



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ**

Направление подготовки
12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Институт естествознания и стандартизации
физики
3
5

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 30.09.2015 № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «25»
10 20 18 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации «29» 10 20 18 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой физики, доцент, к.ф.-м.н.

 / Ю.И. Савченко /

Рецензент:

Профессор, д.т.н., профессор

 / И.М. Ячиков /

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физические основы ультразвукового контроля» являются: формирование и развитие общепрофессиональных компетенций по видам профессиональной деятельности в области приборостроения, связанной с исследованиями, разработкой и технологиями, направленные на создание и эксплуатацию приборов неразрушающего контроля, предназначенных для получения, регистрации и обработки информации об окружающей среде и технических объектах, в соответствии с требованиями ФГОС ВО и направленностью (профилем) ОП

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Физические основы ультразвукового контроля» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика и информационные технологии» «Физика магнитных явлений», «Физические основы получения информации», «Теория физических полей», «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ «Теоретические основы электроники», «Аналоговые измерительные устройства.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин: «Приборы и методы ультразвукового контроля», «Проектная деятельность», «Физические методы контроля», «Производственная - преддипломная практика» и для ГИА.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические основы ультразвукового контроля» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	
Знать	- физическую сущность ультразвукового контроля; - основные определения и понятия, используемые в теории ультразвукового контроля; - задачи, решаемые ультразвуковыми методами контроля; - основные способы и устройства ультразвукового контроля; - основы математического и компьютерного моделирования ультразвукового контроля.
Уметь	- приобретать и использовать знания в области ультразвукового контроля; - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении ультразвукового контроля.
Владеть	- профессиональным языком предметной области знания; - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности.
ОПК-3 способностью выявлять естественно - научную сущность проблем,	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - физическую сущность ультразвукового контроля; - основные определения и понятия, используемые в теории ультразвукового контроля; - задачи, решаемые ультразвуковыми методами контроля; - основы математического и компьютерного моделирования ультразвукового контроля.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - приобретать и использовать знания в области ультразвукового контроля; - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении ультразвукового контроля.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - профессиональным языком предметной области знания; - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности.
ОПК-4 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы контроля, их особенности; - современные способы и устройства ультразвукового контроля; - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения ультразвуковых методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - применять знания области ультразвукового метода контроля в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; - основы математического и компьютерного моделирования ультразвукового контроля; - распознавать эффективное решение от неэффективного; - корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работать с ультразвуковыми приборами и с выводом информации на персональный компьютер; - навыками дискуссии по профессиональной тематике.
ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы контроля, их особенности; - основные способы и устройства ультразвукового контроля; - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения неразрушающих физических методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении неразрушающего контроля; - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи акустического контроля; - выбирать метод ультразвукового контроля; - анализировать результаты ультразвукового контроля.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с приборами ультразвукового контроля;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	- навыками освоения научно-технической документации, соотношения её относительно происхождения и класса изделий.
ППК-1 Проверка подготовки контролируемого объекта и средств контроля к выполнению неразрушающего контроля	
Знать	- основные методы контроля, их особенности, - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения неразрушающих физических методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития
Уметь	-- самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи акустического контроля; - выбирать метод ультразвукового контроля; - распознавать эффективное решение от неэффективного; - подготовить средство и объект для поведения контроля.
Владеть	- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - профессиональным языком предметной области знания; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.
ППК-2 Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта	
Знать	- основные методы контроля, их особенности, - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения неразрушающих физических методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития
Уметь	- применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении неразрушающего контроля; - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи акустического контроля; - выбирать метод ультразвукового контроля; - анализировать результаты ультразвукового контроля.
Владеть	- навыками работы с приборами ультразвукового контроля; - навыками освоения научно-технической документации, соотношения её относительно происхождения и класса изделий, а так же правильной и точной классификации обнаруживаемых дефектов, применимых к объектам контроля.

