

Метрология

Бахирев С.Н.

3 сентября 2024 г.

1 Физические величины, измерительные шкалы и системы единиц.

1.1 Основные понятия и определения

- Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.
- Физическая величина - это свойство, общее в качественном отношении ко многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого физического объекта.
- Единица величины - фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин.
- Измерение - совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.
- Качественной характеристикой измеряемых величин является размерность (обозначается DIM (заглавные буквы латинского алфавита)).

$$DIM(l) = L$$

$$DIM(m) = M$$

$$DIM(t) = T$$

...

Размерность производных физических величин выражается через размерности основных физических величин с помощью степенного многочлена.

$$DIM(Q) = L^{\alpha} \cdot M^{\beta} \cdot T^{\gamma} \cdot \dots$$

где L, M, T - размерности основных физических величин
а α, β, γ - показатели размерности

Эти показатели могут быть целыми или дробными, положительными или отрицательными, включая 0. Если все показатели равны нулю, то такая величина является безразмерной.

Безразмерная величина может быть относительной (коэффициент полезного действия)

Если взять логорифм, то получим логорифмическую величину. Пример:

$$1\text{Б (Белл)} = \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

$$P_1 = 10 \cdot P_0$$

$$1\text{Б} = 10\text{дБ}$$

$$1\text{Б} = \log_{10} \frac{\frac{U_1^2}{R}}{\frac{U_0^2}{R}} = 20 \cdot \log_{10} \frac{U_1}{U_0} (\text{дБ})$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

– Декада:

$$1 \text{ декада} = \log_{10} F_2 / F_1$$

$$F_2 = 10 \cdot F_1$$

– Октава:

$$1 \text{ октава} = \log_2 F_2 / F_1$$

$$F_2 = 2 \cdot F_1$$

$$A = 20 \cdot \log_{10} \frac{U_1}{U_2} \text{ (дБ)} = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{0.6} = 0.755 \text{ (В)}.$$

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

$$R = 600 \text{ (Ом)}.$$

$$P = 1 \text{ (мВт)}.$$

- Количественной характеристикой физических величин служит размер. Размер - это количественное содержание в данном объекте свойств соответствующих понятию "физическая величина".

Уравнение измерения $Q = q[Q]$

где $q[Q]$ - значение физической величины

$[Q]$ - единица измерения

- Однозначность измерения работает для всех, кроме некоторых (например, твердость тела)

1.2 Измерительные шкалы

Шкала измерений - это упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой для её измерения.

Виды шкал:

- Шкала наименований - это качественная шкала. На ней нет ни размеров, ничего другого. (Атлас цветов, примеры обоев)
- Шкала порядка - Упорядоченная совокупность размеров, каждый из которых больше предыдущего. $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4 \dots$

На шкале порядка не определены никакие математические действия за исключением логических операций (больше, меньше, равно) (пример: шкала измерения скорости ветра по наблюдениям за паром в обычной жизни).

Результатом измерения по шкале порядка является решение. Решение может быть неверным, если $Q_i \approx Q_j$.

$$P_{\text{ошиб}} = P_I + P_{II} + \dots$$

- Шкала интервалов.

$$\Delta Q = Q_i - Q_j$$

где Q_j - опорное значение.

На шкале интервалов определены такие математические действия, как сложение и вычитание. Шкала интервалов имеет условное нулевое значение.

- Шкала отношений

$$q = \frac{Q}{[Q]}$$

Самая информативная из всех шкал. На ней определены все математические действия.

1.3 Международная система единиц физических величин

11 международная конференция по мерам и весам в 1960-м году: была принята Система СИ. Изначально включала 7 основных величин и 2 дополнительные: радиан и стерадиан. Потом 2 дополнительные убрали.

3 основные единицы физики раньше:

- сгс - сантиметр грамм секунда
- мкгса - метр килограмм градус сила ампер
- мтс - метр тонна секунда

Есть ещё и другие внесистемные величины, действующие наравне единицам СИ. Пример: минута, час, день, градус, гектары, сотки,