

**Практическая работа №2.
«Выбор приборов по метрологическим
характеристикам».**

1) Что такое погрешность и что она представляет собой?

Что включает в себя погрешность?

2) Классификация погрешностей по способу выражения.

3) Классификация погрешностей по причинам и условиям возникновения (основная).

4) Дать определение: рабочие условия измерений (дополнительная).

5) Что представляет собой предел допускаемой основной погрешности и предел допускаемой дополнительной погрешности?

6) Дать обобщенную характеристику класса точности (КТ).

7) Классификация погрешностей по характеру изменений.

8) Классификация погрешностей по зависимости от измеряемой величины.

9) Как нормируют метрологические характеристики?

10) Классификация погрешностей в зависимости от влияния характера изменения измеряемой величины.



Цель работы:

- 1) Ознакомление с основными методами и средствами радиоизмерений на предприятии.**
- 2) Научиться выбирать измерительные приборы по метрологическим характеристикам и параметрам приборов для измерения электрических величин.**
- 3) Развить практические навыки на основе приобретенных технических знаний, познавательную деятельность учащихся умение логически мыслить.**
- 4) Воспитывать интерес к дисциплине.**

1. Краткие сведения из теории:

Грамотный выбор средства измерения (в частности - измерительного прибора) – это важный вопрос, от решения которого в значительной мере зависит достоверность результатов измерения (регистрации) и эффективность работы в эксперименте.

Если есть возможность выбрать один прибор из нескольких однотипных, подходящих по диапазонам измерений и основным эксплуатационным характеристикам, то прежде всего следует руководствоваться метрологическими характеристиками приборов.

Если примерное значение измеряемой величины известно, условия проведения эксперимента достаточно определены, то можно оценить (т.е. определить хотя бы приблизительно) ожидаемые инструментальные погрешности всех сравниваемых приборов.

Существуют два подхода к оценке погрешностей результатов измерений: детерминированный и вероятностный (статистический).

Первый – проще, но дает в общем случае завышенную оценку погрешности, т.к. в нем рассматривается наихудший случай сочетания всех составляющих. Он иногда так и называется - метод наихудшего случая.

Рассмотрим (детерминированный) подход на примере выбора прибора для статического однократного измерения периодического напряжения электрической сети.

Допустим предполагаемый диапазон измеряемых средних квадратических (действующих) значений 170 В ... 260 В. Номинальная частота 50 Гц. Полоса частот (спектр) исследуемого напряжения ограничен верхней частотой - 2000 Гц. Температура в эксперименте предполагается порядка + 30°C ... + 35°C.

Суммарная инструментальная погрешность должна быть обеспечена на уровне не хуже 3% ... 4%).

Предположим, в нашем распоряжении три прибора: А, Б, В (см. рис.1):