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51,1 акад. часов:
 - аудиторная – 48 акад. часов;
 - внеаудиторная – 3,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 57,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Физические основы метода						- подготовка к лабораторно-практическим и семинарским занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- семинар № 1, 2; – контрольная работа.	ОПК-1,3,4-зув; ПК-3-зув; ППК-1,2-зув.
1.1. Колебания и волны	5	2	1/2И	0	4			
1.2. Акустические свойства сред	5	2	1/2И	0	4			
1.3. Отражение и преломление волн на границе сред	5		1/2И	0	4			
1.4. Дифракция звука	5	2	1/2И	0	4			
1.5. Излучение и прием упругих колебаний	5	2	1/2И	0	4			
1.6. Акустический тракт	5	1	0,5/1И	0	4			
1.7. Шумы и помехи при контроле	5	1	0,5/1И	0	2,2			
Итого по разделу	5	10	6/12И	0	26,2			
2. Электроакустические преобразователи	5						- семинар № 3;	ОПК-

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
2.1. Свойства пьезоэлементов	5	1	6	0	10	подготовка к лабораторно-практическим и семинарским занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- лабораторные работы № 1, 2; – контрольная работа.	1,3,4- зув; ПК-3-зув; ППК-1,2-зув.
2.2. Акустическое поле пьезопластины	5	1	4	0	10			
Итого по разделу	5	2	10	0	20			
3. Методы ультразвукового контроля	5					подготовка к лабораторно-практическим и семинарским занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- семинар № 4; - лабораторные работы № 3, 4, 5; – контрольная работа.	ОПК-1,3,4- зув; ПК-3-зув; ППК-1,2-зув.
3.1. Методы отражения	5	1	4	0	2			
3.2. Методы прохождения	5	1	4	0	2			
3.3 Комбинированные методы	5	0,5	4	0	2			
3.4. Методы собственных колебаний	5	0,5	2	0	2			
3.5. Импедансные методы	5	0,5	2	0	2			
3.6. Способы акустического контакта	5	0,5	0	0	1			
Итого по разделу	5	4	16	0	11			

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Итого за семестр	5	16	32/12	0	57,2		Экзамен	

5 Образовательные и информационные технологии

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физические основы ультразвукового контроля» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, технологии проектного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лабораторно-практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в

большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Лабораторно-практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физические основы ультразвукового контроля» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных работ на лабораторно-практических занятиях и представление докладов по заранее обозначенным в рабочей программе дисциплины темам.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

Контрольная работа «Физические основы ультразвукового контроля»

1. Преобразование волн одного типа в волны другого типа, происходящее на границе раздела двух сред, называется:

- отражением;
- преломлением;
- трансформацией;
- поляризацией.

2. Ультразвуковой контроль объектов из углеродистых и низколегированных сталей проводят с использованием частот в интервале:

- 20 - 50 кГц;
- 1 – 1000 кГц;
- 1 – 5 МГц;
- 15 – 100 МГц.

3. Во сколько раз уменьшилась амплитуда, если волна ослабла на 6 дБ:

- в шесть раз;
- в два раза;
- в три раза;
- в 12 раз.

4. В каких средах (материалах) могут распространяться продольные волны:

- в любых средах, кроме вакуума;
- только в твердых телах;
- только в жидких средах;
- только в газообразных средах.

5. Одинаковыми преобразователями получают донные сигналы для трех образцов равной толщины из алюминия, стали и чугуна. В каком случае амплитуда будет больше:

- в образце из алюминия;
- в образце из стали;
- в образце из чугуна;
- амплитуды одинаковы.

6. Угол падения, при котором угол преломления составляет 90° , называется:

- нормальным углом падения;
- критическим углом;
- углом максимального отражения;
- ни одним из вышеперечисленных.

