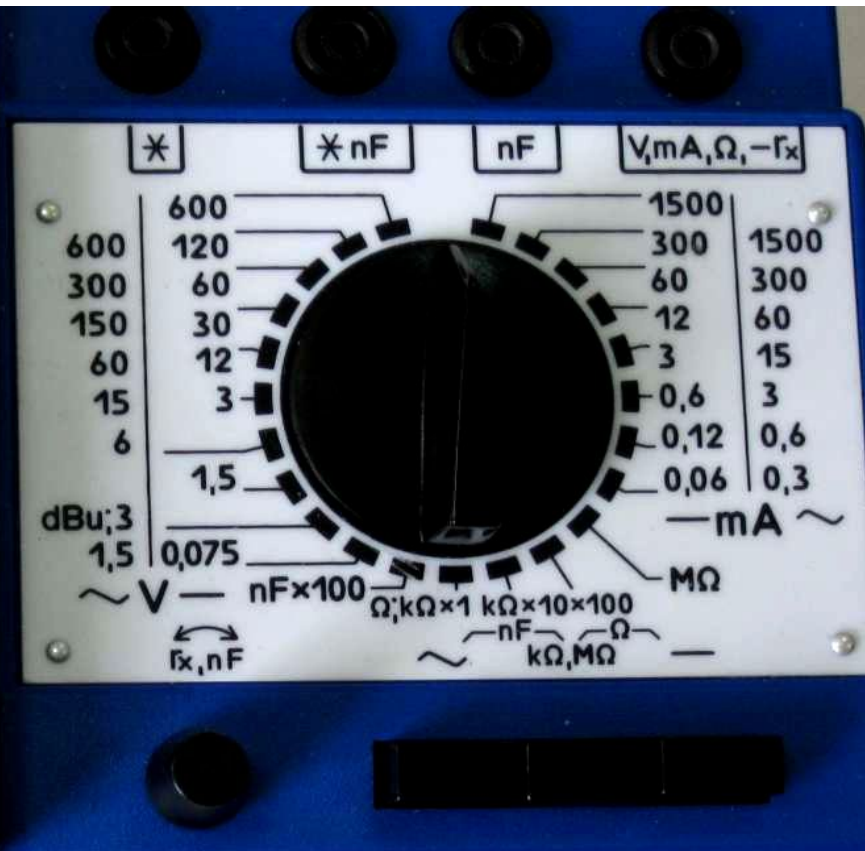


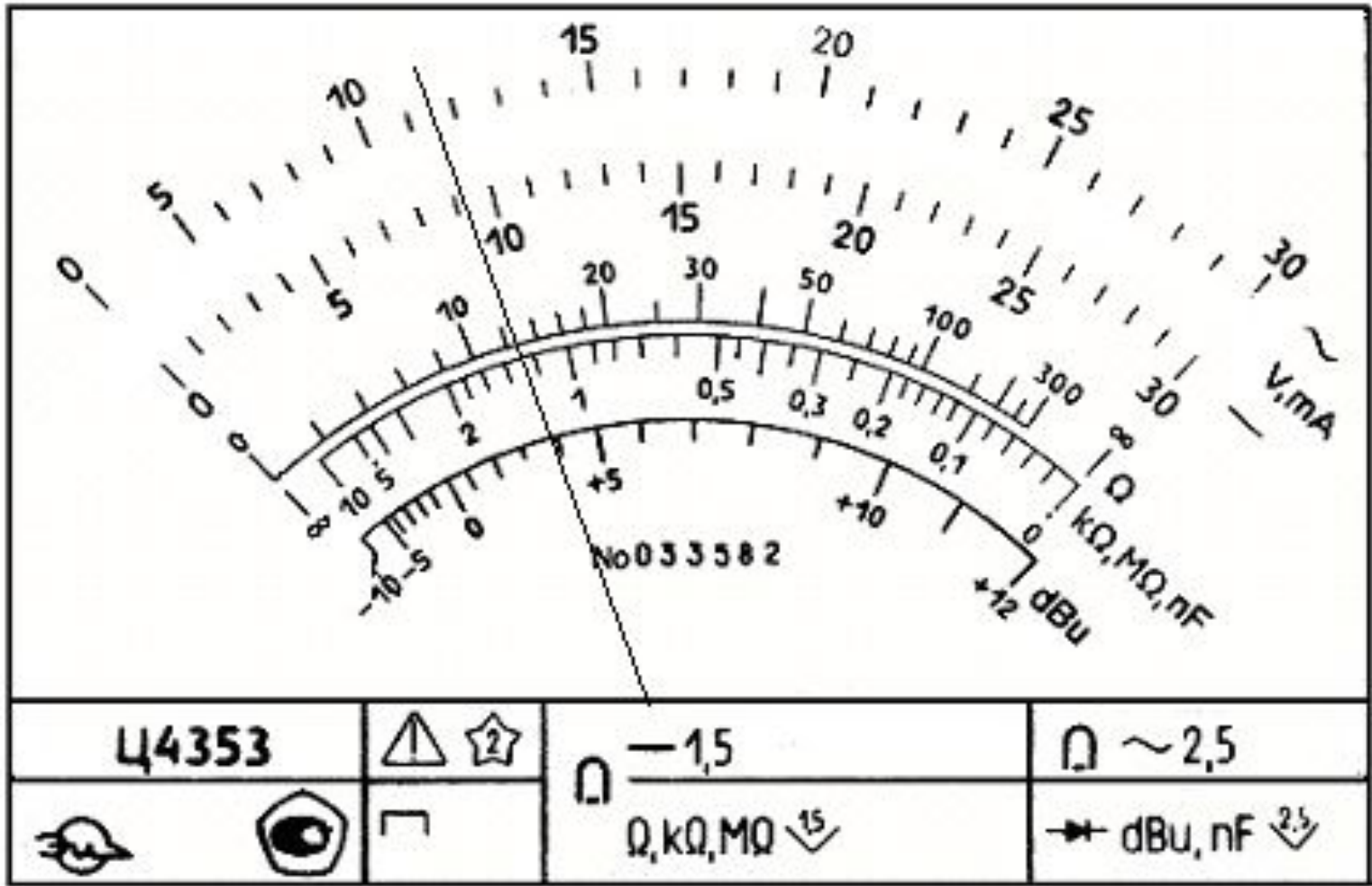
Дисциплина

**Метрология,
стандартизация и
сертификация в
инфокоммуникациях**

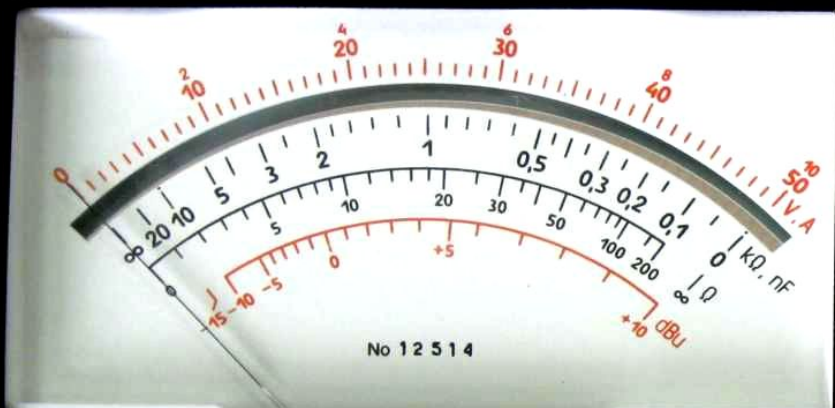
Лабораторная работа №1

Считывание отсчетных значений показаний средств измерений и формирование результатов измерений.





$V_- = 120 \text{ B}; mA_- = 3; \Omega; k\Omega \times 1; k\Omega \times 100;$
 $V_{\sim} = 60 \text{ B}; mA_{\sim} = 0,6;$

