



КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА – КАИ

ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Кафедра радиоэлектроники и информационно-измерительной техники

Учебный курс:

**«Метрология, стандартизация и
сертификация»**

Курсанов А.Ю., к.т.н., доцент

Трудоемкость курса

Вид занятий	Количество	Преподаватель
Лекции	8	Кирсанов Александр Юрьевич
Практика	8	
Лаб. работы	4	Никишина Гузель Венеровна
Самостоятельная работа	54 часа (минимум)	–
ВСЕГО, час	108/3 з.е.	

Форма промежуточной аттестации:

- работа на практических занятиях (выполнение домашних заданий, решение задач у доски);
- выполнение лабораторных работ;
- прохождение опросов по лекциям;
- тестирования в течении семестра.

Форма итоговой аттестации: зачет

70 баллов – в течении семестра

30 баллов – по билетам,

письменно



Описание курса

О курсе

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области метрологии, стандартизации и сертификации. Основными задачами дисциплины являются изучение основных понятий и определений метрологии, определения метрологических характеристики средств измерений, способов их нормирования и представления, методов и способов измерений, основ стандартизации и сертификации; формирование навыков представления результатов измерений и оценивания погрешностей измерений.

Формат

Курс включает

- видео-лекции и конспекты лекций;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- текущую аттестацию (тестирование) в процессе прохождения курса;
- промежуточную аттестацию в форме зачета.

Курс изучается в осеннем семестре. Длительность курса составляет 16 недель. Недельная учебная нагрузка обучающихся по курсу составляет 6-8 часов (в зависимости от сложности раздела). Общая трудоемкость курса – 3 зачетных единицы.

Требования

Курс рассчитан на бакалавров 2-го года обучения, освоивших базовые курсы физики и математики.

Для прохождения курса дополнительного программного обеспечения не требуется.

Содержание курса

1. Основы метрологического обеспечения методов и средств измерений

1.1. Общие положения метрологии

Метрология, стандартизация и сертификация

[Титульный лист](#)[Метаданные](#)[Описание курса](#)[Регламент дисциплины](#)

Содержание курса

1. Основы метрологического обеспечения методов и средств измерений

Практическое занятие 1. Расчет методической погрешности результатов измерения

Практическое занятие 2. Классы точности средств измерения

Лабораторная работа №1. Исследование погрешностей

Лабораторная работа №2. Проверка осциллографов

Лабораторная работа №4. Погрешность косвенных измерений

2. Обработка результатов измерения

Практическое занятие 3. Интервальная оценка случайной погрешности результатов измерения

Рекомендуемая литература

1. *Сергеев А.Г., Терезеря В.В.* Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. – М.: Изд-во Фрайт; ИД Юрайт, 2011. – 820 с.
2. *Борисов Ю.И., Сигов А.С., Нефедов В.И., и др.* Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 336 с.
3. *Бурдун Г.Д., Марков Б.Н.* Основы метрологии. Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
4. *Вяселев М.Р., Габсалямов Г.Г., Ермолин В.И., Сухарев А.А., Новошинов Ю.Г.* Метрология и технические измерения; Методическое пособие для практических занятий. Казань; Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. 176 с.
5. *Дворяшин Б.В.* Основы метрологии и радиоизмерения.– М.: Радио и связь, 1993.– 320 с.
6. *Нефедов В.И., Хахин В.И., Федорова и др.* Метрология и электро-радиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов.–М.: Высш.шк., 2001 – 383 с.
7. *Тартаковский Д.Ф., Ястребов А. С.* Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов.– М.: Высш. шк.,2001. – 205

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ КУРСА

1. Основы метрологического обеспечения методов и средств измерения
2. Обработка результатов измерений
3. Техническое регулирование. Стандартизация и сертификация

I. Основы метрологического обеспечения методов и средств измерения

Общие положения

Краткая история развития метрологии

1. Погрешности измерения

1.1. Основные понятия и определения

1.2. Классификация погрешностей измерения

1.3. Виды измерений

Общие положения. Краткая история развития

метрологии

Метрология (от греч. «*metron*» – мера, «*logos*» – учение) – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Первые попытки установления системы стандартных мер

