

«УТВЕРЖДАЮ»

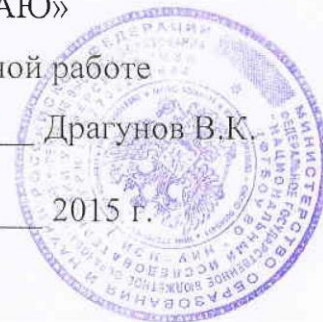
Проректор по научной работе

*В.К. Драгунов*

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

«Ультразвук в интроскопии»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов

Семестр 1, 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 ультразвукового контроля

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение методов ультразвукового контроля
- изучение законов распространения ультразвуковых волн

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

- Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);
- Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-7);
- Способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем неразрушающего контроля и технической диагностики (ПК-3);

– Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-4);

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

### **знать:**

– как практически осуществлять проектирование и комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2).

### **уметь:**

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

– быть готовым к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-7);

– применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем неразрушающего контроля и технической диагностики (ПК-3);

– организовывать и проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование с применением современных средств и методов (ПК-4).

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Упругие колебания и волны. Типы акустических волн**

Теневой, временной теневой эхометод, реверберационный метод, зеркально теневой метод, эхотеневой метод, импедансный метод, методы колебаний, акустическая эмиссия, шумодиагностические методы. Закон Гука, характеристики волнового процесса, продольная и поперечная волны, поверхностная волна Рэлея, головная волна, волны на поверхности раздела двух сред, волны в слоях и пластинах, волны в стержнях

Акустические свойства сред: импеданс и волновое сопротивление, коэффициент затухания.

## **2. Отражение и преломление плоских волн**

Закон синусов, понятие нормального импеданса, коэффициенты прохождения и отражения, критические углы.

Прохождение плоской волны границы сред разделенных слоев: схема замещения плоскопараллельного слоя, просветляющий слой.

Понятие о дифракции и рефракции акустических волн: дифракция волн, дифракция на плоском диске, дифракция на цилиндре, сфере, эллипсоиде, рефракция волн.

## **3. Излучение и прием акустических волн**

Пьезоэлектрический преобразователь и его основные характеристики, схема замещения, Мэсона, частотные и временные характеристики. Бесконтактные преобразователи: Электромагнитно-акустический, лазерный способ возбуждения УЗ волн

## **4. Акустическое поле преобразователя**

Расчет поля дискообразного преобразователя на оси, понятие ближней и дальней зоны. Методы расчета характеристики направленности преобразователя, характеристики направленности для преобразователей различной формы. Поле преобразователя с плоскопараллельной задержкой, поле преобразователя с клиновидной задержкой, поле фокусирующего преобразователя

## **5. Поле фазированной решетки**

Методика расчета, виды фокусирующих преобразователей, секторное сканирование и фокусировка поля решетки с временным и фазовым управлением.

## **6. Расчет эхосигналов**

Понятие акустического тракта, расчет методом Кирхгофа, расчет в энергетическом приближении АРД диаграмма. Общий подход к оценке максимальной амплитуды отражения от моделей дефектов.

Методика расчета, особенности отражения от реальных дефектов.

Внешние шумы, шумы электрических цепей, помехи преобразователя, ложные сигналы, структурные помехи.

### **7. Характеристики эхометода. Метод колебаний.**

Помехи эхометода. Чувствительность, максимальная и минимальная глубина прозвучивания, разрешающая способность, точность определения координат дефекта, метрологическое обеспечение. Теневой метод. временной теневой метод, зеркально-теневой метод, эхосквозной метод. Методы свободных колебаний, методы вынужденных колебаний, резонансный толщиномер.

### **8. Акустико-эмиссионный метод**

Физические основы метода, форма импульсов АЭ, основные параметры АЭ, акустическая эмиссия при деформации материалов, аппаратура АЭ, области применения АЭ. Дефектоскопия металлических объектов, общие положения методики контроля, выбор схемы контроля, настройка аппаратуры, поиск дефектов, определение положения и размеров дефекта, контроль поковок и литья, контроль проката, контроль сварных соединений. Дефектоскопия неметаллических материалов и многослойных конструкций. Импедансный метод контроля, велосиметрический метод, методы колебаний.

### **9. Измерение размеров**

Ультразвуковая толщинометрия, ультразвуковой импульсный толщиномер, контроль шероховатости поверхности.

Ультразвуковые методы контроля физико-механических свойств материала

Контроль упругих свойств материалов, контроль прочности, контроль твердости, контроль коррозии.

### **10. Ультразвуковая голография**

Ультразвуковая голография с использованием линейных детекторов амплитуды и фазы акустического поля, использование в качестве опорной волны сигнала опорного генератора. Решение обратной задачи восстановления изображения объекта по распределению комплексной амплитуда поля

рассеяния с помощью преобразования Фраунгофера. Разрешающая способность восстановленного изображения объекта, применение многочастотных и импульсных сигналов. Метод синтезированной апертуры SAFT. Техническая реализация дефектоскопической системы ультразвуковой голографии, сканирующие устройства. Примеры использования ультразвуковой голографии в неразрушающем контроле, система "АВГУР".

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр– дифференцированный зачет.

В качестве оценочных средств освоения дисциплины используются вопросы для самоконтроля аспирантов и вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Акустические методы
2. Упругие свойства твердых тел.
3. Величины, характеризующие акустическое поле.
4. Методы возбуждения и приема.
5. Основные виды ультразвуковых преобразователей.
6. Коэффициенты преобразования при излучении и приеме.

### **Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов**

1. Ультразвуковой эхо-метод и его основные характеристики
2. Ультразвуковые импульсные толщиномеры и дефектоскопы.  
Структурные схемы дефектоскопов, использующих эти методы.
3. Преобразователи ультразвуковых дефектоскопов
4. Электромагнитно-акустические преобразователи.
5. Методы повышения помехоустойчивости ультразвуковой аппаратуры.
6. Акустическая томография. УЗ фазированные антенные решетки.  
Принципы акустической томографии и область ее применения.

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

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная литература:**

- 1.В.Г. Бадалян, Е.Г. Базулин, А.Х. Вовилкин, Д.А. Кононов, П.Ф. Самарин, Д.С. Тихонов «Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением

голографических методов»; Под ред. Вовилкина А. Х.- М., Машиностроение, 2008. - 368 с.

2.Алешин Н.П Ультразвуковой контроль : учебное пособие для вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" Издательский дом "Спектр" Год издания: 2013.

**Дополнительная литература:**

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

4. Бадалян В.Г. Применение акустической голографии в дефектоскопии (обзор) // Дефектоскопия. – 1987. - № 7. - С. 39 – 56.