

Иркутский филиал
**Московского государственного технического
университета гражданской авиации**



ДБ-3 (ЦКБ-30)

дальний бомбардировщик

Первый полёт лето 1935

Единиц произведено 1528

Модификация - Ил-4 5256

Тема №1 Теоретические основы метрологии

Лекция 2 (2 часа)

Изучаемые вопросы:

- 2.1. Виды и методы измерений
- 2.2. Формы представления результатов измерений
- 2.3. Общие сведения о средствах измерений (СИ)
- 2.4. Аппроксимация градуировочных характеристик измерительных преобразователей

Лектор – к.ф.м.н., доцент Кобзарь В.А.

2.1. Виды и методы измерений

2.1.1 Классификация видов измерений

Измерение — познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной ФВ с известной ФВ, принятой за единицу измерения



2.1.2. Измерения по способу получения результата

Прямые - измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных

$$X_{изм} = Nx_0$$

Косвенные - измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям

$$Y = f[X_1, X_2, \dots, X_n]$$

Совокупные - это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин

Совместные - это производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.

$$\begin{cases} f_1[x_1, x_2, \dots, x_n, Y_1, \alpha, b] = 0 \\ f_2[x_1, x_2, \dots, x_n, Y_2, \alpha, b] = 0 \\ \dots \\ f_n[x_1, x_2, \dots, x_n, Y_n, \alpha, b] = 0 \end{cases}$$

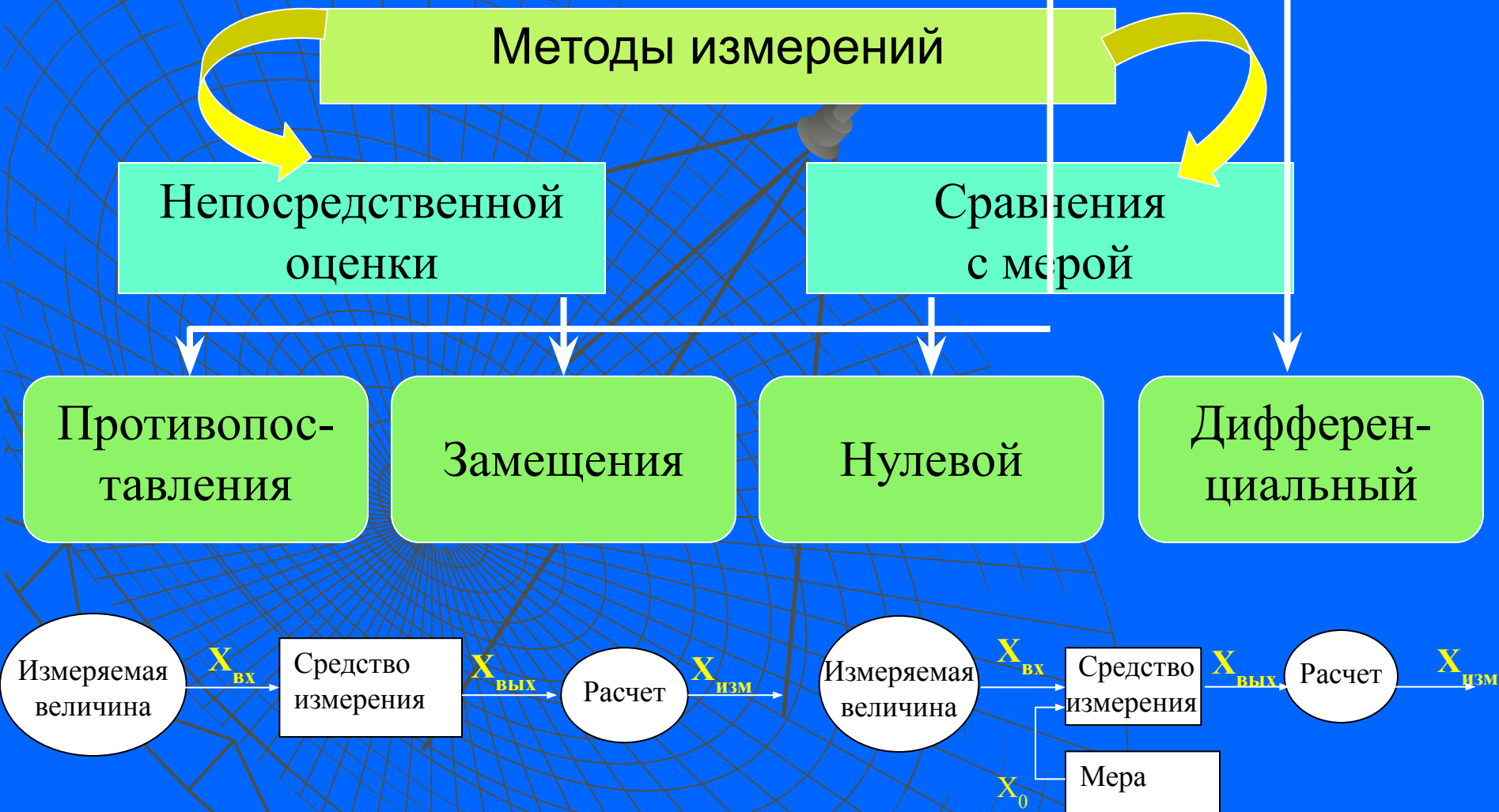
$$\begin{cases} f(x, y, z, W_{изм1}, U_{изм1}, \alpha, b) = 0; \\ f(x, y, z, W_{изм2}, U_{изм2}, \alpha, b) = 0 \\ f(x, y, z, W_{изм3}, U_{изм3}, \alpha, b) = 0. \end{cases}$$

