

# Мультиметры

---

РАСОВ Д.Д.

ГПОУ «СЦБТ»

Мультиметр также называют комбинированным прибором, тестером или ампервольтметром.

В настоящее время широко распространены аналоговые и цифровые мультиметры.

Аналоговый мультиметр включает в себя индикатор магнитоэлектрической системы, набор шунтов и добавочных резисторов. Для измерения переменных токов и напряжений в прибор также входит преобразователь переменного тока в постоянный, называемый выпрямителем (детектором), который выполнен по схеме двухполупериодного выпрямления. Для измерения активного сопротивления в аналоговом мультиметре предусмотрен химический источник питания, а для измерения больших значений сопротивлений подключают внешний источник напряжения в несколько десятков вольт.

К достоинствам мультиметров можно отнести:

- многофункциональность, т. е. возможность их использования для измерения большого числа параметров (тока, напряжения, активного сопротивления резисторов, емкости конденсаторов, параметров маломощных транзисторов —  $h_{21э}$ ,  $I_{к,60}$  и т. д.);
- многопредельность, а следовательно, широкий диапазон измерения параметров;
- малые габаритные размеры, масса и цена;
- универсальность, т. е. возможность измерения переменных и постоянных токов и напряжений.

Недостатками мультиметров являются:

- узкий частотный диапазон;
- большие приведенная и действительная погрешности измерения (причем и у цифровых мультиметров);
- непостоянство входного сопротивления в различных пределах измерения;
- большая потребляемая мощность из исследуемой цепи.

Цифровые мультиметры имеют расширенный диапазон измеряемых параметров, при их использовании нет необходимости определять цену деления и коэффициент шкалы, а следовательно, исключается субъективная ошибка оператора, однако стоимость их выше, чем аналоговых.

На задней панели аналоговых мультиметров приводятся сведения, позволяющие определить входное сопротивление прибора в используемом пределе измерения.

Если тестер используется как вольтметр, то его входное сопротивление определяется по формуле

$$r_V = \frac{U_{\text{ном}}}{I}, \quad (4.1)$$

где  $U_{\text{ном}}$  — выбранный предел измерения;  $I$  — значение тока, указанное на задней панели прибора.

Если тестер используется как амперметр, то его входное сопротивление рассчитывается по формуле

$$r_A = \frac{U}{I_{\text{ном}}}, \quad (4.2)$$

где  $I_{\text{ном}}$  — выбранный предел измерения;  $U$  — значение напряжения, указанное на задней панели прибора.

В паспортах некоторых тестеров приводятся удельные сопротивления  $R_{\text{уд}}$  по постоянному и переменному токам. В этом случае входное сопротивление тестера

$$r_V = R_{\text{уд}} \dot{U}_{\text{ном}}. \quad (4.3)$$

Малое внутреннее сопротивление тестера, используемого в качестве вольтметра, оказывает шунтирующее действие на исследуемую цепь, при этом кроме основной погрешности измерения появляется погрешность шунтирования. Следовательно, чем внутреннее сопротивление тестера, используемого для измерения напряжения, больше, тем лучше.

---

# Примеры решения задач

• **Пример 4.1.** На рис. 4.1 изображена лицевая панель мультиметра Ц4353. Требуется определить перечень измеряемых данным прибором параметров.

*Решение.* Рассмотрим изображение лицевой панели, начав с надписей под клеммами (зажимами) прибора. Зажим, обозначенный «\*», является общим, т.е. он используется при измерении любого параметра.

Клемма, обозначенная буквами «pF», предназначена для измерения емкости конденсаторов, следовательно, при измерении емкости конденсаторов используются клеммы «\*» и «pF».

Справа от клеммы «pF» расположена клемма, обозначенная «V, A, +Ω, -kΩ», т.е. мультиметром можно измерять напряжение, ток и сопротивление резисторов. Причем надпись «+Ω» означает, что для измерения сопротивления в омах следует использовать прямую шкалу, а в килоомах — обратную. Для измерения переменного тока предназначена верхняя шкала мультиметра, обозначенная знаком «~», а для измерения постоянного тока — шкала «-V, A».