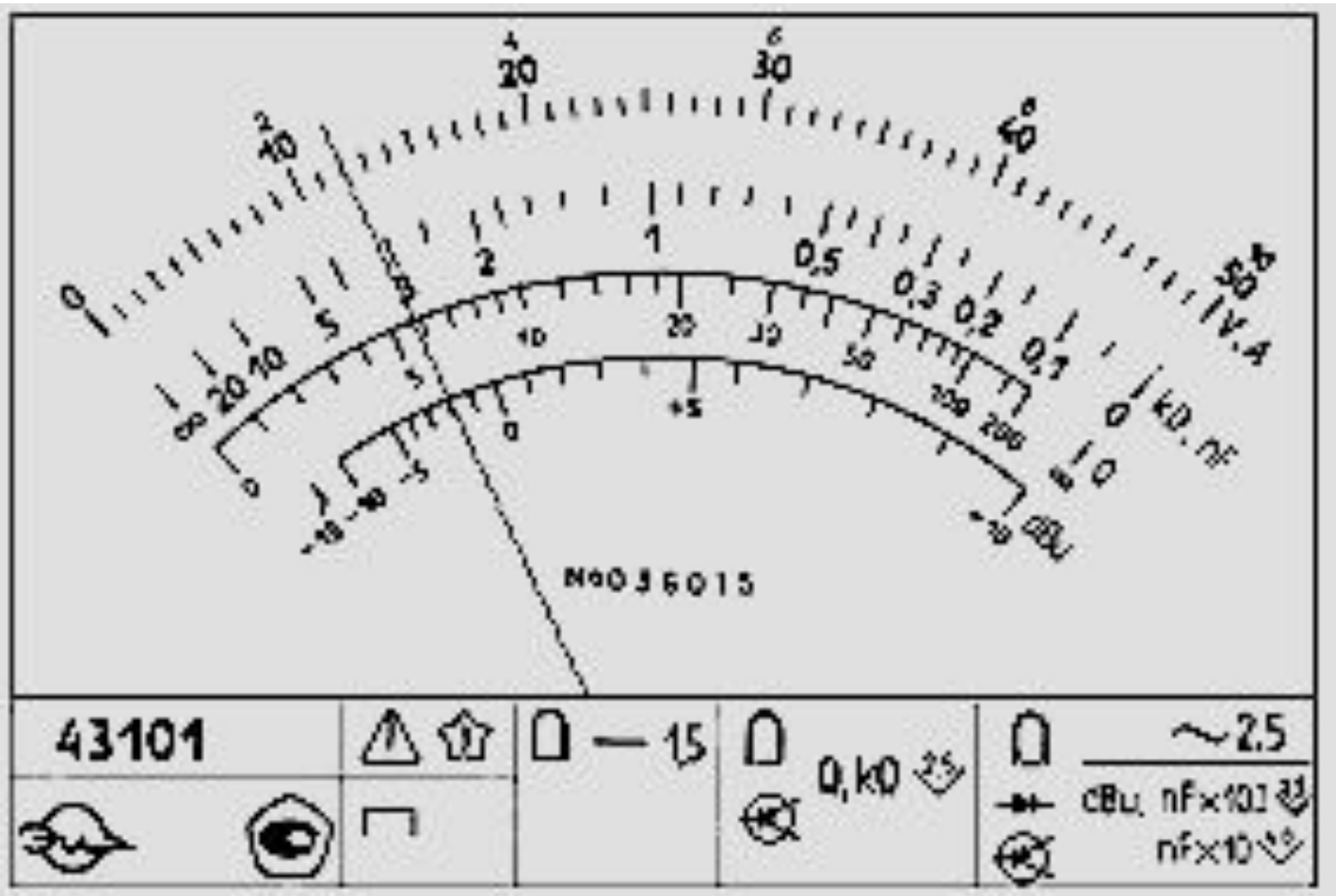


No 12 5 1 4

| | | | | |
|-------|-----|--------|----------------------|------------------------------|
| 43101 | ⚠ ⚡ | □ -1,5 | □ | ~2,5 |
| ⚡ | ⚡ | ⚡ | Ω, kΩ ^{2,5} | dBu, nF × 100 ^{2,5} |
| | | | Ω, kΩ, nF | nF × 10 ^{4,0} |

| | | |
|-------------|--------------------------|---------------|
| * 10A, * nF | + kΩ, nF | V, mA, Ω, -kΩ |
| max 10A | nF × 100 | nF × 10 |
| 2500 | 500 | 250 |
| 500 | 100 | 100 |
| 100 | 25 | 25 |
| 25 | 5 | 10 |
| 5 | 1 | 2,5; dBu |
| 1 | 0,25 | 0,5 |
| 0,25 | Ω | 0,075 |
| Ω | kΩ × 1 × 10 × 100 × 1000 | 0,05 mA |
| Ω, kΩ, nF | Ω, kΩ, nF | V, mA × 2 |





$V_ = 100 \text{ B}; mA_ = 5; \Omega; k\Omega \times 100;$
 $V\sim = 10 \text{ B}; mA\sim = 100$

Первая сверху шкала:

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

При измерении переменного напряжения U

Отсчетное значение: **11,6/30/60**

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

Абсолютная погрешность измерения:

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

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

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

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:

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

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

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: $12,5/10/20/\Delta\ell=9$ мм/Ω; к Ω×1.

Измеренное значение: 12,5 Ом.

