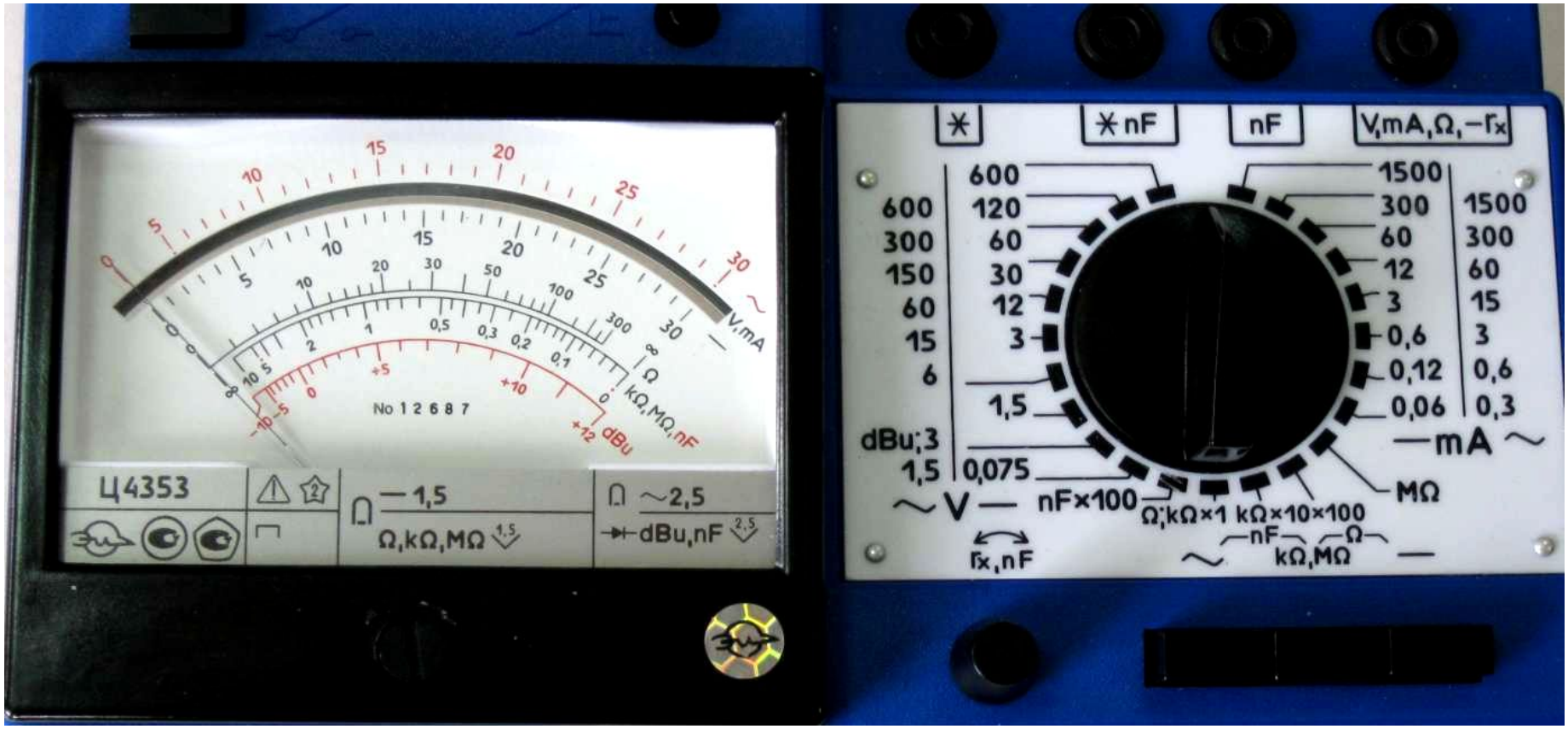
