

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

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

Направленность (специальность) 05.11.13 Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

специальной дисциплины

«Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ОД.2

Всего: 252 часа

Семестр 5, 144 часа, в том числе 6 часов – контактная работа,
138 часа – самостоятельная работа,

Семестр 6, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
66 часов – самостоятельная работа,
36 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»,

утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 877, и паспорта специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение приборов и методов контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Задачами дисциплины являются:

– Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

– Разработка и оптимизация методов расчета и проектирования элементов, средств, приборов и систем аналитического и неразрушающего контроля с учетом особенностей объектов контроля.

– Разработка, внедрение и испытания приборов, средств и систем контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, имеющих лучшие характеристики по сравнению с прототипами.

– Разработка методического, технического, приборного и информационного обеспечения для локальных, региональных и глобальных систем экологического мониторинга природных и техногенных объектов.

– Разработка метрологического обеспечения приборов и средств контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, оптимизация метрологических характеристик приборов.

– Разработка алгоритмического и программно-технического обеспечения процессов обработки информативных сигналов и представление результатов в

приборах и средствах контроля, автоматизация приборов контроля.

– Методы повышения информационной и метрологической надежности приборов и средств контроля в процессе эксплуатации, диагностика приборов контроля.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

– Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

– Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

– Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

– Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

– Способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере профессиональной деятельности с использованием анализа данных мировых информационных ресурсов, формулировать цели и задачи научных исследований (ОПК-1);

– Способность предлагать пути решения, выбирать методику и средства проведения научных исследований (ОПК-2);

– Владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ОПК-3);

– Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);

– Способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования (ОПК-5);

– Способность подготавливать научно-технические отчеты и публикации по результатам выполненных исследований (ОПК-6);

- Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-4);
- Способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
- Способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач технической диагностики (ПК-6);
- Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач неразрушающего контроля потенциально опасных технических объектов (ПК-8);

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие **результаты образования**:

знать:

- как осуществить критический анализ и оценку современных научных достижений, генерацию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)
- работу российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).
- этические нормы в профессиональной деятельности (УК-5)

уметь:

- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6)
- идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере профессиональной деятельности с использованием анализа данных мировых информационных ресурсов, формулировать цели и задачи научных исследований (ОПК-1)

- предлагать пути решения, выбирать методику и средства проведения научных исследований (ОПК-2);
 - планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);
 - оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования (ОПК-5);
 - подготавливать научно-технические отчеты и публикации по результатам выполненных исследований (ОПК-6);
 - организовывать и проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование с применением современных средств и методов (ПК-4);
 - анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
 - выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач неразрушающего контроля потенциально опасных технических объектов (ПК-8);
- владеть:**
- методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ОПК-3).
 - современным инструментарием проектирования программно-аппаратных средств для решения задач технической диагностики (ПК-6);

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

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 преобразователей. Пьезоэлектрические материалы и их характеристики. Резонансные и антирезонансные частоты. Демпфирование пьезопреобразователей. Коэффициенты преобразования при излучении и приеме. Направленность. Диаграммы направленности при излучении. Фокусировка ультразвука. Ультразвуковой 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.

Ультразвуковые импульсные толщиномеры. Методы уменьшения погрешностей. Ультразвуковые резонансные дефектоскопы-толщиномеры. Ультразвуковые теневые дефектоскопы. Приборы для контроля методом акустической эмиссии (АЭ). 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 ультразвуковых 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.

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 нанесения 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. Структуроскопия 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.

Радиационные методы.

Краткая характеристика физических основ радиоволновых, тепловых, оптических методов и методов проникающих излучений. Основные области применения.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

аттестация по итогам освоения дисциплины:

6 семестр—экзамен кандидатского минимума .

Вопросы для самоконтроля

1. Акустические методы
2. Основные виды ультразвуковых преобразователей.
3. Основные физические принципы и общая характеристика электромагнитных методов НК
4. Основные уравнения электромагнитного поля в линейной и нелинейной электропроводящих средах.
5. Связь сигналов проходных ВТП с параметрами круговых цилиндров, трубы, и электропроводящего листа.
6. Методы контроля ферромагнитных материалов
7. Способы отстройки от мешающих параметров и выделения информации о контролируемых параметрах при электромагнитном неразрушающем контроле
8. Магнитные методы, основные задачи магнитного контроля.
9. Методы и средства, намагничивания объектов контроля. Циркулярное, продольное и комбинированное намагничивание.
10. Основные функциональные узлы электронных средств измерения.
11. Представление сигналов в цифровой форме. Дискретизация по времени. Квантование по уровню.
12. Линейная система преобразования цифрового сигнала.

Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов

1. Источники ионизирующего излучения, используемые в радиационном неразрушающем контроле.
2. Радиографический метод неразрушающего контроля. Выбор параметров контроля.
3. Расшифровка радиографических снимков.
4. Классификация методов по получению полезной информации.

5. Устройства для формирования излучений требуемой интенсивности, направленности, спектрального состава, поляризации.
6. Аппаратура контактного и бесконтактного измерения температуры.
7. Точность измерений при бесконтактном тепловом контроле.
8. Магнитная структуроскопия.
9. Магнитный метод контроля стальных канатов. Способ создания возбуждающего поля и получения информации.
10. Магнитный метод контроля трубопроводов.
11. Сравнение электромагнитных методов с другими методами НК.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Покровский А.Д. Магнитные методы неразрушающего контроля. Учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 188с.
2. Б.И. Шахтарин Обнаружение сигналов. М.: Гелиос АРВ, 2006, 448 с. было
3. В. А. Богданович, А. Г. Вострецов. Теория устойчивого обнаружения, различения и оценивания сигналов. Физматлит, 2004
4. Слесарев Д.А. Методы анализа нестационарных диагностических сигналов с использованием времячастотных и времямасштабных представлений: Учебное пособие – М.: Издательство МЭИ, 2004
5. Г.Г. Раннев Измерительные информационные системы Издательство: Академия Серия: Высшее профессиональное образование 2010 г.
6. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. Издание: 1-е Изд. ООО "Издательский дом "Спектр", 2013 г., 544 с

Дополнительная литература:

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