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2]$$

2.1.3. Методы измерений

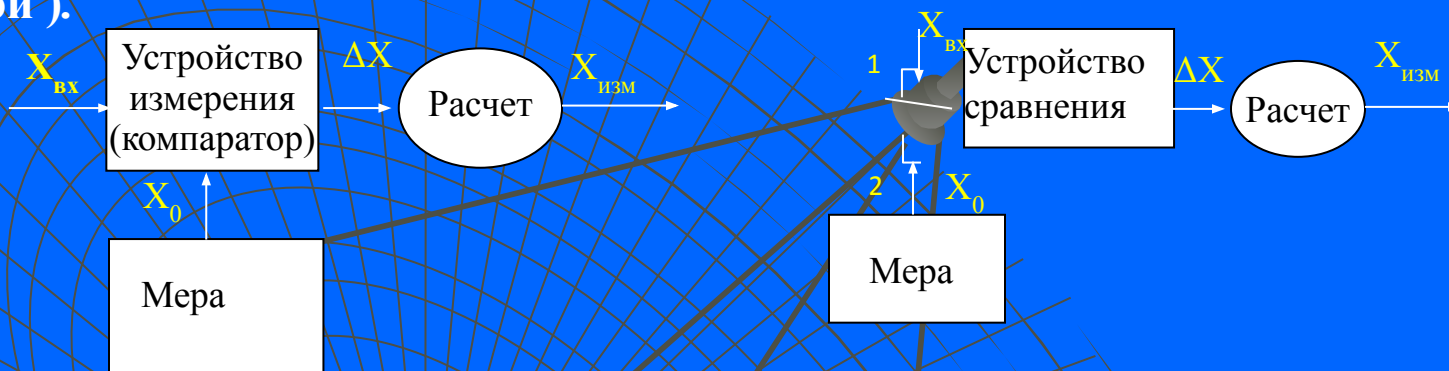
Метод измерений — совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

Под принципом измерений понимается совокупность физических явлений, на которых основаны измерения.