Следовательно, окончательно можно утверждать следующее: мультиметром можно измерять напряжение постоянного и переменного токов, постоянный и переменный токи, сопротивление резисторов и емкость конденсаторов.

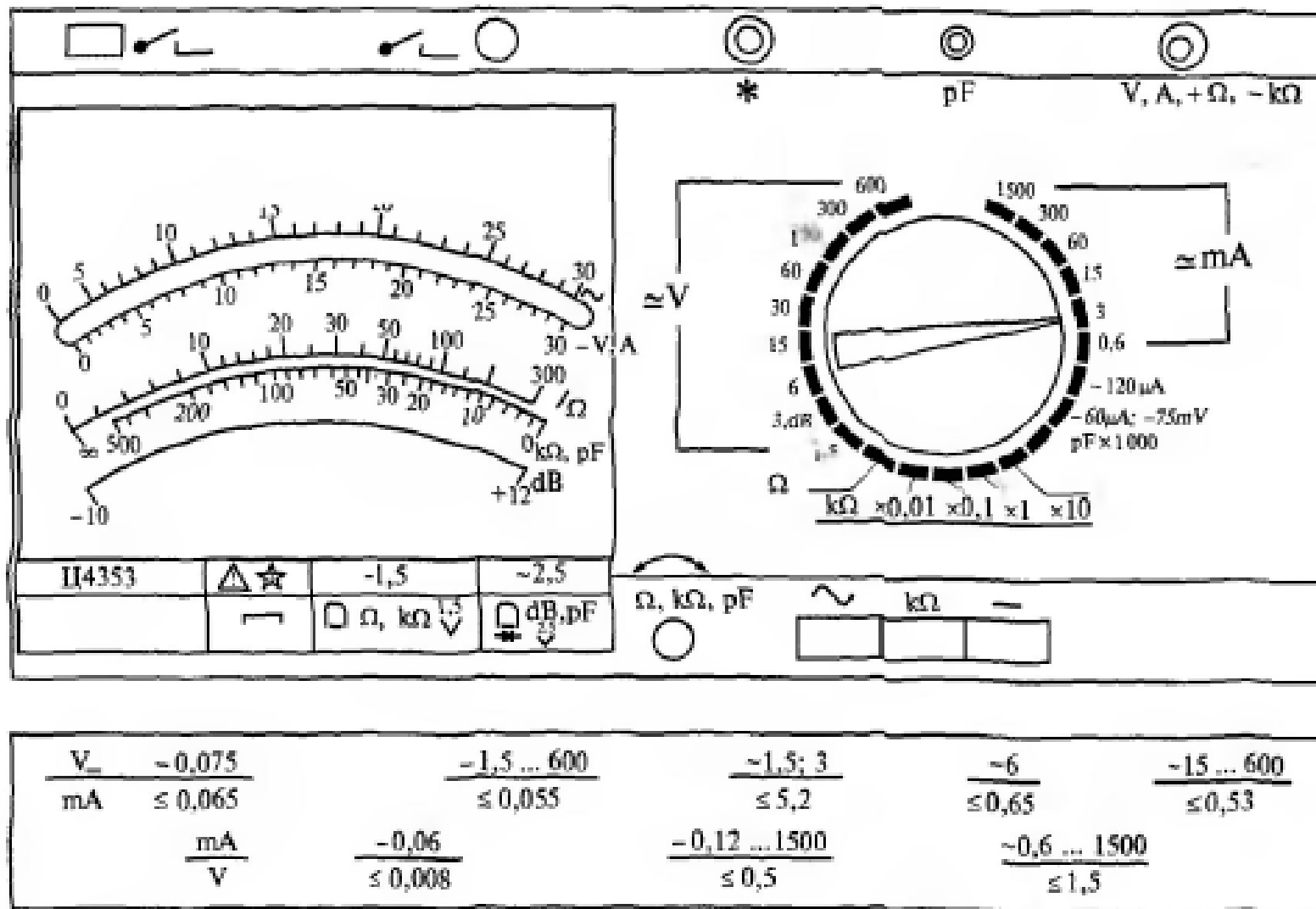


Рис. 4.1. Изображение лицевой панели мультиметра М4353 и данные с задней панели прибора, необходимые для определения его входного сопротивления



**Пример 4.2.** Требуется определить следующие паспортные характеристики мультиметра Ц4353: диапазоны измерения напряжения постоянного и переменного токов, диапазоны измерения постоянного и переменного токов, диапазон измерения сопротивления резисторов и диапазон измерения емкости конденсаторов.