7. Импульсы помех, возникающие при больших углах ввода ($\alpha > 65^\circ$) при отражении от поверхностных царапин, рисок, усиления шва, забоин, называют:

- помехи акустического контакта;
- реверберационными помехами преобразователя;
- импульсами, обусловленными поверхностными волнами;
- импульсами, обусловленными трансформацией волн.

8. В каких средах (материалах) могут распространяться поперечные волны:

- в любых средах, кроме вакуума;
- только в твердых телах;
- только в жидких средах;
- только в газообразных средах.

9. Диапазон слышимого звука:

- ниже 16 Гц;
- от 16 Гц до 20 кГц;
- от 20 кГц до 300 МГц;
- выше 300 МГц.

10. Трансформация волн – это:

- изменение направления и (или) скорости распространения волны на границе раздела, при котором волна переходит в другую среду.
- преобразование типа или поляризация волн, происходящее на границе раздела двух сред;
- изменение направления распространения волны на границе раздела, при котором волна переходит в другую среду.
- ни одно из вышеперечисленных определений.

11. На каком калибровочном образце, в соответствии с ГОСТ 55724-2013, измеряют угол ввода ПЭП?

- СО-2;
- СО-3;
- СО- 3Р;
- СО-2 и СО-3Р.

12. Как следует подключать к дефектоскопу раздельно-совмещенный преобразователь:

- излучающий элемент к выходу, а приемный ко входу дефектоскопа;
- излучающий элемент ко входу, а приемный к выходу дефектоскопа;
- излучающий и приемный элементы к выходу и ко входу дефектоскопа одновременно;
- излучающий и приемный элементы – только ко входу дефектоскопа.

13. В соответствии с ГОСТ 55724-2013 УЗК сварных соединений с целью выявления несплошностей, залегающих вблизи поверхности, по которой производится сканирование, выполняют:

- поперечными (сдвиговыми волнами);
- продольными подповерхностными (головными) волнами;
- поверхностными волнами;
- продольными подповерхностными (головными) и поверхностными волнами.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя: проработку

лекционного материала, изучение литературы по соответствующему разделу; подготовку к выполнению лабораторных работ, подготовку к отчету по лабораторным работам, подготовку к семинарам.

Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Измерение толщины изделия с помощью ультразвукового толщиномера А1210»

Лабораторная работа №2 «Определение скорости распространения ультразвука в различных материалах с помощью ультразвукового толщиномера А1209»

Лабораторная работа №3 «Определение толщины образцов при помощи УЗ ТОМОГРАФА А1550»

Лабораторная работа № 4 «Визуализация внутренней структуры объекта контроля в режиме реального времени УЗ ТОМОГРАФОМ А1550»

Лабораторная работа № 5 «Оценка глубины залегания дефекта с помощью дефектоскопа А1212 MASTER»

Перечень вопросов к семинарам

Семинар № 1

1. Колебания и волны. Типы акустических волн.
2. Упругие колебания. Закон Гука. Волновое уравнение. Характеристики волнового процесса.
3. Продольная и поперечная волны. Поверхностные волны. Головная волна. Волны в слоях и пластинах. Волны в стержнях и трубах.
4. Акустические свойства сред.
5. Импеданс и волновое сопротивление среды.
6. Коэффициент затухания.

Семинар № 2

1. Отражение и преломление акустических волн. Граница раздела двух сред: жидкость-жидкость; жидкость (газ) - твердое тело; твердое тело - твердое тело.
2. Трансформация акустических волн. Критические углы.
3. Дифракция акустических волн.
4. Дифракция на ребре (трещине). Дифракция на диске. Дифракция на цилиндре, сфере, эллипсоиде.
5. Рассеяние акустических волн.
6. Рефракция акустических волн.
7. Излучение и прием акустических волн.