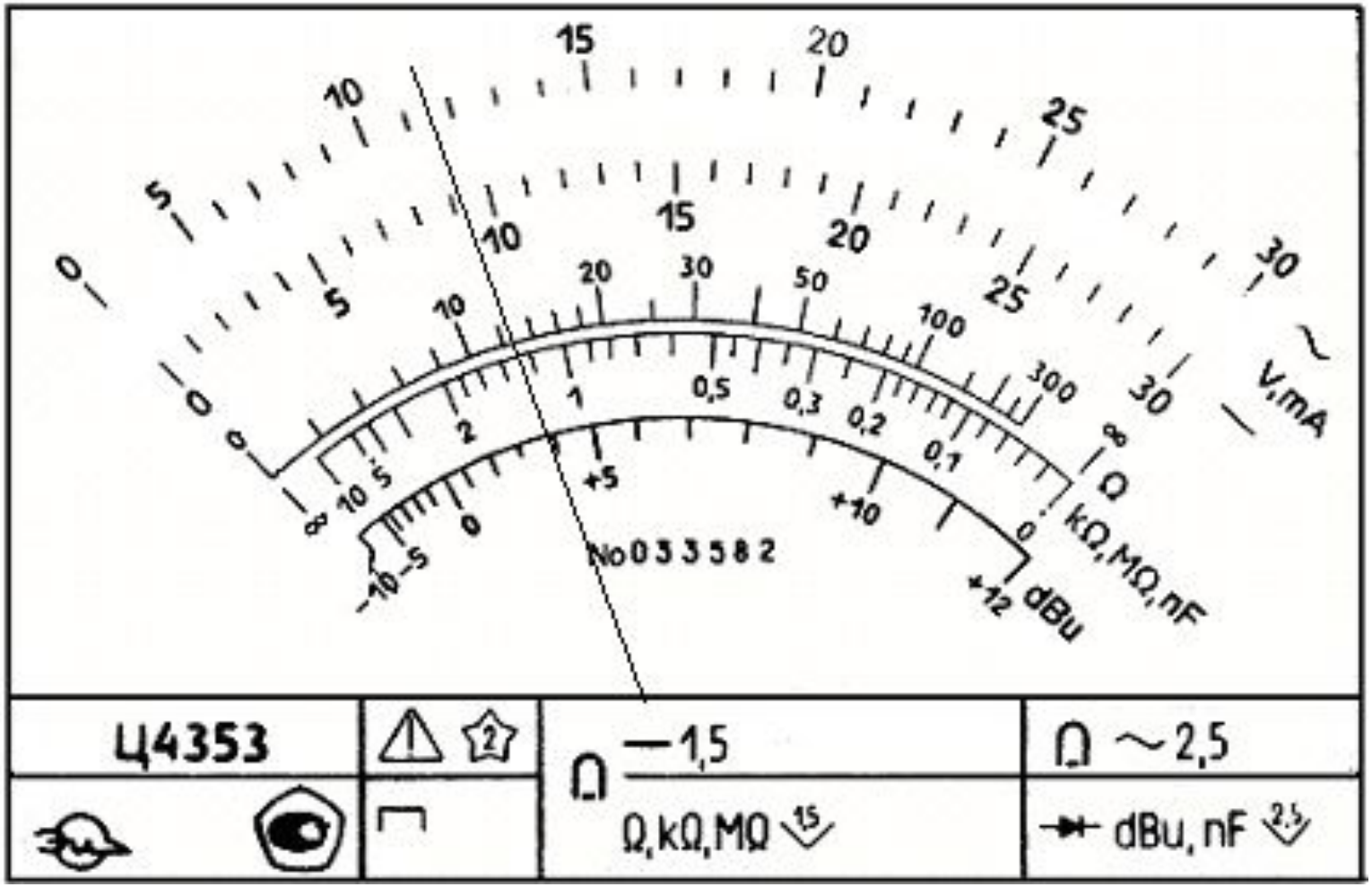
Дисциплина

Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях

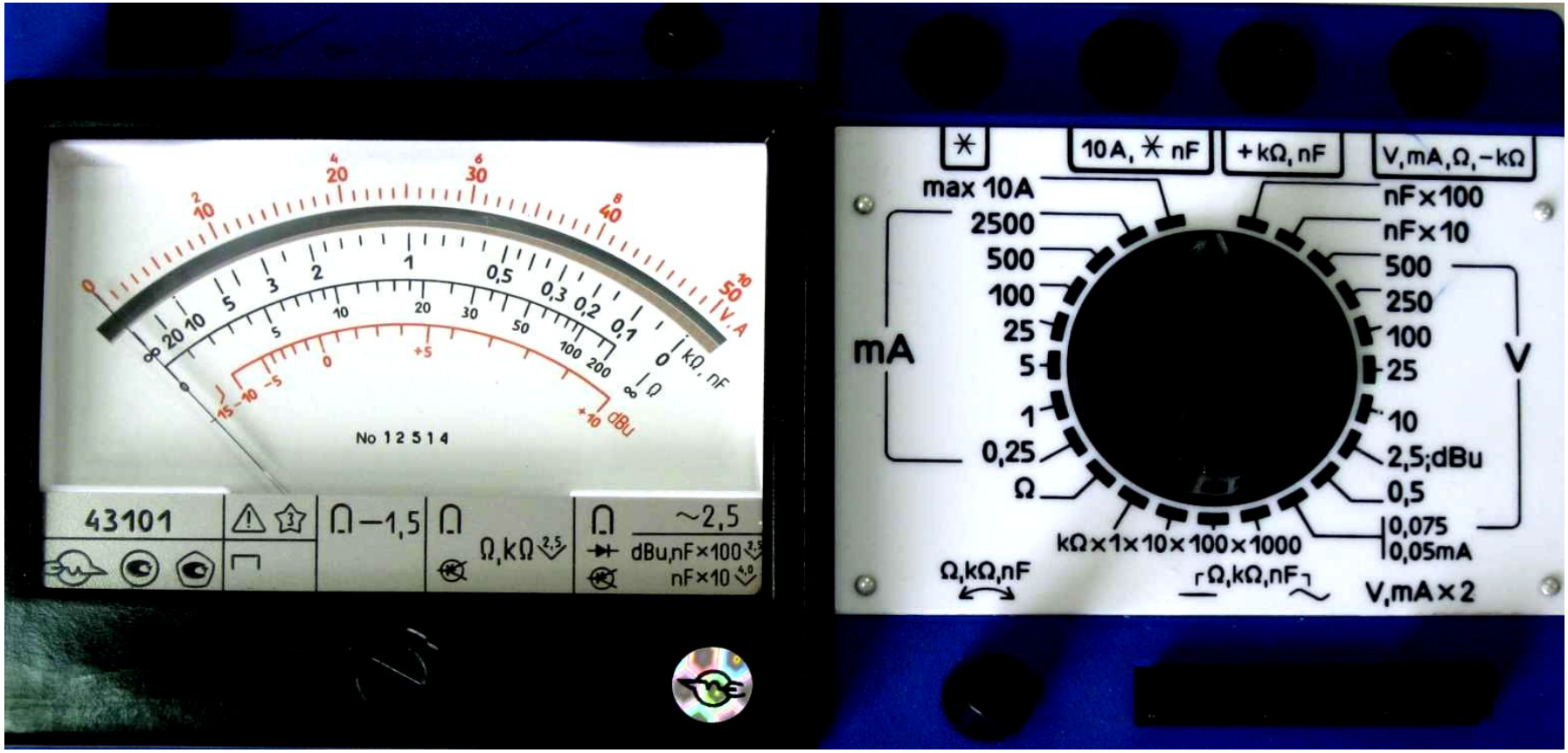
Лабораторная работа №1

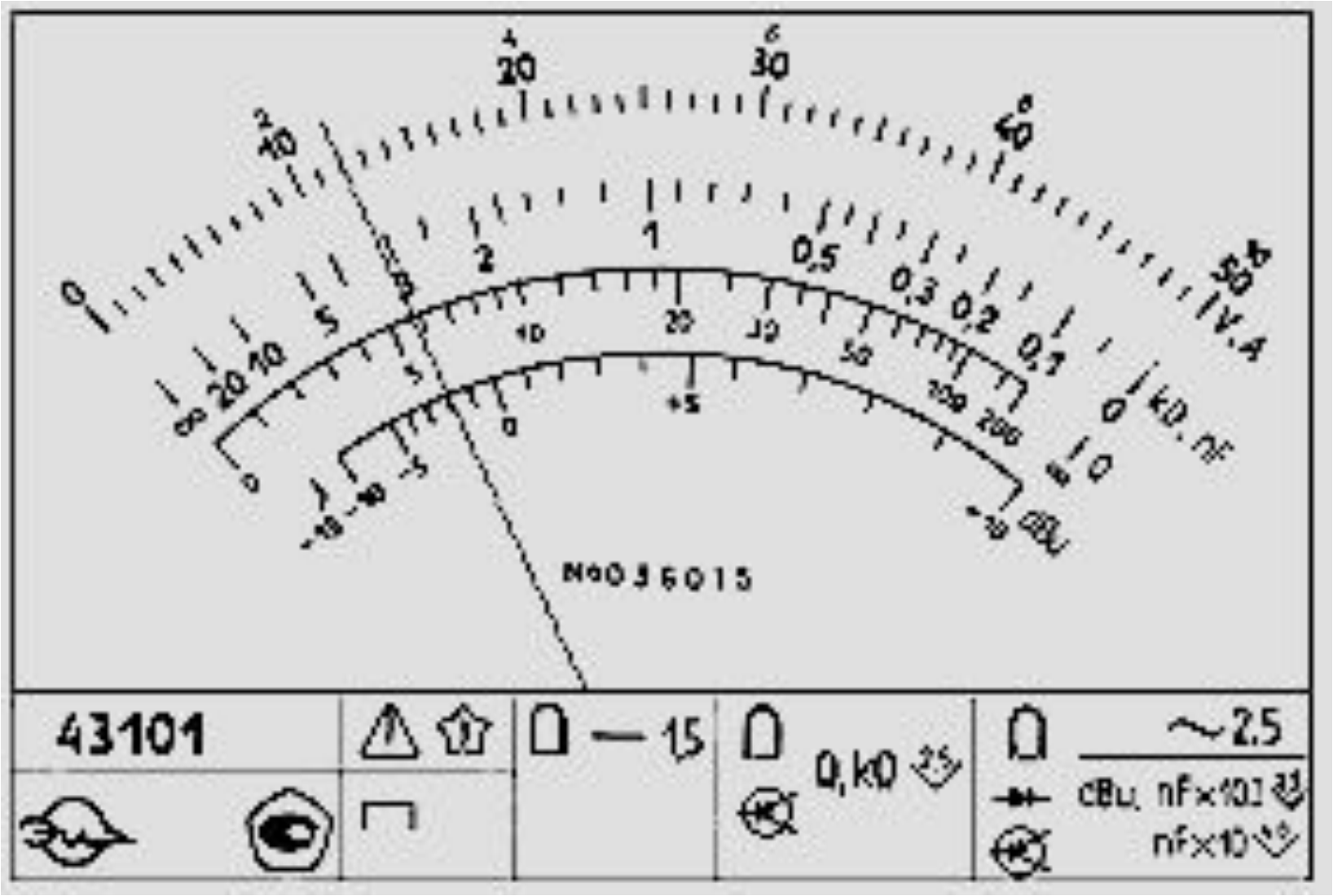
Считывание отсчетных значений показаний средств измерений и формирование результатов измерений.


V,mA
kΩ,MΩ,nF
dBu
No 1 2 6 8 7
Ц4353
Ω —1,5
Ω,kΩ,MΩ 1,5
Ω ~2,5
dBu,nF 2,5
✳
✳nF
nF
V,mA,Ω,–rx
600
120
60
30
12
3
1,5
0,075
nF×100
Ω;kΩ×1
kΩ×10×100
1500
300
60
12
3
0,6
0,12
0,06
MΩ
—mA ~
~V —
rx,nF
nF
kΩ,MΩ
Ω
600
300
150
60
15
6
dBu;3
1,5
1500
300
60
15
3
0,6
0,3



V_= 120 В; mA_= 3; Ω;kΩ×1; kΩ×100;
V~= 60 В; mA~= 0,6;


No 12514
43101
Ω–1,5
Ω,kΩ
~2,5
dBu,nF×100
nF×10
10A, nF
+kΩ, nF
V,mA,Ω,–kΩ
max 10A
2500
500
100
25
5
1
0,25
Ω
mA
nF×100
nF×10
500
250
100
25
10
2,5;dBu
0,5
0,075
0,05mA
V
kΩ×1×10×100×1000
Ω,kΩ,nF
Ω,kΩ,nF
V,mA×2



V_= 100 В; mA_= 5; Ω; kΩ×100;
V~= 10 В; mA~= 100

Обработка результатов однократных прямых измерений

Условия измерений –

Измеряемая величина	**Предел измерений**	**Отсчетные значения**	**Измеренные значения**	$\Delta_{ОП}$	$\Delta_{ДП}$	Δ_{Σ}	**Представляемый результат**	δ_{Σ} **%**	Физическая **интерпретация результата**

Первая сверху шкала:

Измерение переменного напряжения **U** и тока **I**

При измерении <u>переменного напряжения</u> **U**

Отсчетное значение: ***11,6/30/60***

Измеренное значение: $\frac{60}{30} \times 11,6 = 23,8$ В.

