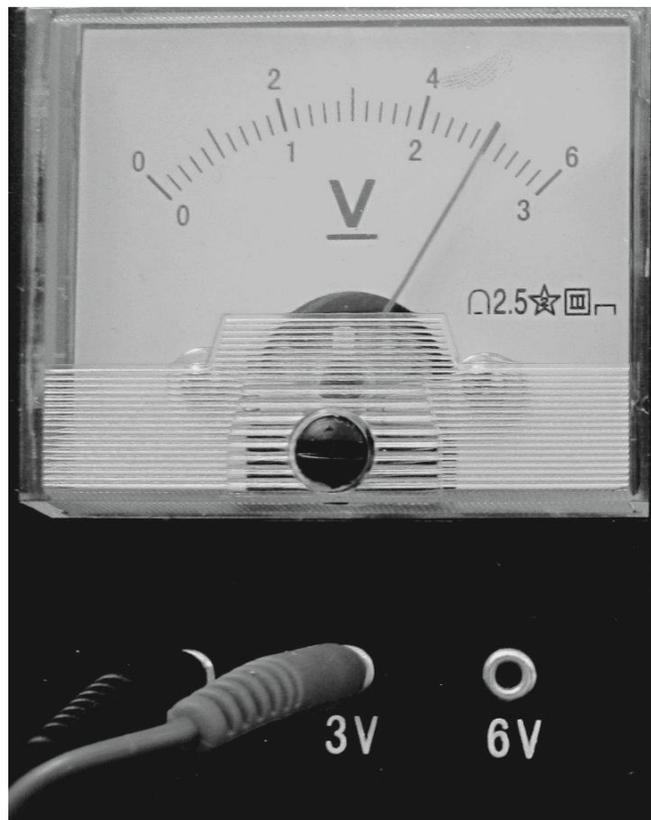
## Запись результатов прямых измерений с учётом погрешности



Чему равно напряжение, измеренное с помощью вольтметра, изображённого на рисунке (с учётом погрешности измерения)?

# Погрешности измерений

Результаты измерений учим откладывать на числовых осях.



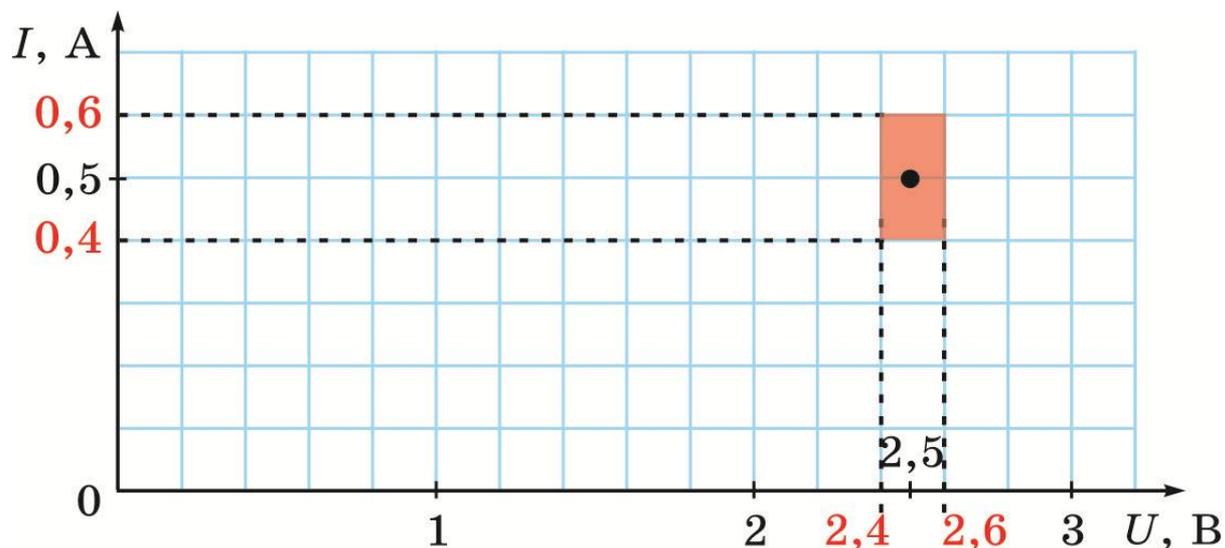
# Погрешности измерений

Учим наносить результаты измерения на координатную плоскость с учётом погрешностей.