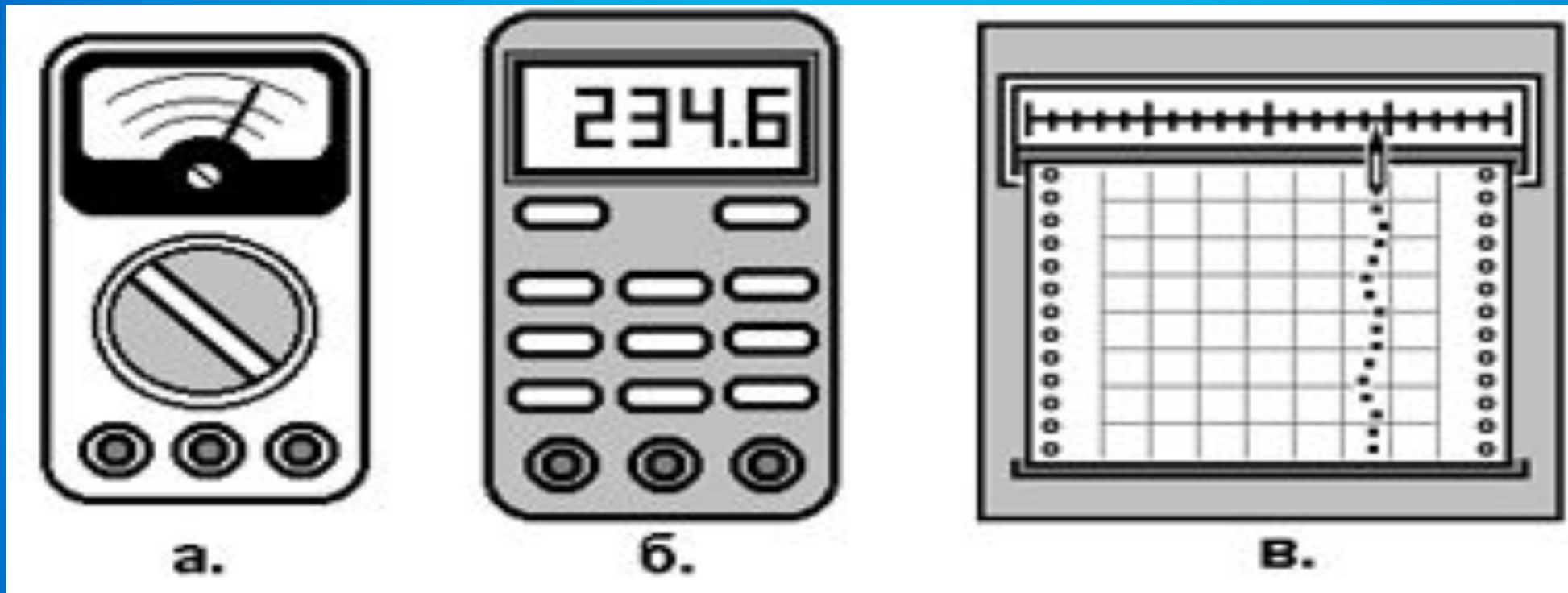


Рис.1. Имеющиеся приборы.

ПРИБОР А.

Аналоговый многофункциональный измерительный прибор (тестер) с подходящим диапазоном измерения переменных напряжений 0 ... 300 В. Класс точности прибора (предельное значение основной приведенной погрешности $g_{\text{п}}$) в этом режиме и на этом диапазоне: 1,5 (т.е. $g_{\text{п}} = \pm 1,5 \%$). Дополнительная погрешность определена в паспорте на прибор как "основная на каждые 10°C " в пределах изменения температур окружающей среды до $+ 50^{\circ}\text{C}$.

ПРИБОР Б.

**Цифровой мультиметр с подходящим диапазоном измерения переменных напряжений 0 ... 400 В. Класс точности прибора (предельное значение основной абсолютной погрешности D_{Π}) на этом диапазоне: $D_{\Pi} = \pm (0,005 \cdot X_k + 0,005 \cdot X)$, где X_k - верхнее значение диапазона измерения (в нашем случае $X_k = 400 \text{ В}$); X - предполагаемое измеренное значение (в нашем случае $X = 170 \text{ В} \dots 260 \text{ В}$).
Дополнительная погрешность определена как "половина основной на каждые 10°C " в пределах изменения температур окружающей среды до $+ 50^{\circ}\text{C}$.**

ПРИБОР В.

Аналоговый самопишущий вольтметр переменного напряжения с диапазоном измерения 500 В. Класс точности прибора (предельное значение основной относительной погрешности $d_{\text{п}}$ во всем диапазоне рабочих температур (0 ... + 45°C) $d_{\text{п}} = \pm 5,0 \%$.

Классы точности всех приборов заданы по-разному и графически зависимости значений абсолютных и относительных погрешностей от значения измеряемой величины X можно представить так - см. рис.2