- Древняя Греция (VI в. до н.э.): в качестве меры длины использовался фут, равный 297мм
- Позднее попытки введения мер, одинаковых и обязательных для всей страны, были предприняты в Англии в 1001, 1215, 1494 гг., во Франции в 1321г., в Австрии в 1438 г.
- На Руси в 996 г. в «Уставе князя Владимира Святославовича» о церковных судах были перечислены виды мер для измерения длины, объема, массы. В 1134 г. князь Всеволод Мстиславович издал «Устав о церковных судах и о людях, и о мерилах торговых».
- В начале XVIII в. по указу Петра I наблюдение за правильностью торговых весов было возложено на Департамент торговли и мануфактур Министерства финансов, а также чинов полиции.
- В начале XVIII в. появились книги, где описывалась действующая русская метрологическая система.

Общие положения. Краткая история развития

метрологии

- В 1841 г. в России была создана метрологическая служба. В соответствии с принятым Указом «О системе Российских мер и весов», узаконившим ряд мер длины, объема и веса, при Петербургском монетном дворе было организовано «Депо образцовых мер и весов» - первое государственное поверочное учреждение, основными задачами которого являлось эталонов, составление таблиц русских и иностранных мер, изготовление менее точных по сравнению с эталонами образцовых мер и рассылка последних по регионам страны.
- В 1875 г. семнадцатью странами (в том числе и Россией) подписана *метрическая конвенция*, целью которой была унификация национальных систем единиц измерений и установление единых фактических эталонов длины и массы (метра и килограмма). Для этого было организовано Международное бюро мер и весов (МБМВ), находящееся в г. Севре во Франции.
- В 1893 г. была основана *Главная палата мер и весов*, директором которой был назначен Д.И. Менделеев.
- В 1930 г. произошло объединение стандартизации и метрологии.
- С 1 июля 2003 г. в РФ действует федеральный закон «О техническом регулировании», который определяет новую систему требований к продукции, процессам производства, работам и услугам.

1. Основные понятия и определения

Метрология (от греч. «*metron*» – мера, «*logos*» – учение) – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Единство измерений - такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью.

Измерением называется нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Под наблюдением понимают экспериментальную операцию, при которой получают одно числовое значение физической величины.

Погрешность измерения Δ - это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

$$x = X \pm \Delta$$

Под истинным значением понимают такое значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношении соответствующее свойство объекта.

1. Основные понятия и определения

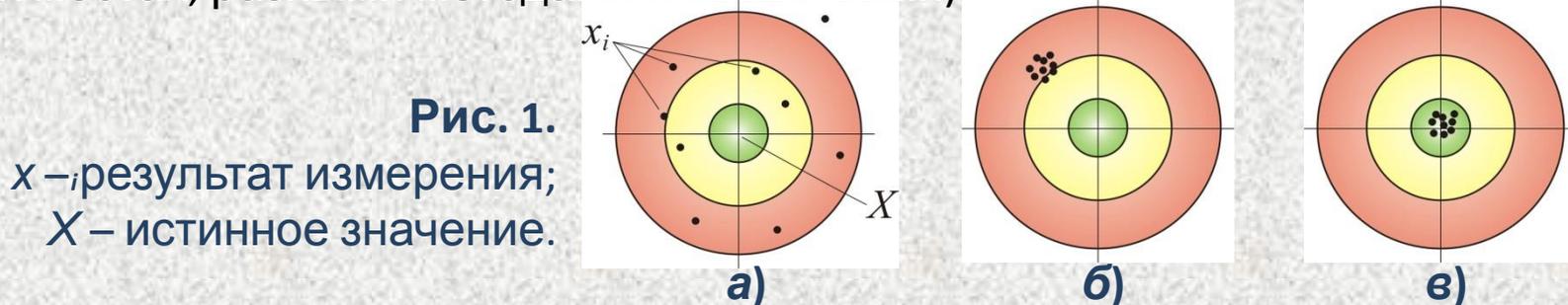
Принцип измерений – это совокупность физических явлений, на которых основано измерение.