$$U = (2,5 \pm 0,1) \text{ В}$$

$$I = (0,5 \pm 0,1) \text{ В}$$



# Погрешности измерений

В средней школе погрешности, как **прямых**, так и **косвенных измерений** ученики рассчитывают сами.

Для оценки погрешностей косвенных измерений можно использовать *метод границ*. В этом случае с помощью формулы, по которой вычисляют величину  $A$ , находят её минимальное значение  $A_{\min}$  и максимальное значение  $A_{\max}$  с учётом погрешностей измерений всех

величин. Тогда абсолютная погрешность измерения  $\Delta A = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{2}$ ,

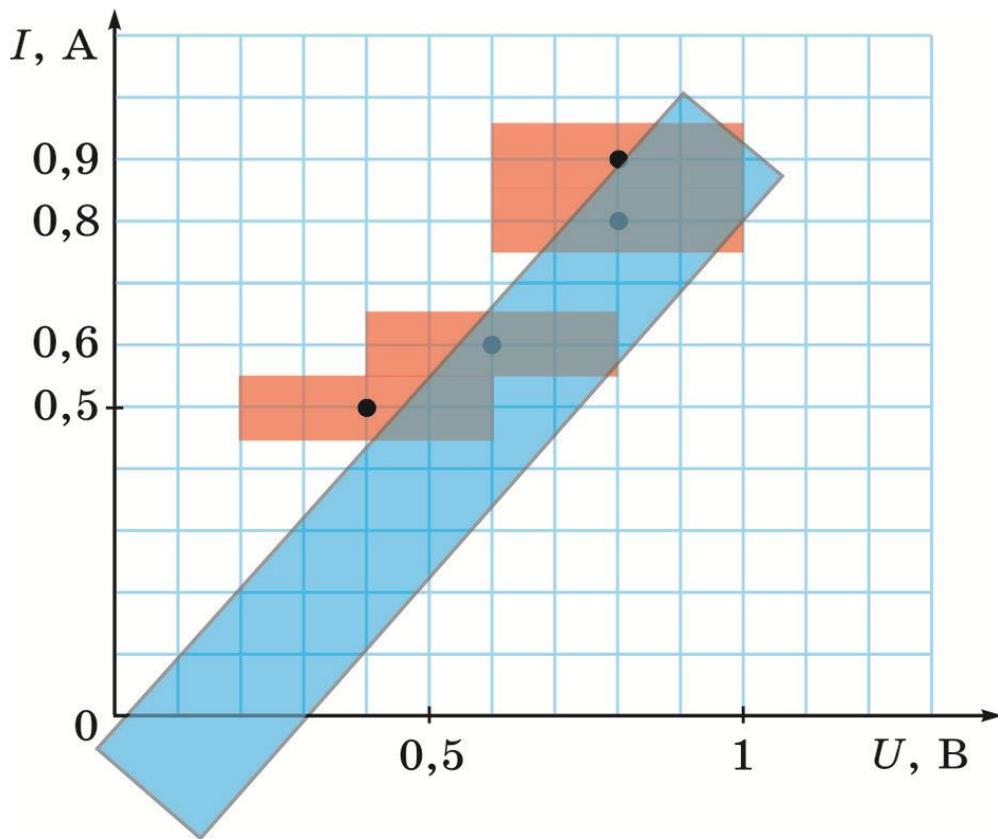
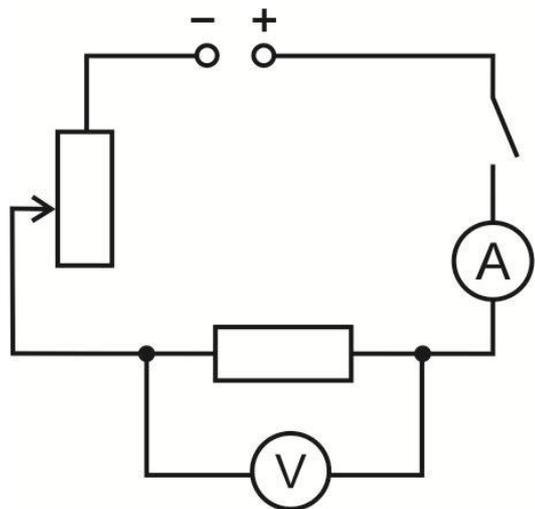
а среднее значение  $A_{\text{ср}} = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$ .

