

верните таким образом, чтобы точка (9) на его ручке находилась напротив отметки «2000m» в области 8 с маркировкой «DCV» (direct current volt — измерение постоянного напряжения). В этом диапазоне измеряемое напряжение должно быть не больше 2000 мВ, т. е. 2 В. Соедините наконечник красного щупа с положительным полюсом гальванического элемента, а наконечник черного щупа — с его отрицательным полюсом. На дисплее (7) должно появиться значение измеряемого напряжения в милливольтках.

Если измеряемое напряжение окажется меньше 200 мВ, поверните переключатель функций и диапазонов так, чтобы точка на его ручке находилась напротив отметки «200m» и повторите измерение с большей точностью. В этом диапазоне измеряемое напряжение должно быть не больше 200 мВ. Если измеряемое напряжение превышает предел измерения данного диапазона, на дисплее высвечивается цифра «1». В этом случае нужно сделать переключение на соседний диапазон с более высоким пределом измерений. Результаты измерений запишите в отчетную таблицу.

- Для измерений переменного напряжения подключите красный щуп к разъему 2 (рис. 33) с маркировкой «V,  $\Omega$ , mA», черный щуп к разъему 1 с маркировкой «COM». Переключатель функций и диапазонов поверните таким образом, чтобы точка на его ручке находилась напротив отметки «750» в области 6 с маркировкой «ACV» (alternating current volt — измерение переменного напряжения). При выборе отметки «750» измеряемое напряжение должно быть не больше 750 В.

Соедините наконечник красного щупа с одной клеммой на выходе источника переменного тока, а наконечник черного щупа — со второй его клеммой. На дисплее должно появиться значение измеряемого напряжения в вольтах.

Если измеряемое напряжение окажется меньше 200 В, поверните переключатель функций и диапазонов так, чтобы точка на его ручке находилась напротив отметки «200» и повторите измерение с большей точностью. Выбор отметки «200» означает, что измеряемое напряжение должно быть не больше 200 В. Результаты измерений запишите в отчетную таблицу.

- Для измерений силы постоянного тока с помощью мультиметра подключите красный щуп к разъему 3 с маркировкой «10ADC», а черный щуп — к разъему 1 с маркировкой

«COM». Переключатель функций и диапазонов поверните таким образом, чтобы точка на его ручке находилась напротив отметки «10A» в области 5 с маркировкой «DCA» (direct current ampere — измерение постоянного тока). С максимального диапазона измеряемой силы тока следует начинать измерения в тех случаях, когда возможное значение силы тока в цепи неизвестно.

Соберите электрическую цепь из гальванического элемента и электрической лампы, концы щупов соедините последовательно с лампой и гальваническим элементом, соблюдая полярность подключения (красный щуп к плюсу, черный щуп к минусу). На дисплее должно появиться значение силы тока в цепи в амперах.

Если значение силы тока окажется меньше 0,2 А, подключите красный щуп к разъему 2 с маркировкой «V,  $\Omega$ , mA», поверните переключатель функций и диапазонов так, чтобы точка на его ручке находилась напротив отметки «200m» и повторите измерение с большей точностью. Значения силы тока на этом диапазоне выражаются в миллиамперах, сила тока в цепи должна быть не более 200 мА.

Если значение силы тока окажется меньше 20 мА, поверните переключатель функций и диапазонов так, чтобы точка на его ручке находилась напротив отметки «20m» и повторите измерение с большей точностью. Переходы на более чувствительные диапазоны измерений должны продолжаться до тех пор, пока это возможно. Результаты измерений запишите в отчетную таблицу.

#### Дополнительные сведения

Для измерения электрического сопротивления красный щуп подключается к разъему 3 с маркировкой «V,  $\Omega$ , mA», черный щуп — к разъему 1 с маркировкой «COM». Переключатель функций и диапазонов ставится так, чтобы точка на его ручке находилась напротив одной из отметок в области 10 с маркировкой « $\Omega$ ». Измерение производится при соединении наконечников щупов с точками, между которыми нужно измерить сопротивление.

