

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

по научной работе

Комаров И.И.

« ____ » _____ 2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение
и связь

Научная специальность – 2.2.4. Приборы и методы измерения (электрические и
магнитные измерения)

Москва, 2025

1. Основы метрологии

Предмет и задачи метрологии. Важнейшие термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Системы единиц физических величин. Принципы создания естественной системы единиц. Размерность величин и единиц. Практические приложения теории размерностей. Международная система единиц (СИ).

Средства измерений. Виды средств измерений. Меры и наборы мер. Измерительные аналоговые и цифровые преобразователи. Измерительные установки и принадлежности. Параметры и свойства средств измерений. Исходные (эталонные) средства измерений. Рабочие средства измерений. Отсчетные устройства: шкальные, цифровые, регистрирующие. Нормирование метрологических характеристик и классы точности. Способы выражения пределов допускаемой погрешности.

Эталоны. Общие понятия. Государственные эталоны — первичные и специальные. Вторичные эталоны (эталон-копии, сравнения и рабочие). Одиночный и групповой эталоны. Эталонный набор. Хранение эталонов. Перспективы развития эталонов.

Методы и принципы измерений. Виды методов измерений. Преобразование измеряемой величины в процессе измерений. Метод непосредственной оценки. Дифференциальный метод. Нулевой метод. Метод совпадений. Принципы измерений.

Общие требования к измерениям. Анализ постановки измерительной задачи. Выбор средств и методов измерений. Выбор числа измерений. Методика выполнения измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей. Методы замещения, компенсации погрешности по знаку, противопоставления, симметричных наблюдений.

Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравно точные измерения.

Погрешности измерений, Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств. Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих. Расчет динамических погрешностей линейных и нелинейных измерительных устройств. Концепция неопределенности результатов измерений.

Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений. Группирование экспериментальных данных.

Проверка гипотезы о виде распределения экспериментальных данных. Исключение грубых погрешностей. Обработка нормального распределения данных и отличного от нормального. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов косвенных, совместных, совокупных измерений. Проверка однородности и равнозначности групп измерений при нормальном и отличном от нормального распределениях. Обработка результатов нескольких однородных равнозначных и неравнозначных групп измерений.

Обеспечение единства измерений. Система воспроизведения единиц и передачи их размеров рабочим средствам измерения. Эталоны. Поверочные установки. Стандартные образцы. Поверочные схемы и их обоснование. Обоснование межповерочных интервалов. Калибровка средств измерений.

Измерения при контроле. Измерение зондирующего сигнала. Измерение параметров системы. Измерение показателей качества. Точность измерений показателей качества. Контрольные допуски. Гарантированные допуски. Принципы назначения допусков. Алгоритм определения допусков. Ошибки при контроле по допускам. Вероятности ошибок контроля.

2. Методы и средства измерений электрических и магнитных величин

Законы Кирхгофа и Ома. Закон магнитной индукции Ампера. Теорема Ампера. Методы измерений электрических и магнитных величин. Классификация средств измерений электрических и магнитных величин. Электрические измерительные преобразователи. Основные узлы электроизмерительных приборов. Измерения силы токов и напряжений. Измерения частоты, энергии и количества электричества. Измерения частоты и фазы, анализ спектра электрических сигналов. Измерения параметров цепей постоянного и переменного тока. Измерения параметров магнитного поля, определение характеристик и параметров магнитных материалов. Методы и средства поверки средств измерений электрических и магнитных величин.

3. Основы метрологического обеспечения

Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность технических устройств. Выбор средств измерений по точности. Автоматические измерительные системы как средства диагностики, контроля и поверки. Сигнатурные и логические анализаторы. Метрологическое обеспечение автоматических измерительных систем.

Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения, единицы величин. Средства и методики выполнения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка и сертификация средств измерений.

Сущность методологии проведения метрологического сопровождения и метрологической экспертизы технических объектов. Основные направления их совершенствования.

4. Обработка цифровых сигналов и изображений

Элементы теории сигналов. Представление сигналов в цифровой форме. Дискретизация по времени. Теорема Котельникова. Квантование по уровню. Базовые аспекты цифровой обработки сигналов. Линейная система преобразования цифрового сигнала (процессор, оператор, фильтр), представление в виде дифференциального (разностного) уравнения, блок диаграммы. Свойства линейных систем. Операция линейной цифровой свертки. Импульсный отклик процессора, реакция на ступенчатую функцию – возмущение. Z-преобразование. Основные свойства преобразования. Нули и полюса цифрового сигнала и передаточной функции процессора. Синтез простейших фильтров. Геометрическая интерпретация спектральной характеристики фильтра. Определение положения нулей и полюсов передаточной функции фильтра с заданными свойствами. Проектирование КИХ фильтров с помощью преобразования Фурье. Определение передаточной функции. Применение операции усечения с помощью окон. Выбор функции окна. Спектральные свойства окон. БИХ фильтры. Проектирование цифровых фильтров Баттерворта и Чебышева методом билинейного z-преобразования. Дифференцирование и интегрирование цифровых сигналов. Передаточная функция идеального дифференциатора. Цифровые интеграторы 0-го, 1-го и 2-го порядков, сопоставление их спектральных характеристик. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Различие рядов Фурье, непрерывного и дискретного преобразований Фурье. Свойства ДПФ, расчет спектральных коэффициентов.

Литература

1. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. 2014. - 122 с.
2. Датчики: Справочное пособие. // Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.
3. Картер Б., Манчини Р. Операционные усилители для всех. // - М.: Додека-XXI, 2011.
4. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник. / Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение. 2005. – 656 с.
5. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - СПб.: Политехника-Сервис, 2014. - 189 с.
6. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2008. – 216 с.
7. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. – СПб.: БХВ, Санкт-Петербург, 2011.

8. Шонфелдер Герт, Шнайдер Корнелиус. Измерительные устройства на базе микропроцессора Atmega. – СПб.: БХВ-Петербург. 2012. – 288 с.
9. Искусство схемотехники. / П. Хоровиц, У. Хилл . пер. с англ. – 7-е изд. – М.: БИНОМ, 2014 . – 704 с. - ISBN 978-5-9518-0351-1.
10. Современная прикладная теория управления. Ч. I: оптимизационный подход в теории управления. / Под ред. А.А. Колесникова. – М.: ФЦ "Интеграция", - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. - 400с.
11. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии: Учебное пособие. / К. К. Ким, [и др.]. – СПб.: Питер, 2010. – 368 с. - ISBN 978-5-469-01090-6.
12. Аналого-цифровое преобразование. / Ред. У. Кестер. пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с. - ISBN 978-5-94836-146-8.
13. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005 – 992 с.

«Согласовано»

Директор ИВТИ
к.т.н., доцент

Вишняков С.В.