Абсолютная погрешность измерения:

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

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

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

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

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

Находим $\Delta_{\text{оп}}(\text{Ом}) = \Delta_{\text{оп}}(\text{мм}) \cdot K \left[\frac{\text{Ом}}{\text{мм}} \right] = 0,93 \text{ мм} \cdot 1,11 \frac{\text{Ом}}{\text{мм}} = 1,023 \text{ Ом.}$

Результат измерения: $R(\text{Ом}) = (12,50 \pm 1,023) \text{ Ом.}$

При измерении по шкале (кΩ, МΩ, нF) -4-я сверху

Отсчетное значение: $1,28/1/2/ \Delta \ell = 8,5 \text{ мм}/100$

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

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

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

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

Результат измерения: $R = (128,00 \pm 10,23) \text{ кОм}$.

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.

Mobil Radio



ЖК дисплей

Измерение
постоянного
напряжения

Поворотный
переключатель

Измерение $h_{21Э}$
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

| ПРЕДЕЛ | РАЗРЕШЕНИЕ | ТОЧНОСТЬ |
|---------|------------|------------------------------|
| 200 мВ | 100 мкВ | $\pm 0,25\% \pm 2$ ед. счета |
| 2000 мВ | 1 мВ | $\pm 0,5\% \pm 2$ ед. счета |
| 20 В | 10 мВ | $\pm 0,5\% \pm 2$ ед. счета |
| 200 В | 100 мВ | $\pm 0,5\% \pm 2$ ед. счета |
| 1000 В | 1 В | $\pm 0,5\% \pm 2$ ед. счета |

Постоянное напряжение.

Пример: Отсчетное значение **150/200 мВ**

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

D – ед. счета

0,25% \rightarrow 0,0025 в относительных единицах

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

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

$$\Delta = \pm 0,575 \mathbf{\text{ мВ}};$$

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

Переменное напряжение.

| ПРЕДЕЛ | РАЗРЕШЕНИЕ | ТОЧНОСТЬ |
|--------|------------|------------------------------|
| 200 В | 100 мВ | $\pm 1,2\% \pm 10$ ед. счета |
| 750 В | 1 В | $\pm 1,2\% \pm 10$ ед. счета |

Постоянный ток.

| ПРЕДЕЛ | РАЗРЕШЕНИЕ | ТОЧНОСТЬ |
|----------|------------|-----------------------------|
| 2000 мкА | 1 мкА | $\pm 1\% \pm 2$ ед. счета |
| 20 мА | 10 мкА | $\pm 1\% \pm 2$ ед. счета |
| 200 мА | 100 мкА | $\pm 1,2\% \pm 2$ ед. счета |
| 10 А | 10 мА | $\pm 2\% \pm 2$ ед. счета |

Сопротивление

| ПРЕДЕЛ | РАЗРЕШЕНИЕ | ТОЧНОСТЬ |
|----------|------------|-----------------------------|
| 200 Ом | 0,1 Ом | $\pm 0,8\% \pm 2$ ед. счета |
| 2000 Ом | 1 Ом | $\pm 0,8\% \pm 2$ ед. счета |
| 20 КОм | 10 Ом | $\pm 0,8\% \pm 2$ ед. счета |
| 200 КОм | 100 Ом | $\pm 0,8\% \pm 2$ ед. счета |
| 2000 КОм | 1 КОм | $\pm 1\% \pm 2$ 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.

$$\delta = \pm [0,15 + 0,1 (U_k/U_x - 1)] \%$$

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 мкА ; 2, 20, 200, 2000 мА

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

Измерение среднего квадратического значения силы переменного тока:

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

а) от 40 Гц до 10 кГц

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

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 — U_k , I_k , R_k - верхний предел установленного диапазона измерения напряжения, тока, сопротивления ;

U_x , I_x , R_x - значение измеряемой величины напряжения, тока, сопротивления.

Обработка результатов однократных косвенных измерений

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

| Оценка погрешности косвенного метода по | | Представительный результат | Физическая трактовка |
|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------|
| пессимистической модели | среднеквадратической модели | | |
| | | | |
| | | | |

Обработка результатов однократных косвенных измерений

| Измеряемая величина косвенным методом | Соответствующие измеренные величины прямым методом | | $\Delta_{\text{оп}}$ | | Значение физической величины |
|---------------------------------------|--|-----|----------------------|--------------|------------------------------|
| | U,В | I,А | $\Delta U,В$ | $\Delta I,А$ | |
| | 0,565 | | 0,0225 | 0,045 | 500 Ом |
| | 0,565 | | 0,0225 | 0,045 | |

Определение погрешности при косвенном измерении сопротивления R по *пессимистической* модели

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 | Среднеквадратической модели | | |
| 39,82 Ом | 29,83 Ом | 500,00±29,83 Ом | |
| | | | |