*Решение.* 1. Диапазон измерения напряжения постоянного тока находим по шкале, изображенной на рис. 4.2, а.

По переключателю пределов измерения определим номинальные напряжения  $U_{\text{ном min}} = 75 \text{ мВ}$  и  $U_{\text{ном max}} = 600 \text{ В}$ .

Расчет минимального напряжения выполняется с учетом градуировки и коэффициента шкалы.

Так как  $U_{\text{ном min}}$  не совпадает (не равно) с максимальным значением градуировки, то коэффициент шкалы

$$K_{\text{ш}} = \frac{75}{30} = 2,5.$$

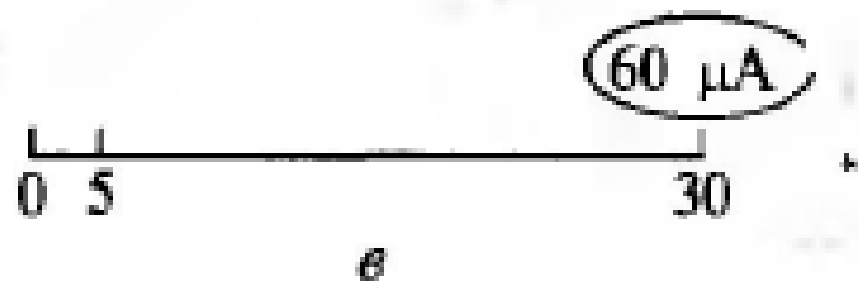
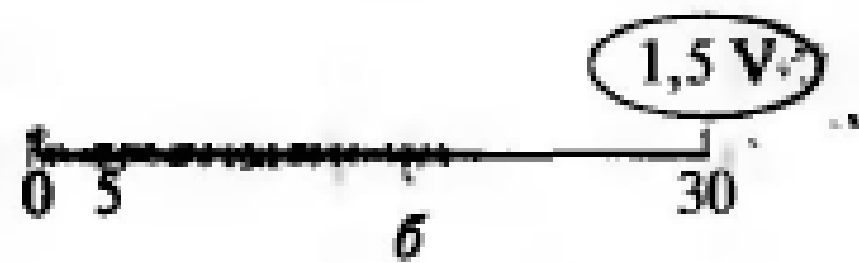


Рис. 4.2. Изображения (*a...г*) шкал мультиметра к примеру 4.2

Первое оцифрованное деление на рассматриваемой шкале — 5. Умножив это значение на коэффициент шкалы, получим  $U_{\text{ном min}} = 5 \cdot 2,5 = 12,5$  мВ.

Следовательно, граничные значения диапазона измеряемых мультиметром напряжений постоянного тока  $U_{\text{min}} = 12,5$  мВ,  $U_{\text{max}} = 600$  В.

2. Диапазон измерения напряжения переменного тока находим по шкале, изображенной на рис. 4.2, б:

$$U_{\text{ном min}} = 1,5 \text{ В}; \quad U_{\text{ном max}} = 600 \text{ В};$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1,5}{30} = 0,05; \quad U_{\text{min}} = 5 \cdot 0,05 = 0,25 \text{ В}.$$

Следовательно, граничные значения диапазона измеряемых мультиметром напряжений переменного тока  $U_{\text{min}} = 0,25$  В,  $U_{\text{max}} = 600$  В.

3. Диапазон измерения постоянного тока находим по шкале, изображенной на рис. 4.2, в:

$$I_{\text{НОМ min}} = 60 \text{ мкА}; \quad I_{\text{НОМ max}} = 1\,500 \text{ мА};$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{60}{30} = 2; \quad I_{\text{min}} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ мкА}.$$

Следовательно,  $I_{\text{min}} = 10 \text{ мкА}$ ,  $I_{\text{max}} = 1\,500 \text{ мА}$ .