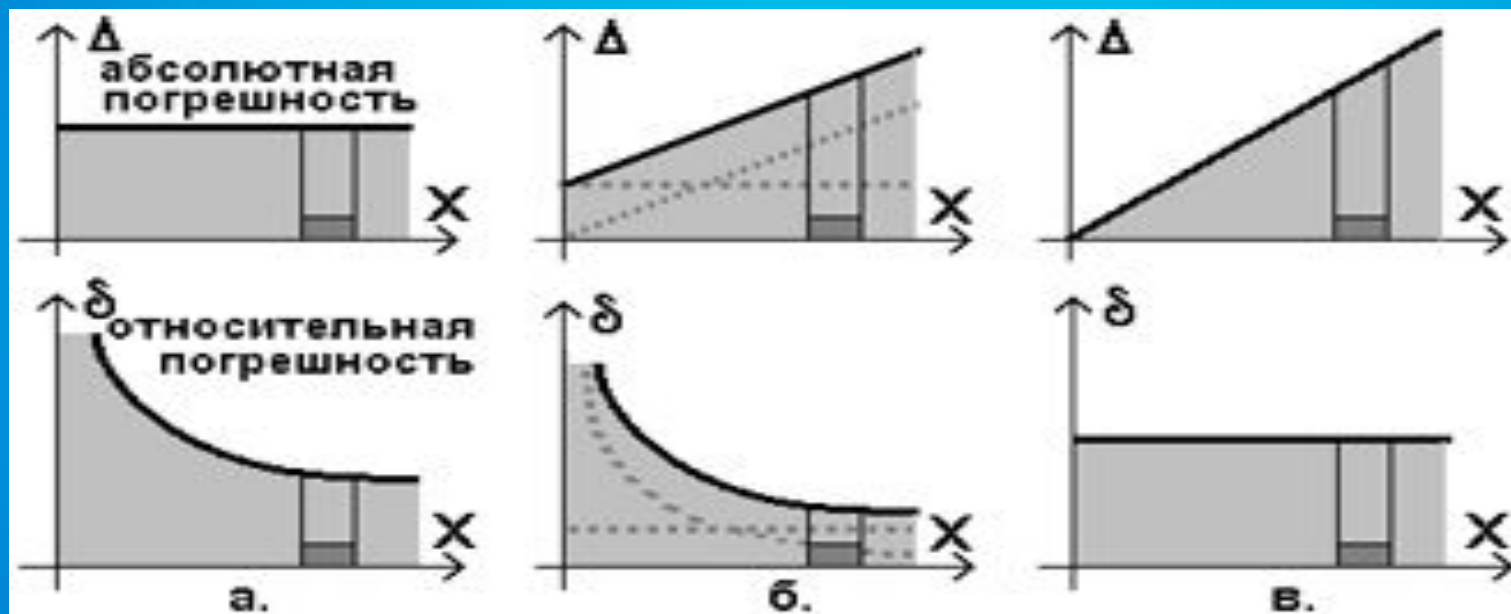


Рис. 2. Зависимость абсолютных и относительных погрешностей рассматриваемых приборов от значения измеряемой величины X .

Пренебрегая методическими погрешностями, погрешностями взаимодействия, субъективными погрешностями, оценим количественно абсолютные (D) и относительные (d) инструментальные погрешности предполагаемых результатов измерения напряжения всеми приборами. Причем, воспользуемся наиболее простым подходом - методом наихудшего случая, т.е. определим максимально возможные значения погрешностей при заданных условиях.

Предельное значение основной абсолютной погрешности D_{10} :

$$D_{10} = \frac{g_{\pi} \cdot X_{\kappa}}{100\%}$$

где X_{κ} - диапазон измерения (нормирующее значение - часто аналог конечного значения X_{κ}).

$$D_{10} = \frac{\pm (1,5\% \cdot 300\text{В})}{100\%} = \pm 0,5\text{В}$$

Предельное значение основной относительной погрешностей d_{10}

$$d_{10} = \pm \frac{4,5\text{В}}{170\text{В}} \cdot 100\% = \pm 2,65\%$$

Дополнительная (температурная) абсолютная погрешность $D_{1д}$ определяется так:

$$D_{1д} = D_{10} \cdot \frac{35 - 20}{10} = \pm \frac{4,5\text{В} \cdot 15^{\circ}\text{C}}{10^{\circ}\text{C}} = \pm 6,75\text{В}$$

Дополнительная (температурная) абсолютная погрешность $D_{\text{т}}$ определяется так:

$$D_{\text{т}} = D_{10} \cdot \frac{35 - 20}{10} = \pm \frac{4,5\text{В} \cdot 15^{\circ}\text{C}}{10^{\circ}\text{C}} = \pm 6,75\text{В}$$

Суммарная инструментальная абсолютная погрешность D_1 равна:

$$D_1 = D_{10} + D_{\text{т}} = \pm(4,5 + 6,75)\text{В} = \pm 11,25\text{В}$$

Предельное значение суммарной относительной погрешностей d_1 (для худшего значения $X = 170\text{В}$)

$$d_1 = \pm \left(\frac{11,25\text{В}}{170\text{В}} \right) \cdot 100\% = \pm 6,61\%$$

Прибор Б.