Семинар № 3

1. Пьезоэлектрический эффект. Акустический контакт. Пьезоматериалы.
2. Электромагнитно-акустический эффект. Лазерное возбуждение ультразвука.
3. Акустическое поле. Акустическое поле преобразователя. Сосредоточенный источник акустической волны.
4. Модель точечных источников. Ближняя и дальняя зоны.
5. Наклонные преобразователи. Фазированная решетка

Семинар № 4

1. Основные параметры метода отражения.
2. Основные параметры метода прохождения.
3. Основные параметры комбинированного метода.
4. Основные параметры метода собственных колебаний.

5. Основные параметры импедансного метода.
6. Эхо – метод. Амплитуда эхо-сигнала.
7. Выбор схемы контроля и основных параметров.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики		
Знать	<p>- физическую сущность ультразвукового контроля;</p> <p>- основные определения и понятия, используемые в теории ультразвукового контроля;</p> <p>- задачи, решаемые ультразвуковыми методами контроля;</p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Колебания и волны. Типы акустических волн. 2. Упругие колебания. Закон Гука. Волновое уравнение. Характеристики волнового процесса. 3. Продольная и поперечная волны. Поверхностные волны. Головная волна. Волны в слоях и пластинах. Волны в стержнях и трубах. 4. Акустические свойства сред. 5. Импеданс и волновое сопротивление среды. 6. Коэффициент затухания. 7. Отражение и преломление акустических волн. Граница раздела двух сред: жидкость-жидкость; жидкость (газ) - твердое тело; твердое тело - твердое тело. 8. Трансформация акустических волн. Критические углы.
Уметь	<p>- приобретать и использовать знания в области ультразвукового контроля;</p> <p>- применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении ультразвукового контроля.</p>	<p><i>Примерный перечень практических заданий для экзамена</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Преобразование волн одного типа в волны другого типа, происходящее на границе раздела двух сред, называется: <ul style="list-style-type: none"> - отражением; - преломлением; - трансформацией; - поляризацией. 2. В каких средах (материалах) могут распространяться продольные волны:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> - в любых средах, кроме вакуума; - только в твердых телах; - только в жидких средах; - только в газообразных средах. <p>3. Угол падения, при котором угол преломления составляет 90°, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормальным углом падения; - критическим углом; - углом максимального отражения; - ни одним из вышеперечисленных. <p>4. В каких средах (материалах) могут распространяться поперечные волны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в любых средах, кроме вакуума; - только в твердых телах; - только в жидких средах; - только в газообразных средах. <p>5. Диапазон слышимого звука:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ниже 16 Гц; - от 16 Гц до 20 кГц; - от 20 кГц до 300 МГц; - выше 300 МГц. <p>6. Трансформация волн – это:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изменение направления и (или) скорости распространения волны на границе раздела, при котором волна переходит в другую среду. - преобразование типа или поляризация волн, происходящее на границе раздела двух сред; - изменение направления распространения волны на границе раздела, при котором волна переходит в другую среду.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		- ни одно из вышеперечисленных определений.
Владеть	<p>- профессиональным языком предметной области знания;</p> <p>- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности.</p>	<p>Перечень вопросов и заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На чем основаны ультразвуковые методы неразрушающего контроля? 2. Какие методы ультразвукового контроля вы знаете? 3. Описать преимущества и недостатки ультразвуковых методов контроля. 4. Как измерить скорость ультразвука с помощью толщиномера?
ОПК-3 способностью выявлять естественно - научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат		