4. Диапазон измерения переменного тока находим по шкале, изображенной на рис. 4.2, з:

$$I_{\text{НОМ min}} = 0,6 \text{ мА}; \quad I_{\text{НОМ max}} = 1\,500 \text{ мА};$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{0,6}{30} = 0,02; \quad I_{\text{НОМ max}} = 5 \cdot 0,02 = 0,1 \text{ мА}.$$

Следовательно,  $I_{\text{min}} = 0,1 \text{ мА}$ ,  $I_{\text{max}} = 1\,500 \text{ мА}$ .

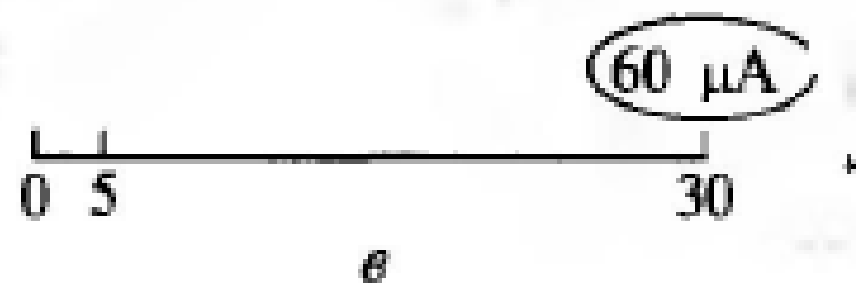
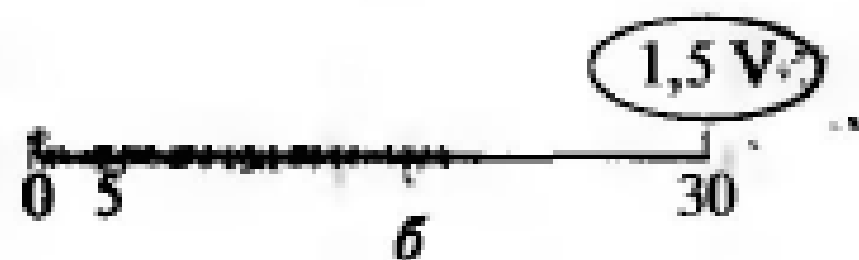


Рис. 4.2. Изображения (а...з) шкал мультиметра к примеру 4.2

5. Специфика нахождения диапазона измерения сопротивления резисторов заключается в том, что коэффициент шкалы при этом определять не требуется. Для определения  $R_{\min}$  на шкале минимального предела измерения сопротивления « $\Omega$ » (см. рис. 4.1) найдем первое оцифрованное деление — 10. Для нахождения  $R_{\max}$  максимальную цифру 500 на шкале «к $\Omega$ » умножим на максимальную цифру множителя по килоомам — 10, т. е.  $R_{\max} = 5\,000\text{ кОм} = 5\text{ МОм}$ .

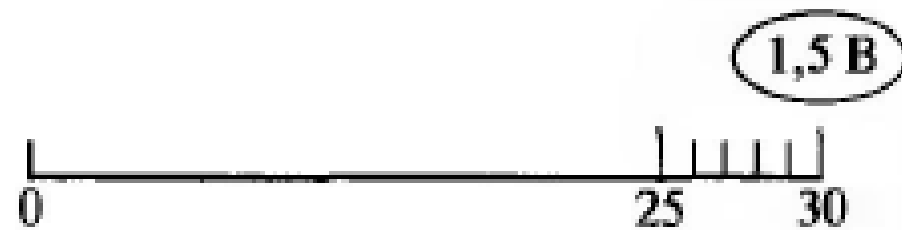
Следовательно,  $R_{\min} = 10\text{ Ом}$ ,  $R_{\max} = 5\text{ МОм}$ .

6. Диапазон измерения емкости конденсаторов определяется аналогично диапазону измерения сопротивления резисторов:

$$C_{\min} = 10 \cdot 1\,000\text{ пФ} = 10\,000\text{ пФ} = 0,01\text{ мкФ};$$

$$C_{\max} = 500 \cdot 1\,000\text{ пФ} = 500\,000\text{ пФ} = 0,5\text{ мкФ}.$$

**Пример 4.3.** Требуется определить цену деления и чувствительность по напряжению постоянного тока в пределе 1,5 В (рис. 4.3).