Подробнее о расчёте погрешностей измерений см. в учебниках 7 — 11 класс.

<https://www.youtube.com/watch?v=3OUVXTb3hnk&feature=youtu.be>

# Лабораторная работа «Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления» (8 класс)

<b><math>I, \text{A}</math></b>	$0,50 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,05$	$0,80 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,05$
<b><math>U, \text{B}</math></b>	$0,4 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$



При обучении расчёту погрешностей косвенных измерений в 10 классе полезно вернуться к данному эксперименту

<b><math>I, \text{ A}</math></b>	$0,50 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,05$	$0,80 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,05$
<b><math>U, \text{ B}</math></b>	$0,4 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R_{\max} = \frac{U_{\max}}{I_{\min}} = \frac{1,0 \text{ B}}{0,75 \text{ A}} = 1,33 \text{ Ом}$$

$$R_{\min} = \frac{U_{\min}}{I_{\max}} = \frac{0,6 \text{ B}}{0,85 \text{ A}} = 0,71 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{cp}} = \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2} = \frac{1,33 + 0,71}{2} = 1,0 \text{ Ом}$$

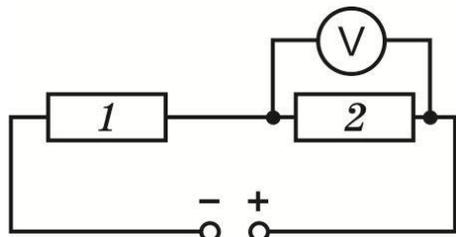
$$\Delta R_{\text{cp}} = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{2} = \frac{1,33 - 0,71}{2} = 0,3 \text{ Ом}$$

$$R = (1,0 \pm 0,3) \text{ Ом},$$

$$\varepsilon_R = \frac{\Delta R_{\text{cp}}}{R_{\text{cp}}} \cdot 100\% = 30\%$$

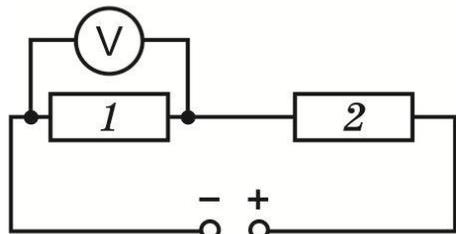
# Лабораторная работа

## «Изучение последовательного соединения проводников» (8 класс)



$$U_1 = (2,8 \pm 0,2) \text{ В};$$

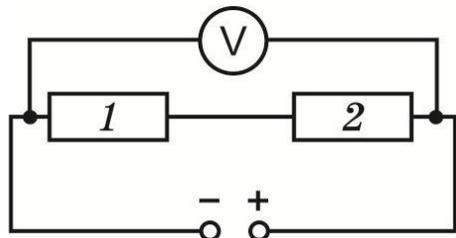
$$U_2 = (2,6 \pm 0,2) \text{ В};$$



$$U_{\text{изм}} = (5,4 \pm 0,2) \text{ В}$$

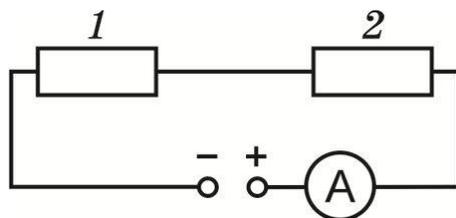
$$U_{\text{расч}} = (5,4 \pm 0,4) \text{ В}$$