Абсолютная погрешность измерения:

$$\gamma\% = \frac{\Delta_{оп}}{L} \cdot 100\%, \qquad \text{где } L = 60 \text{ В}; \ \gamma = 2{,}5\%.$$

$$\rightarrow \Delta_{оп} = \frac{\gamma\% \cdot L}{100\%} = \frac{2{,}5\% \cdot 60\text{В}}{100\%} = 1,5 \text{ В}$$

Результат измерения: $U_{\sim} = (23,2 \pm 1,5)$В.

При измерении переменного тока **I**

Отсчетное значение: 11,6/30/0,6 мА.

Измеренное значение:

$$\frac{0{,}6}{30} \times 11{,}6 = 0{,}232 \text{ мА.}$$

Абсолютная погрешность измерения:

$$\boldsymbol{\gamma}\% = \frac{\boldsymbol{\Delta}_{\text{оп}}}{\boldsymbol{L}} \cdot \mathbf{100}\%, \qquad \text{где } \boldsymbol{L} = \mathbf{0,6} \text{ мА; } \boldsymbol{\gamma} = \mathbf{2,5}\%.$$

$$\rightarrow \Delta_{\text{оп}} = \frac{\gamma\% \cdot L}{100\%} = \frac{2{,}5\% \cdot 0{,}6 \text{ мА}}{100\%} = 0{,}015 \text{ мА.}$$

Результат измерения:

$$I_{\sim} = (0{,}232 \pm 0{,}015)\text{мА.}$$

При измерении *постоянных* напряжения и тока **(вторая сверху шкала)** алгоритм идентичен, за исключением: **$\gamma\% = 1{,}5\%$.**

Измерение сопротивлений (3-я сверху шкала).

Отсчетное значение: 12,5/10/20/Δℓ=9 мм/Ω; к Ω×1.

Измеренное значение: 12,5 Ом.

Абсолютная погрешность измерения:

$$\gamma\% = \frac{\Delta_{оп}}{L(мм)} \cdot 100\% \rightarrow \Delta_{оп} = \frac{\gamma\% \cdot L(мм)}{100\%}, \ \gamma\% = 1{,}5;\ L = 62\ мм.$$

где $\gamma\%$ приведенная погрешность, L –длина шкалы в (мм).

$$\Delta_{оп} = \frac{1{,}5\% \cdot 62мм}{100\%} = 0{,}93мм.$$

Для перевода $\Delta_{оп}$(мм)=0,93мм в Омы находят коэффициент К.

$$K = \frac{[A_1 - A_2]}{\Delta\ell(мм)} = \frac{[20-10]\ Ом}{9(мм)} = \frac{10\ Ом}{9\ мм} = 1{,}11\frac{Ом}{мм}.$$

Находим $\Delta_{оп}$(Ом)=$\Delta_{оп}$(мм)$\cdot K\left[\frac{Ом}{мм}\right]$= 0,93мм $\cdot$ 1,11$\frac{Ом}{мм}$=1.023 Ом.

Результат измерения: **R(Ом) =(12,50±1,023) Ом**.

При измерении по шкале (кΩ, MΩ, nF) -4-я сверху

Отсчетное значение: *1,28/1/2/ Δℓ = 8,5 мм/100*

$$\Delta_{\text{оп}} = \frac{\gamma\% \cdot L}{100\%}; \text{ где } L = 58 \text{ мм}; \gamma = 1{,}5\%.$$

$$\Delta_{\text{оп}} = \frac{1{,}5\% \cdot 58 \text{ мм}}{100\%} = 0{,}87 \text{ мм};$$

$$K = \frac{|A_1 - A_2|}{\Delta\ell(\text{мм})} = \frac{|1-2|}{8{,}5(\text{мм})} \cdot 100\frac{\text{кОм}}{\text{мм}} = 11{,}76\frac{\text{кОм}}{\text{мм}}.$$

$$\Delta_{\text{оп}}(\text{кОм}) = \Delta_{\text{оп}}(\text{мм}) \cdot K\left(\frac{\text{кОм}}{\text{мм}}\right) = 0{,}87 \cdot 11{,}76 = 10{,}23\text{кОм};$$

Результат измерения: R=(128,00±10,23)кОм.

Цифровой мультиметр М-830 серии.
Инструкция

Цифровой мультиметр представляет собой портативный универсальный измерительный прибор для измерения параметров электрических цепей. Прибор оснащен 3,5 - разрядным индикатором, имеет автономное батарейное питание.