**Рис. 4.3.** Фрагмент шкалы мультиметра к примеру 4.3

**Решение.** Коэффициент шкалы  $K_{ш} = \frac{1,5}{30} = 0,05$ , тогда

$$C_{1,5В} = \frac{(30 - 25) В}{5 \text{ дел.}} 0,05 = 0,05 \text{ В/дел.};$$

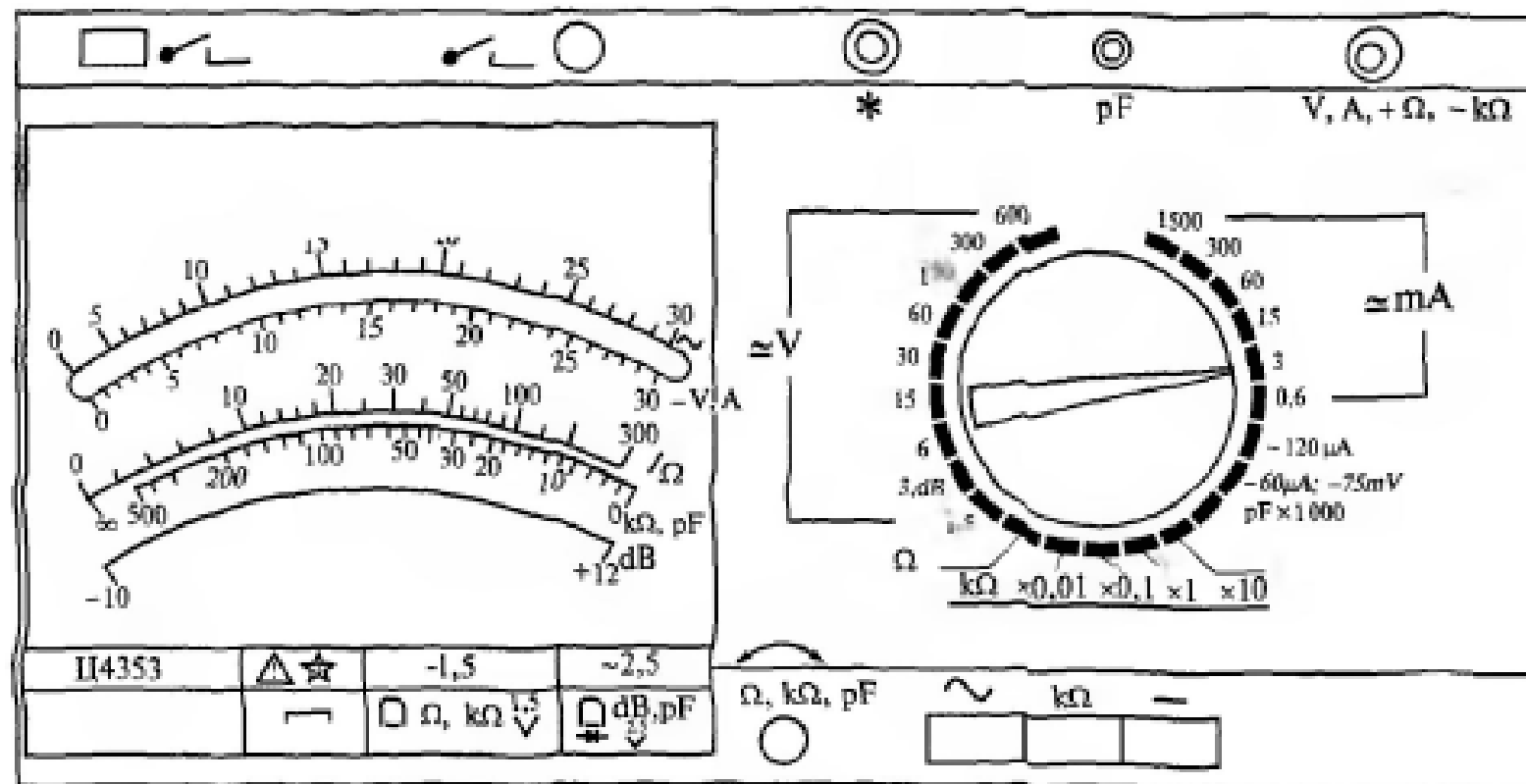
$$S_{1,5В} = \frac{1 \text{ дел.}}{0,05 \text{ В}} = 20 \text{ дел./В.}$$