Проверка исправности полупроводникового диода производится при подключении наконечников щупов к его выводам. Красный щуп подключается к разъему 3 с маркировкой «V,  $\Omega$ , mA», черный щуп — к разъему 1 с маркировкой «COM».

Переключатель функций и диапазонов ставится так, чтобы точка на его ручке находилась напротив символа диода.

Если диод исправный, то при прямом включении на дисплее появляется значение прямого падения напряжения на нем в мВ. При обратном включении исправного диода слева на дисплее должна высветиться «1».

Если при прямом включении диода слева на дисплее высвечивается «1» или при обратном включении диода на дисплее высвечивается число, отличное от «1», то диод неисправен.

## § 12. Методы измерения магнитных величин

**Магнитная индукция.** Все физические величины, характеризующие магнитные явления и взаимодействия, являются в Международной системе производными величинами. Магнитное поле в данной точке пространства характеризуется векторной величиной, называемой *магнитной индукцией*. Модуль вектора  $\vec{B}$  магнитной индукции равен отношению модуля силы Лоренца  $F_L$ , действующей на частицу с электрическим зарядом  $q$ , движущуюся перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  индукции, к произведению модулей заряда  $q$  и скорости  $v$ :

$$B = \frac{F_L}{qv} \quad (3)$$

Направление вектора  $\vec{B}$  магнитной индукции определяется правилом левой руки.

Единица магнитной индукции в СИ называется **тесла (Тл)**. Из формулы (3) следует, что 1 Тл — это магнитная индукция однородного магнитного поля, в котором на частицу с зарядом 1 Кл, движущуюся перпендикулярно вектору магнитной индукции  $\vec{B}$  со скоростью 1 м/с, действует сила равная 1 Н.

Зная силу  $F_L$  действия магнитного поля на движущийся заряд (силу Лоренца), можно найти силу действия магнитного поля на проводник с током. Выразим заряд  $q$  через силу тока  $I$  в проводнике длиной  $l$  и скорость  $v$  заряда:

$$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{q}{\frac{l}{v}} = \frac{qv}{l}, \rightarrow q = I \frac{l}{v}$$

В однородном магнитном поле на прямолинейный проводник длиной  $l$ , перпендикулярный вектору  $\vec{B}$  индукции, при силе тока  $I$  действует сила:

$$F_A = qvB = IlB \quad (4)$$

Силу, действующую на проводник с током в магнитном поле, называют силой Ампера. Таким образом, индукцию  $B$  магнитного поля можно измерять либо по силе действия магнитного поля на движущиеся электрические заряды (формула (3)), либо по силе Ампера  $F_A$ , действующей на прямолинейный проводник с током:

$$B = \frac{F_A}{Il} \quad (5)$$

**Магнитный поток.** Магнитное поле, пронизывающее какой-то элемент поверхности, характеризуется *потоком магнитной индукции* или *магнитным потоком*  $\Phi$ .

*Магнитный поток*  $\Delta\Phi$  через малый элемент поверхности площадью  $\Delta S$  равен произведению модуля  $B$  магнитной индукции на площадь  $\Delta S$  поверхности и на косинус угла  $\alpha$  между вектором  $\vec{B}$  магнитной индукции и вектором  $\vec{n}$  нормали к поверхности:

$$\Delta\Phi = B\Delta S \cos \alpha \quad (6)$$

Единица магнитного потока в СИ — **вебер (Вб)**; в соответствии с формулой (6) 1 Вб равен магнитному потоку, проходящему через элемент плоской поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$ , перпендикулярной вектору  $\vec{B}$  магнитной индукции однородного магнитного поля с индукцией 1 Тл.

**Индуктивность.** Магнитный поток  $\Phi$  через катушку пропорционален силе тока  $I$  в проводе катушки. Связь между силой тока  $I$  в проводе катушки и магнитным потоком  $\Phi$ , создаваемым этим током и пронизывающим площадь  $S$ , охватываемую витками катушки, устанавливается физической величиной, называемой *индуктивностью*  $L$  катушки:

$$\Phi = LI \quad (7)$$

В соответствии с формулой (7) единица индуктивности в СИ, называемая **генри (Гн)**, равна индуктивности такой катушки, магнитный поток через которую равен 1 Вб при силе тока в катушке 1 А.