Предельное значение основной абсолютной погрешности D_{20}

$$D_{20} = \pm(0,005 \cdot X_k + 0,005 \cdot X)$$

где: X_k - верхнее значение диапазона измерения (в нашем случае $X_k = 400$ В);
 X - предполагаемое измеренное значение (в нашем варианте - диапазон значений $X = (170 \dots 260)$ В.

Меньшему значению X соответствует погрешность

$$D_{20} = \pm(0,005 \cdot 400\text{В} + 0,005 \cdot 170\text{В}) = \pm(2,0\text{В} + 0,85\text{В}) = \pm 2,85\text{В}$$

Большему значению X соответствует погрешность

$$D_{20} = \pm(0,005 \cdot 400\text{В} + 0,005 \cdot 260\text{В}) = \pm(2,0\text{В} + 1,3\text{В}) = \pm 3,3\text{В}$$

Дополнительная (температурная) абсолютная погрешность $D_{2д}$ определяется для границ диапазона возможных значений X так:

$$D_{2д} = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_{20} \cdot (35 - 20)}{10} = \pm \frac{1}{2} \left(\frac{2,8В \cdot 15^{\circ}C}{10^{\circ}C} \right) = \pm 2,1В$$

$$D_{2д} = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_{20} \cdot (35 - 20)}{10} = \pm \frac{1}{2} \left(\frac{3,3В \cdot 15^{\circ}C}{10^{\circ}C} \right) = \pm 2,48В$$

Суммарная инструментальная абсолютная погрешность D_2 для границ диапазона возможных значений X равна:

$$D_2 = D_{20} + D_{2д} = \pm(2,8 + 2,1) = \pm 4,9В$$

$$D_2 = D_{20} + D_{2д} = \pm(3,3 + 2,48) = \pm 5,78В$$

Предельные значения суммарной относительной погрешности d_2 для границ диапазона значений $X = (170 \dots 260) \text{ В}$, соответственно:

$$d_2 = \pm \left(\frac{4,9\text{В}}{170\text{В}} \right) \cdot 100\% = \pm 2,88\%$$

$$d_2 = \pm \left(\frac{5,78\text{В}}{260\text{В}} \right) \cdot 100\% = \pm 2,22\%$$

Прибор В.

Предельное значение общей относительной погрешностей $d_3 = \pm 5,0\%$ (во всем диапазоне рабочих температур).

Предельное значение общей абсолютной погрешности D_3

$$D_3 = \frac{(d_3 \cdot X)}{100\%}$$

где X - измеренное значение.

$$D_3 = \pm \frac{(5,0\% \cdot 260В)}{100\%} = \pm 13В$$

Найденные оценки предельных значений суммарных абсолютных и относительных инструментальных погрешностей сведены в таблицу 1. (Следует отметить, что реальные погрешности могут иметь любые конкретные значения, не превышающие рассчитанных предельных значений).

Таблица 1.Оценки суммарных инструментальных погрешностей

Приборы	Оценки предельных значений суммарных абсолютных погрешностей D (округленно)	Оценки предельных значений суммарных относительных погрешностей d (округленно)
А.	$\pm 11 \text{ В}$	$\pm 6,6 \%$
Б.	$\pm 4,9 \text{ В} / \pm 5,8 \text{ В}$	$\pm 2,9 \%$ / $\pm 2,2 \%$
В.	$\pm 13 \text{ В}$	$\pm 5,0 \%$.

Таким образом, можно сделать следующий вывод:

В данном случае, естественно, правильнее выбрать второй прибор (прибор Б) , т.к. он обеспечивает требуемое значение предельной относительной погрешности ($\pm 2,9\%$ / $\pm 2,2\%$) во всем диапазоне возможных значений измеряемого напряжения.

Строго говоря, необходимо учитывать и другие возможные составляющие общей погрешности результата. Например, в данном случае, погрешность взаимодействия, вызванную недостаточно высоким входным сопротивлением измерителя напряжения.

Отметим, что не следует стремиться выбрать прибор с минимальной (а тем более - с нулевой) погрешностью. Требование неоправданно высокой точности к прибору приводит к увеличению затрат на эксперимент.