2.1.4. Метод сравнения с мерой и его разновидности

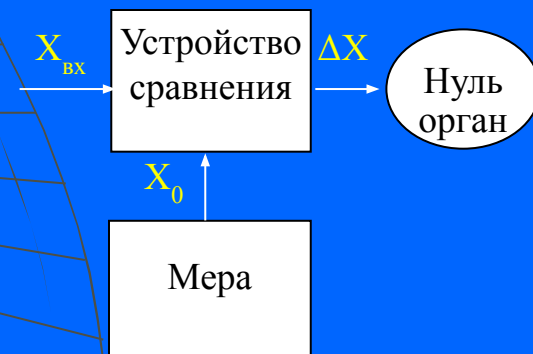
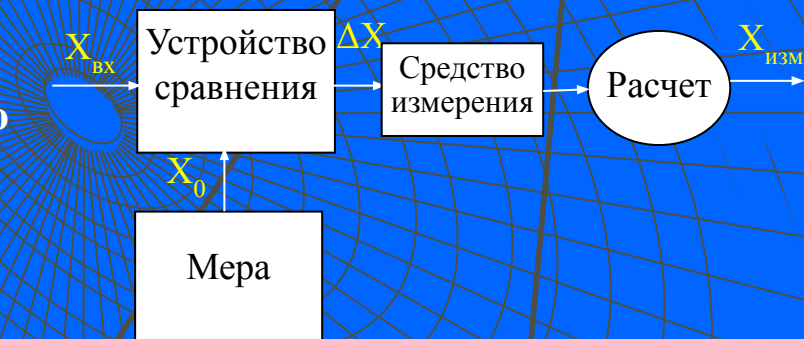
Метод сравнения с мерой — метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Различают методы *противопоставления* ($X_{вх}$ и X_0 одновременно воздействуют на компаратор) и *замещения* (измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой).



Метод противопоставления

Метод замещения

Если разностный сигнал между сравниваемыми величинами доводят до нуля, то такой метод называют нулевым. Если же разностный сигнал измеряется средством измерения, то такой метод называется дифференциальным



Дифференциальный метод замещения

Нулевой метод замещения

2.2. Формы представления результатов измерений

Стандартом регламентирована форма записи результата прямого однократного измерения величины $X_i = \bar{A} \pm \Delta(P_D)$. При записи результатов измерений наименьшие разряды числовых значений результата измерения и численных показателей точности должны быть одинаковы.

Правила округления результатов и погрешностей измерений

- Результат измерения округляют до того же десятичного знака, которым заканчивается округленное значение абсолютной погрешности.
- Лишние цифры в целых числах заменяются нулями, а в десятичных дробях отбрасываются.
- Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остающиеся цифры числа не изменяют
- Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов больше или равна 5, но за ней следуют отличные от нуля цифры, то последнюю оставляемую цифру увеличивают на единицу
- Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней цифры неизвестны или нули, то последнюю сохраняемую цифру не изменяют, если она четная и увеличивают, если она нечетная
- Погрешность результата измерения указывают двумя значащими цифрами, если первая из них равна 1 или 2, и одной – если первая цифра равна 3 и более.
- Округление результатов измерений производят лишь в окончательном виде

2.3. Общие сведения о средствах измерений

Средство измерений — техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства



Мера — средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера (однозначная и многозначная)

Измерительный преобразователь — средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования» обработки и хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем (первичный, передающий, масштабный)

Измерительные приборы — средства измерений, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (аналоговые и цифровые)

Измерительные установки — совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, преобразователей, приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенная в одном месте.