**Пример 4.4.** Требуется определить погрешность измерения мультиметром Ц4353 напряжения постоянного тока, равного 20 В.

**Решение.** Погрешность измерения вычисляем по формуле (2.5).

На изображении лицевой панели мультиметра Ц4353 (см. рис. 4.1) находим его класс точности:  $\gamma_{гр} = 1,5\%$ . Выбираем предел измерения напряжения  $U_{ном} = 30 \text{ В}$ . Тогда  $\gamma_{д} = 1,5\% \frac{30 \text{ В}}{20 \text{ В}} = 2,25\%$ .





$\frac{V_{\text{н}}}{\text{mA}}$	$\frac{-0,075}{\leq 0,065}$	$\frac{-1,5 \dots 600}{\leq 0,055}$	$\frac{-1,5; 3}{\leq 5,2}$	$\frac{-6}{\leq 0,65}$	$\frac{-15 \dots 600}{\leq 0,53}$
	$\frac{\text{mA}}{\text{V}}$	$\frac{-0,06}{\leq 0,008}$	$\frac{-0,12 \dots 1500}{\leq 0,5}$	$\frac{-0,6 \dots 1500}{\leq 1,5}$	

Рис. 4.1. Изображение лицевой панели мультиметра М4353 и данные с задней панели прибора, необходимые для определения его входного сопротивления

**Пример 4.5.** Требуется определить выходное сопротивление мультиметра Ц4353 в выбранном в примере 4.4 пределе измерения.

*Решение.* По условию примера 4.4 мультиметр применяется в качестве вольтметра, поэтому для расчета входного сопротивления используем формулу (4.1).

Значение тока, протекающего через мультиметр, найдем на

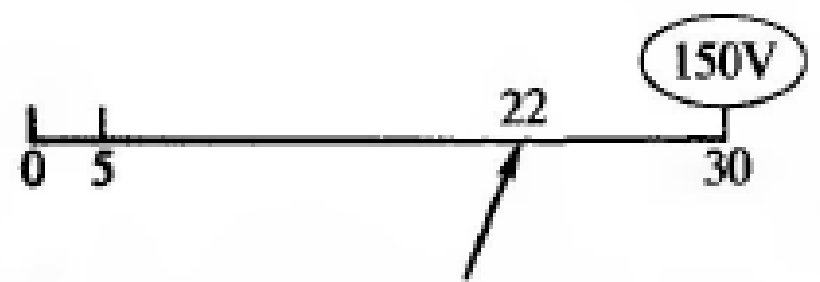
рис. 4.1 в знаменателе строки  $\frac{V_{-1,5...600}}{mA} \leq 0,055$  с задней панели при-

бора, т.е. в формулу (4.1) подставим значение тока, равное 0,055 мА, и выбранный предел измерения  $U_{ном} = 30$  В:

$$r_V = \frac{U_{ном}}{I} = \frac{30 \text{ В}}{0,055 \cdot 10^{-3} \text{ А}} \approx 545 \text{ кОм.}$$

**Пример 4.6.** Требуется определить измеряемый параметр прибором при следующих известных данных:

- Положение переключателя пределов ..... 150V  $\overline{\text{V}}$
- Нажатая кнопка .....  $\leftarrow \rightarrow$
- Положение стрелки ..... 22



**Рис. 4.4.** Фрагмент шкалы мультиметра Ц4353 к примеру 4.6

*Решение.* Используя изображение фрагмента шкалы мультиметра, приведенный на рис. 4.4, рассчитаем коэффициент шкалы:

$$K_{\phi} = \frac{150}{30} = 5.$$

Результат измерения получим, умножив показание стрелки прибора на коэффициент шкалы:  $U = 22 \text{ В} \cdot 5 = 110 \text{ В}$ .