Знать	<p>-задачи, решаемые ультразвуковыми методами контроля;</p> <p>- основы математического и компьютерного моделирования ультразвукового контроля.</p>	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дифракция акустических волн. 2. Дифракция на ребре (трещине). Дифракция на диске. Дифракция на цилиндре, сфере, эллипсоиде. 3. Рассеяние акустических волн. 4. Рефракция акустических волн. 5. Излучение и прием акустических волн. 6. Пьезоэлектрический эффект. Акустический контакт. Пьезоматериалы.
Уметь	<p>- приобретать и использовать знания в области ультразвукового контроля;</p> <p>- применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении ультразвукового контроля.</p>	<p>Примерный перечень практических заданий для экзамена</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ультразвуковой контроль объектов из углеродистых и низколегированных сталей проводят с использованием частот в интервале: <ul style="list-style-type: none"> - 20 - 50 кГц; - 1 – 1000 кГц; - 1 – 5 МГц; - 15 – 100 МГц. 2. Во сколько раз уменьшилась амплитуда, если волна ослабла на 6 дБ: <ul style="list-style-type: none"> - в шесть раз;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> - в два раза; - в три раза; - в 12 раз. <p>3. Одинаковыми преобразователями получают донные сигналы для трех образцов равной толщины из алюминия, стали и чугуна. В каком случае амплитуда будет больше:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в образце из алюминия; - в образце из стали; - в образце из чугуна; - амплитуды одинаковы. <p>4. Угол падения, при котором угол преломления составляет 90°, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормальным углом падения; - критическим углом; - углом максимального отражения; - ни одним из вышеперечисленных. <p>5. Импульсы помех, возникающие при больших углах ввода ($\alpha > 65^\circ$) при отражении от поверхностных царапин, рисок, усиления шва, забоин, называют:</p> <ul style="list-style-type: none"> - помехи акустического контакта; - реверберационными помехами преобразователя; - импульсами, обусловленными поверхностными волнами; - импульсами, обусловленными трансформацией волн. <p>6. В каких средах (материалах) могут распространяться поперечные волны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в любых средах, кроме вакуума; - только в твердых телах; - только в жидких средах; - только в газообразных средах.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - профессиональным языком предметной области знания; - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности. 	<p><i>Перечень вопросов и заданий</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем сущность метода отражения. 2. В чем сущность метода прохождения. 3. В чем сущность комбинированного метода. 4. В чем сущность метода собственных колебаний. 5. В чем сущность импедансного метода. 6. В чем сущность эхо – метода.
ОПК-4 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы контроля, их особенности; - современные способы и устройства ультразвукового контроля; - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения ультразвуковых методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития. 	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пьезоэлектрический эффект. Акустический контакт. Пьезоматериалы. 2. Электромагнитно-акустический эффект. Лазерное возбуждение ультразвука. 3. Акустическое поле. Акустическое поле преобразователя. Сосредоточенный источник акустической волны. 4. Модель точечных источников. Ближняя и дальняя зоны. 5. Наклонные преобразователи. Фазированная решетка
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - применять знания области ультразвукового метода контроля в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; - основы математического и компьютерного моделирования ультразвукового контроля; - распознавать эффективное решение от неэффективного; - корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания. 	<p><i>Примерный перечень практических заданий для экзамена</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прямой и обратный пьезоэффект 2. Способы создания акустического контакта 3. Свойства применяемых пьезоматериалов 4. Лоренцевский механизм возбуждения акустических волн 5. Магнитоупругий механизм возбуждения акустических волн 6. Основы компьютерной томографии