Метод измерений - АЦП двойного интегрирования с автоматической коррекцией нуля, автоматическим определением полярности и индикацией перегрузки. Предназначен для применения в полевых условиях, лабораториях, мастерских и домашнем хозяйстве.

Мультиметр снабжен защитой от перегрузки на всех пределах измерений и обеспечивает индикацию разряда батарей. Предусмотрена функция автоматического отключения питания для продления срока службы батареи.

ЖК дисплей
Измерение постоянного напряжения
Поворотный переключатель
Измерение h21Э транзисторов
Измерение сопротивления
Отключение мультиметра
Измерение переменного напряжения
Измерение постоянного тока (до 200 mA)
Измерение постоянного тока (до 10 A)
Гнезда для подключения щупов
Проверка диодов
DCV
ACV
DCA
OFF
DIGITAL
MULTIMETER
COM

ПРЕДЕЛ	РАЗРЕШЕНИЕ	ТОЧНОСТЬ
200 мВ	100 мкВ	±0,25%±2 ед. счета
2000 мВ	1 мВ	±0,5%±2 ед. счета
20 В	10 мВ	±0,5%±2 ед. счета
200 В	100 мВ	±0,5%±2 ед. счета
1000 В	1 В	±0,5%±2 ед. счета

Постоянное напряжение.

Пример: Отсчетное значение 150/200 мВ

$\Delta = \pm\, 0{,}25\% \cdot X_{изм} \pm 2 \cdot D;$

D – ед. счета

0,25% → 0,0025 в относительных единицах

$\Delta = \pm\, 0{,}0025 \cdot$ **150 мВ** $\pm\, 2 \cdot 100$ мкВ 10^{-3} **мВ;**

$\Delta = \pm\, 0{,}375$ **мВ** $\pm\, 0{,}2$ **мВ;**

$\Delta = \pm 0{,}575$ **мВ;**

Результат измерения: U = (150,000 ± 0,575) **мВ.**

Переменное напряжение.

ПРЕДЕЛ	РАЗРЕШЕНИЕ	ТОЧНОСТЬ
200 В	100 мВ	±1,2%±10 ед. счета
750 В	1 В	±1,2%±10 ед. счета

Постоянный ток.

ПРЕДЕЛ	РАЗРЕШЕНИЕ	ТОЧНОСТЬ
2000 мкА	1 мкА	±1%±2 ед. счета
20 мА	10 мкА	±1%±2 ед. счета
200 мА	100 мкА	±1,2%±2 ед. счета
10 А	10 мА	±2%±2 ед. счета

Сопротивление

ПРЕДЕЛ	РАЗРЕШЕНИЕ	ТОЧНОСТЬ
200 Ом	0,1 Ом	±0,8%±2 ед. счета
2000Ом	1 Ом	±0,8%±2 ед. счета
20 КОм	10 Ом	±0,8%±2 ед. счета
200 КОм	100 Ом	±0,8%±2 ед. счета
2000 КОм	1 КОм	±1%±2 ед. счета

В7-58 Электронный вольтметр

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Измерение постоянного напряжения:

Пределы измерения: 200 м В; 2, 20, 200, 1000 В.

Пределы **допускаемой относительной основной** погрешности измерения.

$$\delta = \pm [0{,}15+0{,}1\ (Uk/Ux - 1)]\ \%$$

Измерение среднего квадратического значения переменного напряжения:
Пределы допускаемой относительной основной погрешность измерения среднеквадратического значения напряжения синусоидальной формы в диапазоне частот:

от 40 Гц до 10 кГц

$$\delta = \pm[0{,}6 + 0{,}1\ (U_k/U_x - 1)]\ \%$$

Измерение силы постоянного тока:

Пределы измерения: 200 мкА ; 2, 20, 200, 2000 мА ; 10 А

Пределы допускаемой относительной основной погрешность измерения на пределах:

а) 200 м кА ; 2, 20, 200, 2000 м А

$$\delta \pm[0{,}2 + 0{,}1(1к/1х - 1)]\ \%$$

Измерение среднего квадратического значения силы переменного тока:

на пределах 200 мкА, 2, 20 мА в диапазоне частот:

а) от 40 Гц д о 10 кГц

$$\delta \pm [1 + 0,1 (1 к /1 х -1)] \%$$

Измерение сопротивления:
пределы измерения

200 Ом; 2, 20, 200, 2000 кОм; 20 МОм

Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения:
а) на пределах 200 Ом; 2, 20, 200 кОм

$$\delta \pm[0{,}2 + 0{,}1(R_k / R_x - 1)]\ \%$$

Примечание — Uk , Ik , Rk - верхний предел установленного диапазона измерения напряжения, тока, сопротивления ;

Ux, Ix , Rx - значение измеряемой величины напряжения, тока, сопротивления.