Метод измерений представляет собой совокупность приемов использования принципов и средств измерений (СИ).

Методика измерений в отличие от метода включает в себя детально разработанный порядок процесса измерений с использованием конкретных методов и средств измерений.

Качество измерений характеризуется следующими понятиями:

- **правильность измерений** - отражает близость к нулю систематической погрешности;
- **сходимость измерений** - отражает близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях;
- **воспроизводимость измерений** - отражает близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в разное время, в разных местах, разными методами и средствами)



1. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Классификация погрешностей измерения

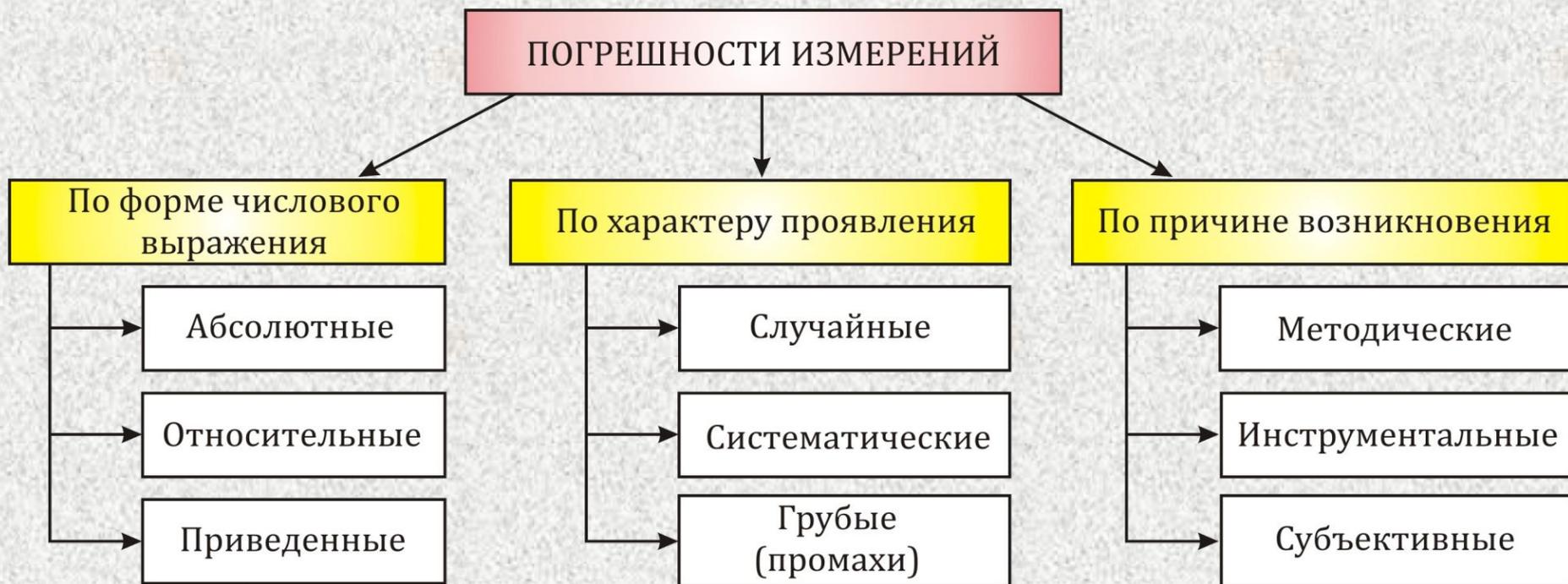


Рис. 2.

1.1. Классификация погрешностей измерения

I. По форме числового выражения

Абсолютная погрешность $\Delta = x - X_{и}$ $\Delta = x - x_{д}$.

где $X_{и}$ - истинное значение измеряемой величины; $x_{д}$ - действительное значение измеряемой величины.

Относительная погрешность $\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100\%$ или $\delta = \frac{\Delta}{x_{д}} \cdot 100\%$

Пример:

$$U = 9\text{В}, \Delta_U = 0,05\text{В}$$

$$\delta_U = \frac{\Delta_U}{U} \cdot 100\% = \frac{0,05\text{В}}{9\text{В}} \cdot 100\% = 0,56\%$$

$$I = 15\text{мА}, \Delta_I = 0,1\text{мА}$$

$$\delta_I = \frac{\Delta_I}{I} \cdot 100\% = \frac{0,1\text{мА}}{15\text{мА}} \cdot 100\% = 0,67\%$$

Приведенная погрешность $\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$,

где X_N - нормирующая величина, сохраняющая постоянное значение, при выполнении многократного измерения (предел измерения).

$$m_1 = 10\text{кг}, \Delta_1 = 0,1\text{кг}$$

$$\gamma_1 = \frac{\Delta_1}{m_1} \cdot 100\% = \frac{0,1\text{кг}}{10\text{кг}} \cdot 100\% = 1\%$$

$$m_2 = 100\text{кг}, \Delta_2 = 0,1\text{кг}$$

$$\gamma_2 = 0,1\%$$

1.1. Классификация погрешностей измерения

II. По характеру проявления

Систематическая погрешность Δ_s – это составляющая погрешности, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайная погрешность $\dot{\Delta}$ – это составляющая погрешности, которая изменяется случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Грубые погрешности (промахи) – погрешности, существенно превышающие ожидаемые.

Полная погрешность $\Delta = \Delta_s + \dot{\Delta}$

III. По причине возникновения:

Методическая погрешность – составляющая систематической погрешности, обусловленная несовершенством метода измерения, приемов использования СИ, некорректностью расчетных формул и округления результата

Инструментальная погрешность – составляющая погрешности, вызванная собственной погрешностью СИ.

Субъективная погрешность – составляющая систематической погрешности, обусловленная индивидуальными особенностями оператора или его неправильными действиями.

1.1. Классификация погрешностей измерения

По возможности определения значения погрешности наблюдения

- Исключаемые
- Неисключаемые

По количеству наблюдений

- Однократные
- Многократные

В зависимости от скорости изменения измеряемой величины

- **Статические** – возникают при измерении величин, постоянных во времени.
- **Динамические** – возникают при измерении величин, быстро меняющихся во времени.

1.3. Виды измерений

По общим приемам получения результатов измерения делятся на следующие виды:

- 1) прямые;
- 2) косвенные;
- 3) совместные;
- 4) совокупные.

1.3. Виды измерений

Прямые – измерения, при которых значение искомой величины находится непосредственно из опытных данных.

$$A = x.$$

Измерение размеров



Измерение массы



Измерение напряжения и тока



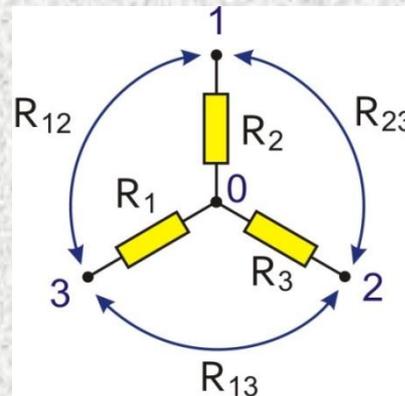
1.3. Виды измерений

Косвенные измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой искомой величиной и другими величинами, определяемыми прямым измерением..

$$A = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Совокупные измерения – это одновременные измерения нескольких *одноименных* величин, при которых искомое значение величин находят решением системы уравнений, составленных из результатов различных сочетаний этих величин.

Пример:



$$\begin{cases} R_{12} = R_1 + R_2 \\ R_{23} = R_2 + R_3 \\ R_{13} = R_1 + R_3 \end{cases}$$

Совместные измерения – производимые одновременно измерения двух или нескольких *разноименных* величин для нахождения зависимости между ними.

Конец лекции

**Спасибо за
внимание!**