$$I = (0,3 \pm 0,1) \text{ А}$$



$$R_1 = \frac{U_1}{I} = 9,3 \text{ Ом};$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = 8,7 \text{ Ом};$$



$$R = \frac{U_{\text{изм}}}{I} = 18 \text{ Ом}$$

$$\left. \begin{array}{l} U_1 = (2,8 \pm 0,2) \text{ В}; \\ U_2 = (2,6 \pm 0,2) \text{ В}; \\ U_{\text{изм}} = (5,4 \pm 0,2) \text{ В} \\ U_{\text{расч}} = (5,4 \pm 0,4) \text{ В} \end{array} \right\} \Rightarrow U = U_1 + U_2$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = \frac{U_1}{I} = 9,3 \text{ Ом}; \\ R_2 = \frac{U_2}{I} = 8,7 \text{ Ом}; \\ R = \frac{U_{\text{изм}}}{I} = 18 \text{ Ом} \end{array} \right\} \Rightarrow R = R_1 + R_2$$

## Лабораторная работа «Изучение последовательного соединения проводников» (8 класс)

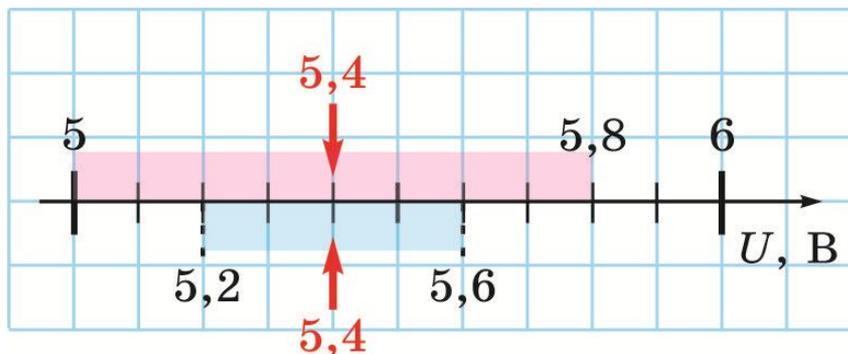
$$U_1 = (2,8 \pm 0,2) \text{ В};$$

$$U_2 = (2,6 \pm 0,2) \text{ В};$$

$$U_{\text{изм}} = (5,4 \pm 0,2) \text{ В}$$

$$U_{\text{расч}} = (5,4 \pm 0,4) \text{ В}$$

Обратите внимание на то, что при проведении косвенных измерений, требующих сложения и вычитания, погрешности измерений *складываются* как при *сложении*, так и при *вычитании* измеренных значений.



При нанесении результатов измерений на числовую ось (с учётом погрешностей) видим, что интервалы значений  $U_{\text{расч}}$  и  $U_{\text{изм}}$  частично перекрываются. Следовательно опыт подтверждает, что  $U = U_1 + U_2$ .

## Лабораторная работа «Изучение параллельного соединения проводников» (8 класс)

$$I_1 = (0,25 \pm 0,05) \text{ A}$$

$$I_2 = (0,15 \pm 0,05) \text{ A}$$

$$I_{\text{изм}} = (0,30 \pm 0,05) \text{ A}$$

$$I_{\text{расч}} = (0,40 \pm 0,10) \text{ A}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = (0,25 \pm 0,05) \text{ A} \\ I_2 = (0,15 \pm 0,05) \text{ A} \\ I_{\text{изм}} = (0,30 \pm 0,05) \text{ A} \\ I_{\text{расч}} = (0,40 \pm 0,10) \text{ A} \end{array} \right\} \Rightarrow I = I_1 + I_2$$

$$U = (0,6 \pm 0,2) \text{ В}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = 2,4 \text{ Ом};$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = 4 \text{ Ом};$$

$$R = \frac{U_{\text{изм}}}{I} = 1,5 \text{ Ом}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = \frac{U_1}{I} = 2,4 \text{ Ом}; \\ R_2 = \frac{U_2}{I} = 4 \text{ Ом}; \\ R = \frac{U_{\text{изм}}}{I} = 1,5 \text{ Ом} \end{array} \right\} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

