

«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

дисциплины по выбору

«Радиотехнические методы обработки сигналов в ультразвуковой дефектоскопии»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.2

Всего: 108 часов

Семестр 3, в том числе

6 часов – контактная работа,

84 часов – самостоятельная работа,

18 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 современных методов УЗ неразрушающего контроля изделий, основанных на использовании простых и сложномодулированных сигналов и разнообразных радиотехнических методах обработки сигналов

Задачами дисциплины являются:

– изучение основных положений радиотехнических методов представления, формирования и обработки простых и сложномодулированных сигналов;

– изучение базовых методов анализа радиотехнических сигналов применительно к задачам УЗ неразрушающего контроля сложноструктурных изделий

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

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

– 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 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 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:

– работу российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

уметь:

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

– 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).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Проблемы ультразвукового контроля крупногабаритных изделий из сложноструктурных материалов.

Особенности ультразвукового (УЗ) неразрушающего контроля (НК) крупногабаритных сложноструктурных изделий из полимерных композиционных материалов, бетона, чугуна, бронзы. Затухание и рассеивание УЗ колебаний (УЗК) в сложноструктурных материалах. Влияние неоднородности структуры материала на разрешающую способность НК, на точность измерения временного положения УЗ сигнала.

2. Радиотехнические методы выделения сигналов из белого шума.

Общая характеристика помех в УЗ дефектоскопии. Помехи и методы борьбы с ними. Влияние помех на погрешность измерения характеристик сигналов при УЗ контроле. Основные характеристики случайных процессов. Белый шум. Характеристики собственного шума радиоэлектронной аппаратуры. Тепловой шум. Проблемы выделения УЗ сигналов из белого шума. Амплитудное детектирование. Синхронное детектирование. Накопление сигналов. Корреляционный прием. Оптимальная фильтрация.

3. Сигналы, используемые в традиционных приборах УЗ неразрушающего контроля, их характеристики.

Гармонический сигнал. Видеоимпульсы и радиоимпульсы. Периодическая последовательность импульсов. Интегральное преобразование Фурье. Спектр периодических и непериодических сигналов. Спектр гармонического сигнала, прямоугольного импульса, гауссового импульса, радиоимпульса с прямоугольной огибающей. Энергетический спектр сигнала.

4. Сложномодулированные сигналы.

Корреляционный анализ сигналов. Автокорреляционная функция сложномодулированных (СМ) сигналов. Взаимно корреляционная функция. Частотно-модулированные (ЧМ) сигналы. Сплит-сигнал. Частотные и фазовые спектры. Фазоманипулированные (ФМ) сигналы Баркера, Хаффмена, Голлея. Ортогональные ФМ сигналы. Особенности использования СМ сигналов в УЗ дефектоскопии. Приборы для акустического контроля крупногабаритных изделий с большим затуханием УЗК.

5. Выделение сигналов на фоне коррелированных помех.

Структурный шум (СШ). Электроакустическая наводка. Проблемы выделения УЗ сигналов из коррелированных с зондирующим сигналом помех - электроакустической наводки, СШ, шума "формы изделий". Влияние неоднородности структуры изделий и структурного шума на погрешности измерения. Выбор оптимальной частоты зондирующего сигнала при контроле изделий из сложноструктурных материалов.

Пространственно-временная обработка сигналов. Примеры алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов для повышения отношения сигнал/структурный шум. Применение УЗ фазированных антенных решеток для повышения отношения сигнал/СШ. Приборы для акустического контроля изделий со сложной неоднородной структурой.

6. Структуроскопия изделий из сложноструктурных материалов

Акустические методы структуроскопии изделий. Искажения акустических сигналов при прохождении через среду с частотно-зависимым затуханием, через среду с неоднородным распределением физико-механических характеристик. Статистические характеристики структурного шума - энергетический спектр, дисперсия, корреляционные характеристики СШ. Мониторинг состояния структуры материала по изменению статистических характеристик структурного шума. Приборы для акустического контроля физико-механических свойств материалов.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр– дифференцированный зачет

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Особенности УЗ контроля крупногабаритных изделий с большим интегральным затуханием УЗК.
2. Особенности УЗ контроля крупногабаритных изделий высоким уровнем структурного шума.
3. Шумы и помехи, имеющие место при УЗ контроле сложноструктурных изделий из бетона, чугуна, бронзы, полимерных композиционных материалов.
4. Пространственно-временная обработка сигналов - метод выделения сигналов из структурного шума.
5. Оптимальная фильтрация сигналов - метод выделения сигналов из белого шума.
6. Применения метода накопления периодически следующих сигналов для повышения чувствительности контроля.
7. Способы выделения сигналов из коррелированной помехи - электроакустической наводки.
8. Акустические методы измерения структуры материала изделий.
9. Повышение точности измерения временного положения сигналов при использовании сложномодулированных сигналов.
10. Анализ состояния структуры материала по статистическим характеристикам структурного шума - по дисперсии СШ, по энергетическому спектру СШ.
11. Сравнение временных и пространственных методов обработки сигналов.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Качанов В.К., Карташев В.Г., Соколов И.В., Шалимова Е.В. Методы обработки сигналов в ультразвуковой дефектоскопии. / Учебное пособие для студентов вузов – М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

Дополнительная литература:

2. Неразрушающий контроль и диагностика : Справочник, В.В. Клюев, издательство Машиностроение, 2003

3. Лезин Ю.С. Введение в теорию и технику радиотехнических систем/ -М.: Радио и Связь ,1986, 280 с.

4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов по специальности "Радиотехника", -М.: В.Ш., 2000, 536с.