



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

16.03.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2019 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

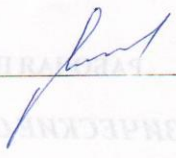
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
12.03.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
16.03.2020 г. протокол № 8

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Ю.И. Савченко

Рецензент:
профессор кафедры ВТиП, д-р техн. наук  И.М. Ячиков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от 01 09 2020 г. № 1
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

формирование и развитие профессиональных компетенций по видам профессиональной деятельности в области приборостроения, связанной с исследованиями, разработкой и технологиями, направленные на создание и эксплуатацию приборов ультразвукового 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

Дисциплина Физические основы ультразвукового контроля входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Теория физических полей

Учебная – эксплуатационная практика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Физические методы контроля

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Организация службы контроля и диагностики

Приборы и методы ультразвукового контроля

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен выполнять ультразвуковой контроль контролируемого объекта
ПК-2.2	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта согласно нормативно-технической документации
ПК-2.1	Проводит ультразвуковой контроль объекта и регистрацию измерений согласно составленной технологической карте

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 72 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов
- самостоятельная работа – 36,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Физические основы метода								
1.1 Колебания и волны. Акустические свойства сред. Отражение и преломление волн на границе сред	5	6			6	- подготовка к лабораторно-практическим и семинарским занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- семинар № 1, 2; – контрольная работа.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу		6			6			
2. Электроакустические преобразователи								
2.1 Свойства пьезоэлементов	5	4	6/2И		6	подготовка к лабораторным занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- лабораторные работы № 1, 2; – контрольная работа.	ПК-2.1, ПК-2.2
2.2 Акустическое поле пьезопластины		4	6/2И		8	подготовка к лабораторным занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- лабораторные работы № 1, 2; – контрольная работа.	ПК-2.1, ПК-2.2

Итого по разделу	8	12/4И		14			
3. Методы ультразвукового контроля							
3.1 Методы отражения. Методы прохождения.	8	8		6,3	подготовка к лабораторным занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- семинар № 4; - лабораторная работы № 3; - контрольная работа.	
3.2 Комбинированные методы. Методы собственных колебаний	5	8	8/6И	5	подготовка к лабораторным занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- семинар № 4; - лабораторная работы № 4; - контрольная работа.	ПК-2.1, ПК-2.2
3.3 Импедансные методы. Способы акустического контакта		4	6/2И	5	подготовка к лабораторным занятиям; - самостоятельное изучение учебной и научно литературы; - контрольная работа.	- семинар № 4; - лабораторные работы № 5; - контрольная работа.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу	20	22/8И		16,3			
Итого за семестр	34	34/12И		36,3		экзамен	
Итого по дисциплине	34	34/12И		36,3		экзамен	

5 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.

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

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 рефлекссию.

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.

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

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

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).

б) Дополнительная литература:

1. 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).

2. 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).

в) Методические указания:

1. Савченко, Ю. И. Акустические методы контроля и приборы : лабораторный практикум / Ю. И. Савченко, М. А. Лисовская, И. В. Рыскужина ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2879.pdf&show=dcatalogues/1/1134088/2879.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Лаборатория неразрушающего контроля: Проектор "BENQ MP575", Доска интерактивная Hitachi StarBoard FX-77GII, Дефектоскоп ультразвуковой A1212 MASTER, Комплект пьезоэлектрических преобразователей (5 шт.), Образцы с характерными дефектами(паспортизованны) по методу УЗК – 5шт., Образцы шероховатости поверхности, Осциллограф двухканальный GOS-620 FG, Толщиномер ультразвуковой A1209, Толщиномер ультразвуковой A1210, Томограф ультразвуковой A1550 IntroVisor в базовой комплектации.

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

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Аудитории 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

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 отдельно-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.

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

Код компетенции	Критерий достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-2 Способен выполнять ультразвуковой контроль контролируемого объекта		
ПК-2.2	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта согласно нормативно-технической документации	<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. 9. Дифракция акустических волн. 10. Дифракция на ребре (трещине). Дифракция на диске. Дифракция на цилиндре, сфере, эллипсоиде. 11. Рассеяние акустических волн. 12. Рефракция акустических волн. 13. Излучение и прием акустических волн. 14. Пьезоэлектрический эффект. Акустический контакт. Пьезоматериалы. <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;
ПК-2.1	Проводит ультразвуковой контроль объекта и регистрацию измерений согласно составленной технологической карте	

Код компетенции	Критерий достижения компетенции	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> - трансформацией; - поляризацией. <p>2. В каких средах (материалах) могут распространяться продольные 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>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.

Код компетенции	Критерий достижения компетенции	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>7. Ультразвуковой контроль объектов из углеродистых и низколегированных сталей проводят с использованием частот в интервале:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 20 - 50 кГц; - 1 – 1000 кГц; - 1 – 5 МГц; - 15 – 100 МГц. <p>8. Во сколько раз уменьшилась амплитуда, если волна ослабла на 6 дБ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в шесть раз; - в два раза; - в три раза; - в 12 раз. <p>9. 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>10. Угол падения, при котором угол преломления составляет 90°, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормальным углом падения; - критическим углом; - углом максимального отражения;

Код компетенции	Критерий достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>- ни одним из вышеперечисленных.</p> <p>11. 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>12. 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.

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.