Измерительные системы - совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и использования в различных системах управления

2.3.1. Измерительные приборы



Все измерительные приборы делятся на 20 подгрупп: **А** - для измерения силы тока; **Б** - источники питания для схем измерений и радиоизмерительных приборов; **В** - для измерения напряжения; **Г** - генераторы измерительные; **Д** - для измерений ослабления и аттенюаторы; **Е** - для измерения параметров элементов с сосредоточенными параметрами; **И** - для импульсных измерений; **К** - комплексные измерительные установки; **Л** - для измерения параметров электронных ламп и полупроводниковых приборов; **М** - для измерения мощности; **П** - для измерения напряженности поля и радиопомех; **Р** - для измерения параметров элементов и трактов с распределенными постоянными; **С** - для наблюдения, измерения и исследования формы сигналов и их спектров; **У** - усилители измерительные; **Ф** - для измерения фазовых сдвигов и группового времени запаздывания; **Х** - для наблюдения и исследования характеристик электрических цепей и радиоустройств; **Ч** - для измерения частоты; **Ш** - для измерения электрических и магнитных свойств материалов; **Э** - измерительные устройства коаксиальных и волноводных трактов; **Я** - блоки радиоизмерительных приборов.

2.3.2. Метрологические характеристики средств измерений

Технические характеристики средств измерений, оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений, называются метрологическими характеристиками

Функция преобразования измерительного прибора (градуировочная характеристика, уравнение преобразования) — зависимость между выходным сигналом ИП Y и его входным сигналом X .

$$Y = f(X).$$

Чувствительность измерительного прибора — характеризует способность прибора реагировать на изменения входного сигнала

$$S = \Delta y / \Delta x$$

Цена деления шкалы аналогового ИП (или постоянная прибора) — разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы

Порог чувствительности — изменение входного сигнала, вызывающее наименьшее изменение выходного сигнала, которое может быть обнаружено наблюдателем с помощью данного прибора без дополнительных устройств.

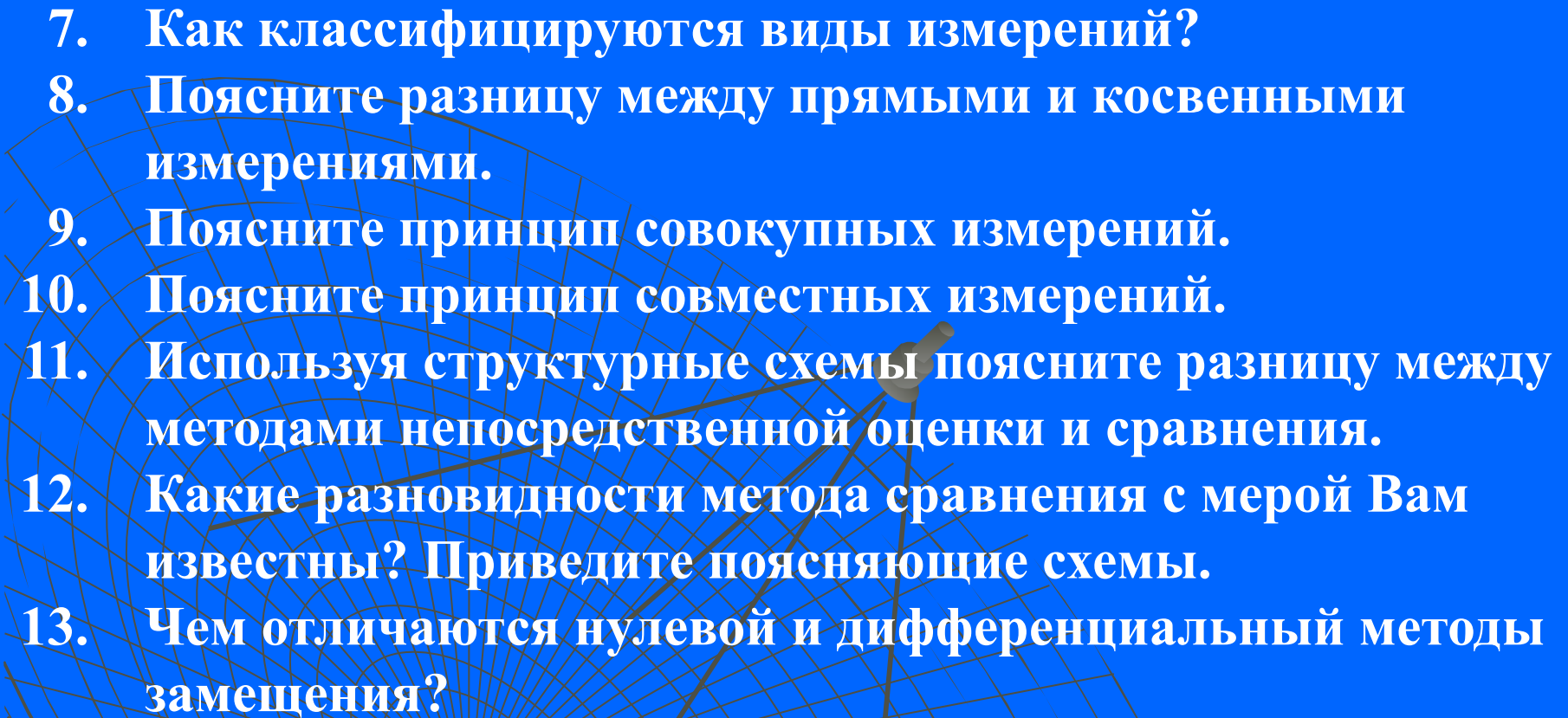
Диапазон измерений — область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средств измерений.