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работать с ультразвуковыми приборами и с выводом информации на персональный компьютер; - навыками дискуссии по профессиональной тематике. 	<p>Перечень вопросов и заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Из каких основных блоков состоит УЗ - дефектоскоп? 2. В каких режимах может работать толщиномер 3. Как настроить прибор под используемый преобразователь? 4. Описать назначение УЗ томографа A1550 IntroVisor и всех функциональных клавиш прибора. 5. Принцип действия эхо - импульсного толщиномера A1210. 6. Как измерить скорость ультразвука с помощью толщиномера?
ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы контроля, их особенности; - основные способы и устройства ультразвукового контроля; - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения неразрушающих физических методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития. 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные параметры метода отражения. 2. Основные параметры метода прохождения. 3. Основные параметры комбинированного метода. 4. Основные параметры метода собственных колебаний. 5. Основные параметры импедансного метода. 6. Эхо – метод. Амплитуда эхо-сигнала. 7. Выбор схемы контроля и основных параметров.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проведении неразрушающего контроля; - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи акустического контроля; - выбирать метод ультразвукового контроля; 	<p>Примерный перечень практических заданий для экзамена</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор метода контроля по поставленной задаче 2. Представление результатов контроля 3. Анализ результатов контроля

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	- анализировать результаты ультразвукового контроля.	
Владеть	- навыками работы с приборами ультразвукового контроля; - навыками освоения научно-технической документации, соотношения её относительно происхождения и класса изделий.	Перечень вопросов и заданий <ol style="list-style-type: none"> 1. На чем основаны ультразвуковые методы неразрушающего контроля? 2. Какие методы ультразвукового контроля вы знаете? 3. Описать преимущества и недостатки ультразвуковых методов контроля. 4. Из каких основных блоков состоит УЗ - дефектоскоп? 5. В каких режимах может работать толщиномер 6. Описать назначение УЗ томографа A1550 IntroVisor . 7. Принцип действия эхо - импульсного толщиномера A1210 или A1208. 8. Устройство и принцип работы ультразвукового дефектоскопа A1212.
ППК-1 Проверка подготовки контролируемого объекта и средств контроля к выполнению неразрушающего контроля		
Знать	- основные методы контроля, их особенности, - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения неразрушающих физических методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития.	Перечень теоретических вопросов к экзамену <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип работы ультразвукового толщиномера A1208 2. Принцип работы ультразвукового толщиномера A1210 3. Принцип работы ультразвукового дефектоскопа A1212 4. Принцип работы ультразвукового томографа A1550
Уметь	-- самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи акустического контроля; - выбирать метод ультразвукового контроля; - распознавать эффективное решение от неэффективного; - подготовить средство и объект для	Примерный перечень практических заданий для экзамена <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к работе ультразвукового толщиномера A1208 2. Подготовка к работе ультразвукового толщиномера A1210 3. Подготовка к работе ультразвукового дефектоскопа A1212 4. Подготовка к работе ультразвукового томографа A1550 5. Подготовка объекта контроля.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	поведения контроля.	
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - профессиональным языком предметной области знания; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. 	<p>Перечень вопросов и заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение контроля с помощью ультразвукового толщиномера А1208 2. Проведение контроля с помощью ультразвукового толщиномера А1210 3. Проведение контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа А1212 4. Проведение контроля с помощью ультразвукового томографа А1550
ППК-2 Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы контроля, их особенности, - особенности аппаратуры для своевременного и качественного проведения неразрушающих физических методов контроля с учетом целей профессионального и личностного развития. 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные способы прозвучивания и последовательность технологических операций. 2. Выбор методики контроля для указанного объекта контроля 3. Особенности получения информации о дефекте при ультразвуковом контроле
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи акустического контроля; - выбирать метод ультразвукового контроля; - анализировать результаты ультразвукового контроля. 	<p>Примерный перечень практических заданий для экзамена</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Настройка ультразвукового толщиномера А1208 2. Настройка ультразвукового толщиномера А1210 3. Настройка ультразвукового дефектоскопа А1212 4. Настройка ультразвукового томографа А1550

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>- навыками работы с приборами ультразвукового контроля;</p> <p>- навыками освоения научно-технической документации, соотношения её относительно происхождения и класса изделий, а так же правильной и точной классификации обнаруживаемых дефектов, применимых к объектам контроля.</p>	<p>Перечень вопросов и заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение контроля с помощью ультразвукового толщиномера А1208 2. Проведение контроля с помощью ультразвукового толщиномера А1210 3. Проведение контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа А1212 4. Проведение контроля с помощью ультразвукового томографа А1550

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физические основы ультразвукового контроля» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (5 семестр).

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Зацепин, А. Ф. Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы : учебное пособие для вузов / А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков ; под научной редакцией В. Н. Костина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08496-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453799> (дата обращения: 30.09.2020).
2. Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учебное пособие для вузов / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 301 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07040-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453644> (дата обращения: 30.09.2020).
3. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 377 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12536-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/447758> (дата обращения: 30.09.2020).

