

«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

«Применение ультразвуковых фазированных решеток в ультразвуковой дефектоскопии»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.2

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа,

48 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

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов построения фазированных антенных решеток
- изучение элементной базы для построения УЗ ФАР - УЗ малоапертурных пьезоэлектрических преобразователей

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

– Способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач технической диагностики (ПК-6)

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:

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

владеть:

– современным инструментарием проектирования программно-аппаратных средств для решения задач технической диагностики (ПК-6);
– способностью к проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-4)

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Проблемы ультразвуковой томографии изделий.

Ультразвуковая томография. Особенности применения ультразвуковой (УЗ) томографии в медицине. Особенности применения УЗ томографии при высокочастотном контроле изделий из металла. Особенности применения УЗ томографии при низкочастотном контроле изделий из бетона.

2. Основные понятия о УЗ фазированных антенных решетках.

Основные понятия о фазированных антенных решетках (ФАР). Особенности ФАР в радиолокации. Линейные решетки. Двумерные (матричные) ФАР. Активная и эффективная апертура (длина) решетки, шаг решетки. Диапазон качания углов. Длина и ширина УЗ луча решетки. Фокусное расстояние. Фронтальная и лучевая разрешающая способность. Угловая разрешающая способность. Диаграмма направленности. Основной и боковые лепестки ДН. Применение УЗ ФАР для УЗ томографии. Особенности ДН УЗ ФАР. Линейные УЗ ФАР. Двумерные УЗ ФАР. Представление результатов контроля изделий с помощью УЗ ФАР; А-, В-, С-сканы. Программы компьютерной обработки сигналов в УЗ томографах. Дефектоскопы с УЗ ФАР. УЗ томограф А1550 (ООО "АКС", Москва). УЗ томограф OmniScan (Канада), УЗ томограф GE Phasor XS (США). Тенденции развития УЗ томографов.

3. Преобразователи для УЗ ФАР.

УЗ высокочастотные пьезоэлектрические преобразователи для УЗ ФАР для контроля металлов. УЗ низкочастотные пьезоэлектрические преобразователи для УЗ ФАР для контроля бетона. Требования к преобразователям для УЗ низкочастотных томографов. Пьезоэлектрические преобразователи с сухим точечным контактом (СТК). Мозаичные широкополосные преобразователи - элементы УЗ НЧ ФАР. Методы создания акустического контакта ПЭП с поверхностью контролируемого изделия. Применение силиконовых протекторов для формирования сухого контакта преобразователя с поверхностью бетона. Способы уменьшения паразитной электроакустической наводки в УЗ ФАР. Конструктивные и алгоритмические решения уменьшения уровня паразитной наводки.

4. Низкочастотные УЗ ФАР.

Особенности низкочастотных ФАР для томографии строительных конструкций из бетона. Применение УЗ ФАР при низкочастотном контроле изделий из бетона. Метод САФТ (SAFT). Метод САФТ (SAFT-C). Построение томограмм методом "фокусировка в точку". Использование сложномодулированных сигналов в УЗ ФАР.

5. Применение УЗ ФАР для контроля толщины бетонных изделий.

Алгоритм "Фокусировка на плоскость". Представление результатов контроля - "Р-скан". Сравнение алгоритма "Фокусировка на плоскость" и алгоритма "Фокусировка в точку". Использование алгоритма "Фокусировка на плоскость" для измерения толщины СК из бетона. Использование алгоритма "Фокусировка на плоскость" для безэталонного определения скорости УЗК в бетонных изделия.

6. Использование УЗ ФАР для повышения отношения сигнал/структурный шум.

Методы декорреляции эхо-сигналов от дефектов и сигналов структурного шума. Алгоритмический метод декорреляции сигналов и структурного шума. Использование алгоритма "Фокусировка на плоскость" для повышения отношения "донный сигнал/структурный шум".

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр– дифференцированный зачет .

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Особенности УЗ низкочастотного контроля изделий из бетона с помощью УЗ ФАР по сравнению с УЗ контролем изделий из металлов.
2. Шумы и помехи, имеющие место при УЗ контроле сложноструктурных изделий из бетона с использованием УЗ ФАР
3. Пространственно-временная обработка сигналов - метод выделения сигналов из структурного шума. Использование УЗ ФАР для выделения сигналов из структурного шума.

4. Применение оптимальной фильтрация сигналов при использовании сложномодулированных сигналов в УЗ томографах.
5. Сравнение метода "фокусировка в точку" и метода "фокусировка на плоскость" при УЗ толщинометрии бетонных изделий.
6. УЗ широкополосные ПЭП - элементы УЗ ФАР для контроля бетонных изделий.
7. Способы обеспечения контакта УЗ ФАР с поверхностью бетонных изделий. Иммерсионный и сухой контакты.
8. Безэталонные методы измерения скорости УЗК
9. Использование УЗ ФАР для безэталонного определения скорости УЗК в бетоне.
10. Примеры промышленных УЗ томографов для контроля бетонных изделий
11. Примеры промышленных УЗ томографов для контроля изделий из металла.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Воронков И.В., Воронкова Л.В., Данилов В.Н. Преобразователи с фазированными решетками. Москва. Издательский дом "Спектр". 2013

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