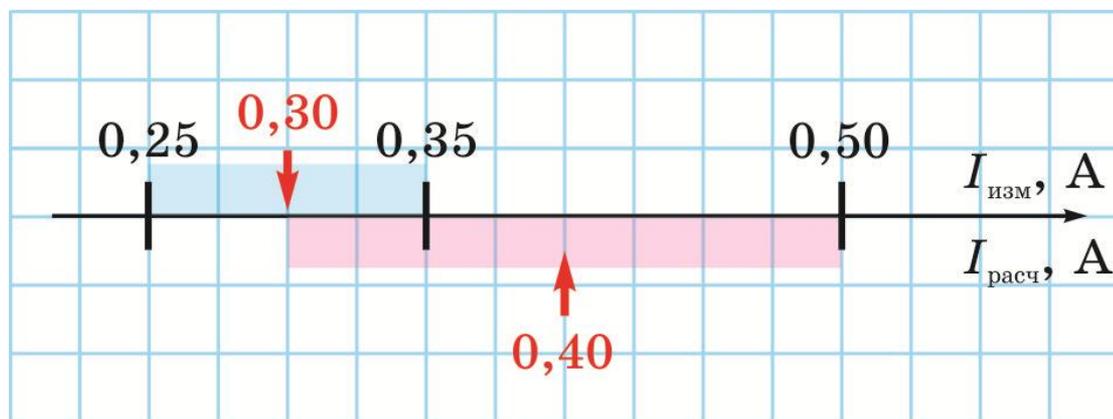
## Лабораторная работа «Изучение параллельного соединения проводников» (8 класс)

$$I_1 = (0,25 \pm 0,05) \text{ A}$$

$$I_2 = (0,15 \pm 0,05) \text{ A}$$

$$I_{\text{изм}} = (0,30 \pm 0,05) \text{ A}$$

$$I_{\text{расч}} = (0,40 \pm 0,10) \text{ A}$$



При нанесении результатов измерений на числовую ось (с учётом погрешностей) видим, что интервалы значений  $I_{\text{расч}}$  и  $I_{\text{изм}}$  частично перекрываются. Следовательно опыт подтверждает, что  $I = I_1 + I_2$ .

**Лабораторная работа**  
**«Мощность тока в проводниках**  
**при последовательном и параллельном**  
**соединении» (10 класс)**

**Последовательное соединение:**

$$P = I^2 R \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

**Мощность тока рассчитываем методом границ.**

**Параллельное соединение:**

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

**Мощность тока рассчитываем методом границ.**

# Лабораторная работа

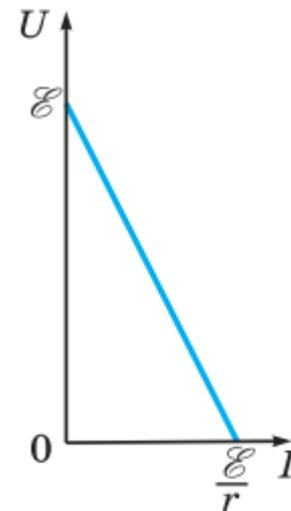
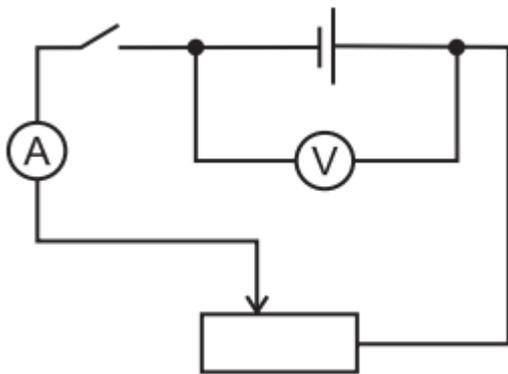
## «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» (10 класс)