б) Дополнительная литература:

1. Бражников, Н. И. Ультразвуковой контроль и регулирование технологических процессов : [монография] / Н. И. Бражников, В. А. Белевитин, А. И. Бражников. - М. : Теплотехник, 2008. - 255 с. : ил., граф., схемы, табл. - ISBN 5-98457-056-4. - Текст : непосредственный.
2. Ультразвуковой контроль : учебное пособие / Н. П. Алешин, В. Т. Бобров, Ю. В. Ланге, В. Г. Щербинский ; под общ. ред. В. В. Ключева ; РОНКТД. - М. : Спектр, 2011. - 223 с. : ил., схемы, табл. - (Диагностика безопасности). - ISBN 978-5-904270-59-9. - Текст : непосредственный.

в) Методические указания:

1. Савченко, Ю. И. Акустические методы контроля и приборы [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2879.pdf&show=dcatalogues/1/1134088/2879.pdf&view=true>
2. Физические методы контроля. Дефекты продукции. Контроль качества продукции : учебное пособие / [Ю. И. Савченко, И. В. Рыскужина, Н. И. Мишенева и др.] ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2906.pdf&show=dcatalogues/1/1134421/2906.pdf&view=true> (дата обращения: 30.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007
7Zip	свободно распространяемое ПО
FAR Manager	свободно распространяемое ПО

1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» <https://dlib.eastview.com/>
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar) URL: <https://scholar.google.ru/>
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам URL: <http://window.edu.ru/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория неразрушающего контроля	Проектор "BENQ MP575", Доска интерактивная Hitachi StarBoard FX-77GII , Альбом образцовых радиографических снимков, 20 листов, Денситометр измеритель оптической плотности ДНС-2, Дефектоскоп вихретоковый ВД-1(Константа), Дефектоскоп вихретоковый ВИТ-4, Дефектоскоп на постоянных магнитах УниМАГ-01, Дефектоскоп ультразвуковой А1212 MASTER, Дозиметр ДКГ-РМ-1621, Знаки маркировочные (№2, №6), Канавочные эталоны чувствительности №11, №12 - 20шт., Комплект для визуально-измерительного контроля КВК-1П – 3шт., Комплект пьезоэлектрических преобразователей (5 шт.), Комплект стандартных образцов КОУ-М2, Контрольный образец ОСО-ВД (5 образцов), Люксметр ТКА-Люкс, Магазин сопротивлений Р-33, Магнитометр ИМАГ-400Ц, Мультиметр APPA 205, Набор для МП контроля МРУ-Р Kit – 2шт., Негатоскоп X-Lum – 2шт., Образец стандартный для МПД ур.А,Б,В, Образцы с характерными дефектами (паспортизованные) по методу МПД – 3шт., Образцы с характерными дефектами (паспортизованные) по методу РК – 4шт., Образцы с характерными дефектами(паспортизованные) по методу УЗК – 5шт., Образцы с характерными дефектами(паспортизованные) по методу ВИК – 4шт., Образцы шероховатости поверхности, Оптический клин с метрологией – 2шт., Осциллограф двухканальный GOS-620 FG, Пояс маркировочный

	100см, Рентгеновский аппарат АРИОН-300 (учебный макет-имитатор), Стандартные образцы предприятия, Тепловизор Testo 875-1, Толщиномер ультразвуковой А1209, Толщиномер ультразвуковой А1210, Томограф ультразвуковой А1550 IntroVisor в базовой комплектации, Трафарет для определения размеров несплошностей с метрологией, Универсальный шаблон радиографа УШР-1 – 2шт., Штатив трехножный для р/а СПРУТ ШРТ-3, Электромагнит У6 230v; 50Hz(001У020), Эталоны чувствительности проволочные №11, №12 – 20 шт.
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Наличие помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.
Наличие аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета