Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» по научной работе
Драгунов В.К.

_____
подпись

«____» _____ 2017 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В АСПИРАНТУРУ

Направление – 12.06.01, Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

код, название

Москва, 2017

1. Направленность – 05.11.01, Приборы и методы измерения (по видам измерений)

шифр, название

1. АНАЛОГОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

1.1. Общие сведения об аналоговых интегральных схемах (АИС)

Идеальная (номинальная) характеристика. Погрешности по входу и по выходу. Особенности моделирования АИС. Приближенные методы расчета АИС.

1.2. Элементы схемотехники и технологии АИС

Классификация операционных усилителей (ОУ) общего применения. Схемотехнические и технологические решения ОУ различных типов. Пути улучшения параметров ОУ.

1.3. Общие сведения о моделировании измерительных узлов

Классификация моделей измерительных узлов. Понятие о точности моделей и моделирования. Сравнение результатов моделирования различными методами.

1.4. Модуляция и демодуляция

Назначение модуляции сигнала. Виды модуляции. Команды математического пакета Matlab для моделирования сигналов.

1.5. Пассивные и активные фильтры

Классификация аналоговых фильтров. Определение, передаточная характеристика, принципы проектирования. Элементная база. Частотные и временные характеристики. Источники погрешностей.

2. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

2.1. Сигналы измерительной информации

Области применения компьютерных информационно-измерительных средств измерений (СИ). Задачи и возможности компьютерных измерений. Аппаратурные и программные средства компьютерных измерений. Математические модели аналоговых и дискретных систем и связь между ними: дифференциальные и разностные уравнения, передаточные функции, импульсные и частотные характеристики. Особенности цифровых систем. Анализ погрешностей.

2.2. Современные модели аналого-цифровых преобразователей

Номенклатура метрологических характеристик современных моделей аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Особенности применения АЦП. Оценка погрешностей АЦП. Дополнительные погрешности, вносимые АЦП.

2.3. Компьютерные информационно-измерительные системы

Структурные схемы компьютерных информационно-измерительных систем (КИИС). Стандартные интерфейсы: назначение, особенности, области применения. Факторы, определяющие выбор структуры и интерфейса КИИС. Цифровые процессоры сигналов и их применение в КИИС. Погрешности компьютерных измерений: источники погрешностей; анализ погрешностей путем моделирования на ПК.

2.4. Средства компьютерных измерений

Средства компьютерных измерений (классификация). Интеллектуальные датчики, цифровые измерительные приборы, СИ на базе ПК со встроенными измерительными платами, виртуальные СИ: назначение, технические возможности, области применения, примеры современных средств компьютерных измерений.

2.5. Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений

Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений. Предварительная обработка измерительной информации с помощью ПК: выявление и устранения промахов и дрейфа, линеаризация, фильтрация, нормализация данных.

2.6. Программная Среда LabVIEW

Программная Среда LabVIEW компании National Instruments. Понятие виртуального прибора. Анализаторы сигналов. Синтез измерительных сигналов.

2.7. Первичный анализ экспериментальных данных

Основные этапы анализа экспериментальных данных в задаче математического моделирования. Изучение объекта исследования, постановка задачи исследования, выбор режима получения экспериментальных данных. Выявление и анализ аномальных измерений, преобразование данных.

3. ПЕРВИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

3.1. Основные характеристики измерительных преобразователей

Измерительные преобразователи (ИП). Назначение, классификация. Номинальная функция преобразования ИП. Статические и динамические характеристики ИП. Особенности нормирования метрологических характеристик ИП. Классы точности. Связь класса точности с пределами аддитивной и мультипликативной погрешностей.

3.2. Метрологические характеристики измерительных преобразователей

Нормирование метрологических характеристик измерительной системы, состоящей из нескольких ИП, включенных последовательно. Определение погрешностей ИП по данным эксперимента. Учет погрешностей образцовых приборов. Нормирование метрологических характеристик измерительных усилителей.

3.3. Измерительные преобразователи неэлектрических величин

ИП неэлектрических величин. Индуктивные ИП. Тензорезисторные ИП. Пьезоэлектрические и пьезорезонансные ИП. Измерители вибраций и акселерометры. Терморезистивные ИП. Принцип действия, устройство.

4. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

4.1. Основы анализа сигналов

Классификация сигналов. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Спектральный и корреляционный анализ.

4.2. Дискретные сигналы и системы

Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования. Теорема Котельникова. Влияние наложения спектров на точность восстановления дискретного сигнала. Формирование случайных сигналов.

4.3. Эффекты квантования в цифровых системах

Процесс квантования. Неравномерное квантование. Шум квантования. Эффекты квантования в цифровых фильтрах.

4.4. Приборный интерфейс (ПИ)

Организация работы измерительных устройств в системах с ПИ. Структура систем с ПИ. Интерфейсы RS-232C, RS-422, RS-423, RS-485. Алгоритмы функционирования систем с USB шиной.

5. МЕТРОЛОГИЯ

5.1. Предмет метрологии

Основные понятия метрологии. Измерение, физическая величина (ФВ), значение ФВ, единица ФВ. Единство измерений. Средства измерений (СИ). Виды СИ. Основные метрологические характеристики СИ. Классификация измерений (прямые, косвенные, совместные, совокупные). Методы измерений (метод непосредственной оценки; методы сравнения). Динамические измерения.

5.2. Понятие погрешности

Истинное и действительное значение ФВ. Классификация погрешностей. Погрешность результата измерения и погрешности средств измерений. Классы точности СИ. Способы нормирования пределов допустимых погрешностей. Нормальные и рабочие условия применения СИ. Обозначения классов точности СИ. Методы коррекции погрешности измерений.

5.3. Формы представления результатов измерения

Обработка прямых измерений. Многократные прямые измерения. Обработка косвенных измерений. Расчёт погрешности результата косвенного измерения.

Основная литература

1. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. – М.: Издательский дом «Академия», 2008. – 336 с.

2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 2009. – 704 с.

3. Кестер У. Аналого-цифровое преобразование. – М: «Техносфера», 2007. – 528 с.

4. Кеоун Дж. OrCAD Pspice. Анализ электрических цепей. – Питер ДМК, 2008. – 640с.

5. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. – П., Лидер, 2010. – 464 с.: ил.

6. Диденко В.И. Расчет параметров аналоговых интегральных схем. – М.: МЭИ, 1988.

7. Кончаловский В.Ю. Цифровые измерительные устройства, – М.: Энергоатомиздат, 1985.

8. Малиновский В.Н., Демидова-Парфенова Р.М., Евланов Ю.Н. и др. Электрические измерения: Учебное пособие для вузов. / Под ред. В.Н Малиновского, – М.: Энергоиздат, 1985.

9. Попов В.С., Желбаков И.Н. Измерение среднеквадратического напряжения. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

10. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы. Серия: Высшее профессиональное образование. – М.: Академия. 2010.

11. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: «Питер», 2007. – 752 с.

12. Быков А.П., Солодов Ю.С. Компьютерные измерения. – М.: МЭИ, 1998.

13. Круг П.Г. Применение компьютерных измерительных устройств на основе приборного интерфейса. – М.: МЭИ, 1997.

14. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьева Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов. 2-е изд. – СПб.: BHV-Петербург, 2007. – 768 с.

15. С. Смит. Цифровая обработка сигналов. – М.: Додека XXI век, 2008. – 720 с.

16. Р.Г.Джексон. Новейшие датчики. – М.: Техносфера, 2007.

17. Виноградова Н.А., Филаретов Г.Ф. Системы автоматизации теплофизического эксперимента. Уч. пособие для вузов. Изд. дом МЭИ, 2007.

18. Авдеев В.А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование. – М.: ДМК Пресс, 2009.

19. Аналого-цифровое преобразование, под ред. Кестера У. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с.

20. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. / Пер. с англ. Ю. А. Заболотной – М.: Техносфера. 2004.

21. Фишер-Криппс А. С. Интерфейсы измерительных систем: Справочное руководство – М.: Изд. Дом «Технологии». 2006.

22. Грановский В.А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 224 с.

Дополнительная литература

1. Букреев И.Н., Горячев В.И., Мансуров Б.М. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. - М.: Техносфера, 2009. – 712 с.

2. Амосов В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 542 с.

3. Солонина А. И., Арбузов С. М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Matlab. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008 – 806 с.

4. Куликов С. В. Синтез и анализ импульсных измерительных преобразователей информационно-измерительных систем. – М.: Энергоиздат, 1982.

5. Демидова-Парфенова Р.М., Малиновский В.Н., Солодов Ю.С. Задачи и примеры расчетов по электроизмерительной технике. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

6. Евланов Ю.Н. Современные цифровые вольтметры. – М.: Высшая школа, 1981.

7. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. Серия: Высшее образование. – М.: Дрофа. 2005.

2. Направленность – 05.11.07, Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

название

1. Вводные положения

Роль оптических и оптико-электронных приборов и комплексов в развитии науки и техники. Краткий исторический обзор и роль отечественных ученых и инженеров в развитии оптического и оптико-электронного приборостроения. Перспективы и тенденции развития фотоники и оптических систем и технологий.

2. Основы оптики

Электромагнитная и квантовая природа оптического излучения. Основные законы оптического излучения. Приближения геометрической оптики.

Распространение света в изотропных и анизотропных средах. Поляризация. Двойное лучепреломление. Применение поляризации.

Интерференция. Когерентность. Применение интерференции. Многолучевая интерференция.

Дифракция. Применение дифракции. Разрешающая способность.

Голография и ее применение в оптике.

Распространение оптического излучения в атмосфере и других поглощающих, рассеивающих, преломляющих и турбулентных средах.

3. Прикладная оптика

Основные законы и понятия геометрической оптики. Принцип Ферма. Условия получения идеального изображения.

Основные положения и формулы идеальной оптической системы и оптики параксиальных лучей. Инварианты: Аббе, Лагранжа-Гельмгольца, Юнга-Гульстранда.

Ограничение пучков лучей в оптических системах.

Инвариант Штраубеля. Яркость и освещенность изображения.

Теория аберраций оптических систем. Хроматические и монохроматические аберрации. Эйконал Шварцшильда. Методы аберрационного расчета оптических систем. Выбор аберраций, подлежащих исправлению. Особенности аберрационного расчета оптических систем с асферическими поверхностями.

Типовые оптические детали и их характеристики.

Классификация оптических систем и их основные характеристики. Основные задачи, решаемые при габаритном расчете оптических систем. Габаритный расчет основных типов оптических систем: телескопических, лупы, микроскопа, проекционных, фотоэлектрических и голографических приборов.

Особенности лазерной оптики, формирование лазерного излучения оптическими системами. Оптические системы для фокусирования, коллимирования, изменения диаграмм направленности и согласования лазерного излучения.

Волоконно-оптические системы и их особенности.

Интегральная оптика и перспективы ее развития. Дифракционные оптические элементы и системы.

Оценка качества изображения, даваемого оптической системой. Критерии качества. Вычисление и методы экспериментального определения оптической передаточной функции.

Этапы автоматизированного проектирования оптических систем. Программное обеспечение. Структурная схема САПР оптических систем. Методы автоматизированного расчета оптических систем. Оценочная функция.

Основы расчета допусков в оптических системах.

4. Источники и приемники оптического излучения

Основные виды источников оптического излучения. Параметры и характеристики источников. Некогерентные искусственные излучатели. Естественные источники излучения.

Современные лазеры: принципы действия, принципиальные схемы, режимы работы, параметры и характеристики.

Основные виды приемников оптического излучения. Глаз человека как приемник излучения и измерительной информации. Свойства зрительного анализатора.

Параметры и характеристики приемников оптического излучения.

Многоэлементные приемники излучения.

Схемы включения приемников излучения и согласующие цепи.

5. Прием и преобразование сигналов в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах

Пространственное, временное, пространственно-частотное и частотно-временное представление оптических сигналов. Статистические параметры и вероятностное описание оптических полей и сигналов. Модели фона.

Анализаторы оптического изображения. Преобразование многомерных оптических сигналов в одномерные электрические.

Сканирование в оптико-электронных приборах. Типы сканирующих систем.

Математические модели отдельных типовых звеньев и оптико-электронной системы в целом.

Методы фильтрации сигналов в оптических и оптико-электронных комплексах. Спектральная, пространственная и пространственно-временная фильтрация. Оптимальная фильтрация в когерентных и некогерентных оптических системах.

Модуляция и демодуляция сигнала в О и ОЭП и К. Основные виды модуляторов; их параметры и характеристики.

Оптическая корреляция. Схемы некогерентных и когерентных оптико-электронных корреляторов.

Математические операции, осуществляемые с помощью оптических систем. Оптические анализаторы спектра. Цифровая обработка оптических изображений.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1970.
2. Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем. – М.: Машиностроение, 1992.
3. Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Расчет и проектирование оптических систем. – М.: Логос, 2000.
4. Зубаков В.Г., Семибратов М.Н., Штандель С.К. Технология оптических деталей. – М.: Машиностроение. 1985.
5. Информационная оптика. Н.Н. Евтихиев, О.А. Евтихиева, И.Н. Компанец и др. Под ред. Н.Н. Евтихиева. – М.: Издательство МЭИ, 2000.
6. Ишанин Г.Г. Приемники излучения оптических и оптико-электронных приборов. – Л.: Машиностроение (Ленинград. отд.), 1986.
7. Климков Ю.М. Прикладная лазерная оптика. – М.: Машиностроение, 1985.
8. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. – Л.: Машиностроение (Ленинград. отд.), 1983.
9. Мосягин Г.М., Немтинов В.Б., Лебедев Е.Н. Теория оптико-электронных систем. – М.: Машиностроение, 1990.
10. Порфирьев Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах. – Л.: Машиностроение (Ленинград. отд.), 1989.

3. Направленность – 05.11.13, Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

шифр, название

1. Общая часть

1.1. Основные функциональные узлы электронных средств измерения.

1.2. Методы анализа электромагнитных полей. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Электромагнитное поле и поверхностный эффект. Методы интегральных уравнений, прогонки и конечных элементов при анализе электромагнитных полей.

2. Измерения, погрешности

2.1. Методы измерения напряжений, токов, сопротивлений, емкостей, индуктивностей, частоты и фазы.

2.2. Измерения магнитных величин.

2.3. Погрешности измерений и обработка результатов измерений. Вероятностные оценки погрешности результата измерений.

2.3. Электронные измерительные приборы, их общие свойства и технические характеристики. Электронные вольтметры: частотомеры, фазометры, измерительные генераторы, осциллографы.

3. Основы теории обработки цифровых сигналов и изображений

3.1. Элементы теории сигналов. Представление сигналов в цифровой форме. Дискретизация по времени. Квантование по уровню

3.2. Базовые аспекты цифровой обработки сигналов. Линейная система преобразования цифрового сигнала (процессор, оператор, фильтр), представление в виде дифференциального (разностного) уравнения, блок-диаграммы. Свойства линейных систем.

3.3. 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.

3.5. Синтез простейших фильтров. Геометрическая интерпретация спектральной характеристики фильтра. Определение положения нулей и полюсов передаточной функции фильтра с заданными свойствами.

3.6. Проектирование КИХ фильтров с помощью преобразования Фурье. Определение передаточной функции. Применение операции усечения с помощью окон

3.7. Выбор функции окна. Спектральные свойства окон.

3.8. БИХ фильтры. Проектирование цифровых фильтров Баттерворта и Чебышева методом билинейного z-преобразования.

3.9. Дифференцирование и интегрирование цифровых сигналов. Передаточная функция идеального дифференциатора. Цифровые интеграторы 0-го,1-го и 2-го порядков, сопоставление их спектральных характеристик.

3.10. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Различие рядов Фурье, непрерывного и дискретного преобразований Фурье. Свойства ДПФ, расчет спектральных коэффициентов.

4. Методы неразрушающего контроля и диагностики

4.1. Акустические методы

Упругие свойства твердых тел. Диаграмма деформация – напряжение. Упругие и пластические деформации. Волновое уравнение. Величины, характеризующие акустическое поле. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Характеристический импеданс среды. Скорость распространения и затухание волн. Поглощение и рассеяние как составляющие затухания. Упругие волны в ограниченных средах. Дисперсия скорости. Распространение импульсов в дисперсных средах. Методы возбуждения и приема. Отражение, преломление и трансформация волн по границе раздела двух сред. Прохождение волн через слоистые структуры.

Основные виды ультразвуковых (УЗ) преобразователей (ПЭП). Пьезоэлектрические материалы и их характеристики. Резонансные и антирезонансные частоты. Демпфирование ПЭП. Коэффициенты преобразования при излучении и приеме. Направленность. Диаграммы направленности при излучении. Фокусировка ультразвука. УЗ эхо-метод и его основные характеристики; чувствительность, лучевая и фронтальная разрешающая способность, мертвая зона. Возможности метода и ограничения его применения. Узлы эхо-дефектоскопов. Системы индикации (виды разверток), их достоинства и недостатки. Схемы выравнивания чувствительности. Основные формы импульсов, применяемых в акустической аппаратуре. Влияние отдельных звеньев электроакустического тракта на форму сигналов.

УЗ импульсные толщиномеры. Методы уменьшения погрешностей. УЗ резонансные дефектоскопы-толщиномеры. УЗ теневые дефектоскопы. Приборы для контроля физико-механических свойств материалов.

Низкочастотные средства контроля многослойных конструкций и изделий из неметаллов. Импакт эхо-метод. Структурные схемы дефектоскопов, использующих эти методы.

Физические основы акустико-эмиссионного (АЭ) метода контроля. Источники АЭ при пластической деформации и при зарождении трещин. Дискретная и непрерывная АЭ. Характеристики импульсов АЭ – амплитуда, длительность, частотный спектр, суммарная АЭ, скорость счета АЭ. Эффект Кайзера. Технические средства АЭ, основные характеристики. Классификация источников АЭ.

Преобразователи УЗ дефектоскопов (совмещенные, раздельно-совмещенные, раздельные). Низкочастотные преобразователи. Электромагнитно-акустические преобразователи.

Помехи и борьба с ними. Методы повышения помехоустойчивости ультразвуковой аппаратуры. Структурные шумы, их природа и пути уменьшения. Способы увеличения отношения сигнала к шуму. Механизация и автоматизация ультразвукового контроля.

Акустическая томография. УЗ фазированные антенные решетки. Принципы акустической томографии. Область ее применения.

4.2. Электромагнитные методы неразрушающего контроля. Основные физические принципы и общая характеристика электромагнитных методов НК

Классификация вихретоковых преобразователей. Основные уравнения электромагнитного поля в линейной и нелинейной электропроводящих средах. Граничные условия. Связь сигналов проходных ВТП с параметрами круговых цилиндров и трубы. Связь сигналов накладных ВТП с параметрами электропроводящего листа, методы контроля ферромагнитных материалов. Основные способы отстройки от мешающих параметров и выделения информации о контролируемых параметрах при электромагнитном неразрушающем контроле.

Магнитные методы, основные задачи магнитного контроля. Основные магнитные величины (магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток, намагниченность, магнитная проницаемость). Намагничивание ферромагнетиков. Методы определения магнитных характеристик. Кривая намагничивания, петли гистерезиса, частные циклы. Использование в магнитном контроле связи магнитных характеристик ферромагнитных объектов с их физико-химическими и механическими свойствами. Классификация магнитных методов.

Способы получения первичной информации в магнитном контроле. Индукционные, феррозондовые, полупроводниковые, магнитооптические преобразователи. Магнитные ленты и магнитные порошки.

Методы и средства, намагничивания объектов контроля. Циркулярное, продольное и комбинированное намагничивание. Особенности

намагничивания в постоянном, переменном и импульсном магнитных полях. Размагничивание объектов контроля.

Магнитная дефектоскопия. Требования к поверхности контролируемых изделий. Выявление дефектов при продольном и циркулярном намагничивании. Способы контроля в приложенном поле и при и остаточной намагниченности. Способы нанесение магнитного индикатора. Осмотр деталей. Мешающие факторы при контроле сварных соединений. Контроль деталей сложной формы. Условные уровни чувствительности. Измерение напряженности магнитного поля на поверхности контролируемой детали. Аппаратура для магнитопорошкового контроля. Определение режима контроля способом остаточной намагниченности. Методы проверки качества магнитных порошков и суспензий. Магнитографический метод дефектоскопии. Технология контроля. Размагничивание лент и деталей Влияние ориентации дефектов.

Магнитная толщинометрия. Принцип измерения толщины ферромагнитных листов и толщины немагнитных покрытий на ферромагнитных основаниях. Основные мешающие факторы.

Магнитная структуроскопия. Коэрцитиметры с приставным магнитом. Стоуктуроскопия по остаточной намагниченности. Импульсный магнитный анализатор. Основные мешающие факторы.

Магнитный метод контроля стальных канатов. Способ создания возбуждающего поля и получения информации. Оценка результатов контроля.

Магнитный метод контроля трубопроводов. Способы намагничивания и снятия информации.

Метод "магнитной памяти металла". Типы преобразователей, применяемых в этом методе и задачи, решение которых предполагается этим методом.

4.3. Радиационные методы

Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Строение атома. Природа ионизирующего излучения. Характеристики ионизирующих излучений и параметры их взаимодействия с веществом. Качественные характеристики рентгеновского и гамма-излучения. Взаимодействие электронного излучения и альфа-частиц с веществом. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом.

Источники ионизирующего излучения, используемые в радиационном неразрушающем контроле. Рентгеновские аппараты. (стационарные, переносные моноблочные) Рентгеновские трубки. Генераторы. Рекомендации по эксплуатации рентгеновских аппаратов.

Регистрация проникающих излучений. Физические явления при воздействии ионизирующих излучений. Классификация детекторов.

Радиографический метод неразрушающего контроля. Общие характеристики радиационных изображений. Энергетические и спектральные характеристики радиационного изображения. Влияние рассеянного излучения. Выбор параметров контроля. Схемы экспонирования объектов. Расшифровка радиографических снимков.

Радиоскопический метод неразрушающего контроля. Общие характеристики радиоскопии. Выбор источников и энергии фотонного излучения при радиоскопии.

Флюороскопия. Радиационно-оптические преобразователи. Телевизионные системы радиационных интроскопов. Промышленные радиационно-телевизионные установки.

4.4 Тепловые, оптические и радиоволновые методы

4.4.1. Оптический контроль

Особенности оптических методов и их классификация. Взаимодействие электромагнитного излучения оптического диапазона с различными объектами. Законы зрительного восприятия. Информационные параметры систем оптического неразрушающего контроля.

Фотометричесике, световые, спектральные единицы измерения параметров оптических полей. Основые геометрической оптики. Взаимодействие световых волн с поверхностями различной шероховатости. Модели отражения световых волн от поверхности.

Классификация методов по получению полезной информации. Структура автоматизированной системы оптического контроля. Особенности источников оптического излучения. Устройства для формирования излучений требуемой интенсивности, направленности, спектрального состава, поляризации. Вспомогательные устройства, применяемые при оптическом контроле.

Термины и определения. Особенности тепловых методов и их классификация. Виды теплообмена. Законы теплового излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения ИК диапазона с различными объектами. Информационные параметры систем теплового неразрушающего контроля. Меры безопасности.

Нагрев газом, током, электромагнитным полем. Применение лазера в непрерывном и импульсном режиме для нагрева объектов.

4.4.2 Тепловой контроль

Абсолютно черное тело. Серое тело. Излучение реальных тел –

твердых, жидких, газообразных. Прохождение ИК излучения через атмосферу. Термоиндикаторы, термометры, термопары, термосопротивления, полупроводниковые приборы, пироэлектрические преобразователи, болометры и болометрические матрицы.

Аппаратура контактного и бесконтактного измерения температуры, достоинства недостатки различных методов. Достигаемая точность измерения температуры.

Отстройка от влияния излучательной способности объекта контроля. Схема реализации. Радиометры, измеряющие температуру вдоль прямой.

Типы тепловизоров. Работа в различных спектральных интервалах ИК излучения. Устройство неохлаждаемого тепловизора с фокальной матрицей. Методы борьбы с темновыми шумами бесконтактной ИК аппаратуры, операции коррекции неоднородности.

Влияние оптической системы на формирование термограммы. Передаточные функции элементов систем тепловизора и ИК-системы в целом. Точность измерений при бесконтактном тепловом контроле.

Приборы для контроля размеров, физических свойств и дефектоскопии в одной точке. Триангуляционный, рефлектометрический, автоколлимационные методы контроля формы.

Разрешающая способность. Критерий Релея. Влияние оптической системы на формирование изображения. Передаточные функции элементов оптических систем и системы в целом. Точность измерений при оптическом контроле. Особенности лазерные осветителей для задач контроля. Устройства лазерного сканирования.

4.4.3 СВЧ контроль

Особенности радиоволнового диапазона СВЧ. Свойства материалов в диапазоне сверхвысоких частот. Элементы техники СВЧ. Классификация приборов радиоволнового контроля. Приборы амплитудно-фазовые «на прохождение». Приборы амплитудно-фазовые «на отражение». Приборы поляризационные. Приборы резонансные. Метод преобразования вида волны. Лучевые приборы. Квазиоптические приборы. Радиоголографические приборы. Приборы с использованием нескольких частот.

Объекты дефектоскопии СВЧ методами. Способы дефектоскопии. Классификация дефектоскопов и их принципы действия. Примеры структурных схем дефектоскопов.

Типы СВЧ толщиномеров и принципы их действия. Структурные схемы, устройство, технические характеристики СВЧ толщиномеров.

Физические основы структуроскопии на СВЧ. Методы структуроскопии на СВЧ.

Литература

1. Под ред. А.В.Фремке. Электрические измерения. Изд-во "Энергия", Изд. 5-е 1980.

2. Неразрушающий контроль. Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 2003.

3. Методы компьютерной обработки изображений // под ред. В.А.Сойфера – М.: Физматлит, 2001.

«Согласовано»

Директор	АВТИ		В.П. Лунин
	название института	подпись	Ф.И.О.
Директор	ИРЭ		И.Н. Мирошникова
	название института	подпись	Ф.И.О.