Диапазон показаний - размеченная область шкалы, ограниченная ее начальным и конечным значениями, т.е. указанными на ней наименьшим X_{\min} и наибольшим X_{\max} возможными значениями измеряемой величины (этот диапазон может быть шире диапазона измерений).

Задание на самостоятельную работу

Прочитав конспект лекций ответить на следующие вопросы:

1. При помощи каких метрологических понятий количественно описываются свойства объектов?
2. В какой форме выражается размерность ФВ? Поясните на примере уравнения связи ФВ значения оснований и показателей степенного многочлена.
3. Какие действия можно производить над размерностями ФВ и где они применяются?
4. Что называют системой ФВ? Какие величины в системе ФВ называют основными и производными? Приведите примеры символов и единиц основных и производных в международной системе СИ.
5. Поясните термины системные и внесистемные значения ФВ. Приведите примеры внесистемных единиц ФВ: допускаемых наравне с единицами СИ, допускаемых к применению в специальных областях, временно допускаемых к применению наравне с единицами СИ, изъятых из употребления.
6. Международная система единиц СИ. Назовите системы единиц СИ различных разделов физики: геометрия и кинематика, динамика, термодинамика, электромагнетизм, оптика и световые волны, молекулярная физика.

- 
7. Как классифицируются виды измерений?
 8. Поясните разницу между прямыми и косвенными измерениями.
 9. Поясните принцип совокупных измерений.
 10. Поясните принцип совместных измерений.
 11. Используя структурные схемы поясните разницу между методами непосредственной оценки и сравнения.
 12. Какие разновидности метода сравнения с мерой Вам известны? Приведите поясняющие схемы.
 13. Чем отличаются нулевой и дифференциальный методы замещения?

[1] – А.Г. Сергеев, М.В. Латышев, В.В. Терегеря. Метрология, стандартизация, сертификация. – М.: ЛОГОС, 2004. стр. 10-25

Задания для подготовки к тестированию

1. Энергия определяется по уравнению $E = mc^2$, где m – масса, c – скорость света. Укажите правильную размерность энергии E .

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) LM^2T^{-2} ; 2) L^2MT^{-2} ; 3) LMT^{-2} ; 4) $L^{-2}MT^2$.

2. Если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряется длина и температура стержня, то измерения называют... ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) относительными 2) косвенными
3) совокупными 4) совместными

3. Температура воздуха в градусах Цельсия определяется по шкале... ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) наименований 2) интервалов 3) порядка 4) абсолютной

4. Производными физическими величинами системы SI

являются ... ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) кандела 2) плоский угол
3) моль 4) телесный угол