Обработка результатов однократных косвенных измерений

Измеряемая величина косвенным методом	Соответствующие измеренные величины прямым методом		$\Delta_{ОП}$		Значение физической величины
	U	I	ΔU	ΔI	
$R = \frac{U}{I}$					
$P = UI$					

Оценка погрешности косвенного метода по		Представляемый результат	Физическая трактовка
пессимистической модели	среднеквадратической модели		

Обработка результатов однократных косвенных измерений

Измеряемая величина косвенным методом	Соответствующие измеренные величины прямым методом		$\Delta_{ОП}$		Значение физической величины
	U,B	I,A	ΔU,B	ΔI,A	
	0,565		0,0225	0,045	500 Ом
	0,565		0,0225	0,045	

Определение погрешности при косвенном измерении сопртивления ® по *пессимистической* модели

$$\Delta_{\text{оп}}^{R} = \frac{\partial R}{\partial U} \cdot \Delta U + \frac{\partial R}{\partial I} \cdot \Delta I = \frac{\Delta U \cdot I - \Delta I \cdot U}{I^2};$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{R} = \frac{1}{I} \Delta U + \frac{U}{I^2} \Delta I\ ;$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{R} = \frac{0{,}0225}{(1{,}13 \cdot 10^{-3})} + \frac{0{,}565 \cdot 0{,}045 \cdot 10^{-3}}{(1{,}13 \cdot 10^{-3})^2}\ ;$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{R} = 0{,}0199 \cdot 10^3 + 0{,}0199 \cdot 10^3 = 0{,}03982 \cdot 10^3 \ \text{Ом};$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{R} = 39{,}82 \ \text{Ом};$$

Определение погрешности при косвенном измерении сопротивления (R) по *среднеквадратической* модели

$$\Delta^{R}_{\text{оп}}=\sqrt{\left(\frac{1}{I}\right)^{2}\cdot(\Delta U)^{2}+\left(\frac{U}{I^{2}}\right)^{2}\cdot(\Delta I)^{2}}$$

$$\Delta^{R}_{\text{оп}}=\sqrt{\left(\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{1,13\cdot 10^{-3}}}\right)^{\mathbf{2}}\cdot(\mathbf{0,0225})^{\mathbf{2}}+\left(\frac{\mathbf{0,565}}{(\mathbf{1,13\cdot 10^{-3}})^{\mathbf{2}}}\right)^{\mathbf{2}}\cdot(\mathbf{0,045\cdot 10^{-3}}}$$

$$\Delta^{R}_{\text{оп}}=\sqrt{0{,}396\cdot 10^{3}+0{,}089\cdot 10^{3}}=28{,}88\ \text{Ом.}$$

Определение погрешности при косвенном измерении мощности (P) по *пессимистической* модели

$$\Delta_{\text{оп}}^{P} = \Delta U \cdot I + \Delta I \cdot U;$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{P} = 0{,}0225 \cdot 1{,}13 \cdot 10^{-3} + 0{,}045 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}5$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{P} = 0{,}0254 \cdot 10^{-3} + 0{,}0254 \cdot 10^{-3} = 0{,}051;$$

Определение погрешности при косвенном измерении мощности (P) по *среднеквадратической* модели

$$\Delta_{\text{оп}}^{P} = \sqrt{(\Delta U)^2 \cdot (I)^2 + (\Delta I)^2 \cdot (U)^2} =$$

$$= \sqrt{(0,0225)^2 \cdot (1,13 \cdot 10^3)^2 + (0,045 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (0,565)^2} =$$

$$= \sqrt{0,646 \cdot 10^{-9} + 0,648 \cdot 10^{-9}} =$$

$$\Delta_{\text{оп}}^{P} = \sqrt{12,94 \cdot 10^{-10}} = 3,59 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}$$

Обработка результатов однократных косвенных измерений

Оценка погрешности косвенного метода по		Представляемый результат	Физическая трактовка
Пессимистической модели	Среднеквадра-тической модели		
39,82 Ом	29,83 Ом	500,00±29,83 Ом	