### Содержание работы

Из закона Ома для полной цепи следует, что напряжение  $U$  на полюсах источника тока связано с ЭДС источника  $\mathcal{E}$ , силой тока в цепи  $I$  и внутренним сопротивлением источника  $r$  соотношением

$$U = \mathcal{E} - Ir.$$

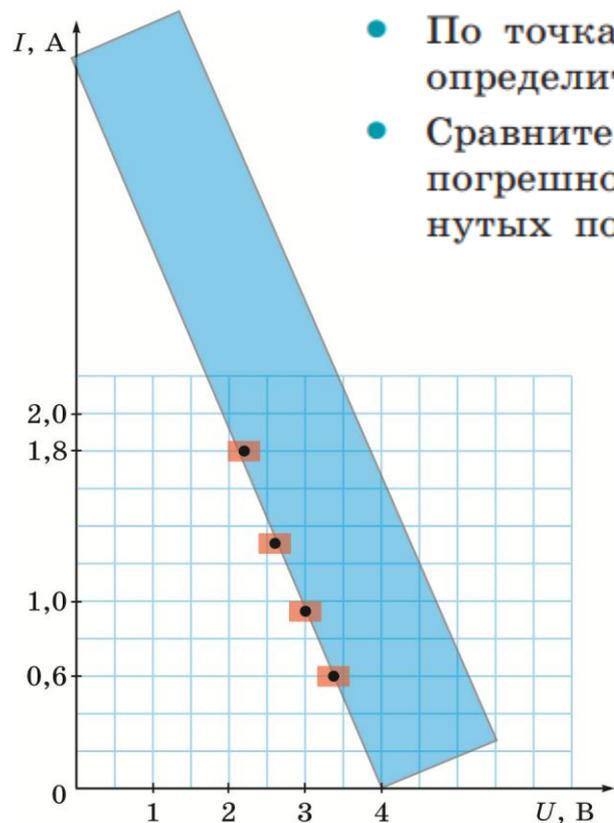
Отсюда следует, что график зависимости  $U(I)$  имеет вид, показанный на рисунке 6. Найдя точки пересечения графика с осями координат, можно определить значения  $\mathcal{E}$  и  $r$ .



# Лабораторная работа

## «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» (10 класс)

$I, \text{ A}$	$1,80 \pm 0,05$	$1,30 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,05$
$U, \text{ B}$	$2,4 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$



- По точкам пересечения проведённой прямой с осями координат определите значения  $\mathcal{E}$  и  $r$ . Запишите полученные результаты.
- Сравните полученное вами значение ЭДС источника (с учётом погрешностей измерений) с показанием вольтметра при разомкнутых полюсах источника. Сделайте соответствующий вывод.

$$U_{\text{разомкн}} = (4,0 \pm 0,2) \text{ В}$$

Вспомним о ЕГЭ:

$$\begin{cases} U_1 + I_1 r = \mathcal{E} \\ U_2 + I_2 r = \mathcal{E} \end{cases}$$

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## 1. Включение и выключение лампы из различных точек

*Цель: сконструировать электрические цепи, с помощью которых можно включать и выключать лампы накаливания из различных точек.*

1) Начертите схему электрической цепи, позволяющей включать и выключать лампочку, находящуюся в центре коридора, из любого его конца. Цепь может содержать лампочку с патроном, источник тока, два переключателя типа изображённого на рисунке 2, а также соединительные провода.

Соберите электрическую цепь по вашей схеме и проверьте её работу.



Рис. 2

Сайт  
«БИНОМ. Лаборатория  
знаний»  
lbz.ru

**Ждём Вас на наших вебинарах!**

**До новых встреч!**