

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Акустический контроль и диагностика

**Код модуля**  
1160339(1)

**Модуль**  
Методы неразрушающего контроля и  
диагностики

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Зацепин Анатолий Федорович	кандидат технических наук, доцент	Профессор	физических методов и приборов контроля качества

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- **Зацепин Анатолий Федорович, Профессор, физических методов и приборов контроля качества**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Акустический контроль и диагностика**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия
3.	Промежуточная аттестация	Зачет
4.	Текущая аттестация	

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Акустический контроль и диагностика**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических	Зачет Лабораторные занятия Лекции

	<p>процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации</p>	
--	---	--

	<p>оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	
<p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p> <p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать</p>	<p>Зачет</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p>

	<p>целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	
<p>ПК-1 -Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной</p>	<p>З-1 - Соотнести передовой отечественный и зарубежный опыт разработки, внедрения и эксплуатации методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики</p> <p>П-1 - Разрабатывать и использовать новые методы контроля процесса проведения и анализа результатов научно-исследовательских работ в области неразрушающего контроля и технической диагностики</p>	<p>Зачет Лабораторные занятия Лекции</p>

<p>деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении (Приборы и методы контроля качества и диагностики)</p>	<p>П-2 - Оформлять результаты поисковых, исследовательских и проектных работ У-1 - Выполнять в рамках поставленного задания теоретические и экспериментальные исследования в целях изыскания принципов и путей создания новых методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении</p>	
<p>ПК-3 -Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач (Приборы и методы контроля качества и диагностики)</p>	<p>З-1 - Определять принципы разработки новых методик, построения и функционирования приборов неразрушающего контроля и технической диагностики П-1 - Осуществлять обоснованный выбор теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых средств и приборов неразрушающего контроля У-1 - Выбирать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, используя методы, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности</p>	<p>Зачет Лабораторные занятия Лекции</p>
<p>ПК-4 -Способен разрабатывать новые методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики (Приборы и методы контроля качества и диагностики)</p>	<p>З-1 - Описывать современные способы разработки новых способов и методик контроля, технологические процессы производства средств и приборов контроля и диагностики З-2 - Определять назначение, устройство и принцип действия оборудования для изменения параметров и условий контроля, разработки новых методик в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией</p>	<p>Зачет Лабораторные занятия Лекции</p>

	<p>П-1 - Иметь практические навыки разработки и проектирования методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики</p> <p>У-1 - Проводить анализ и выбор перспективных элементов, материалов, технологий и оборудования производства приборов неразрушающего контроля</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы составления и оформления технического задания</p>	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Активность студента на занятиях</i>	3,9	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.50</b>		



Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Сдача отчетов</i>	3,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>1.00</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Измерение скоростей продольных и поперечных УЗ- волн в материалах
  2. Измерение коэффициентов затухания ультразвука в твердых и жидких средах
  3. Определение коэффициентов двойного преобразования совмещенных пьезопреобразователей
  4. Эталонирование параметров эхо-метода АК
  5. Измерение условных и эквивалентных размеров дефектов эхо-методом АК
  6. Изучение резонансного метода АК
  7. Метод акустической эмиссии
  8. Измерение скоростей продольных и поперечных УЗ- волн в материалах
- LMS-платформа
1. не предусмотрено

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Общие вопросы акустического контроля. Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание. Порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами.
2. Краткие исторические сведения о развитии ультразвуковых методов неразрушающего контроля. Вклад отечественных и зарубежных ученых.
3. Роль дефектоскопии в современной технике.
4. Общие понятия и термины акустического контроля.
5. Место акустического контроля в системе неразрушающих методов контроля.
6. Классификационная система акустических методов. Понятие об активных и пассивных методах. Классификационные признаки. Функциональные схемы.
7. Методы отражения (эхо, эхо-зеркальный, дельта, реверберационный).
8. Методы прохождения (амплитудный теневой, временной теневой, велосиметрический).
9. Комбинированные методы (зеркально-теневой, эхо-теневой, эхо-сквозной).
10. Импедансный метод.

11. Интегральные и локальные методы собственных частот (свободных колебаний, резонансные).
12. Метод акустической эмиссии.
13. Вибрационно-диагностический и шумо-диагностический методы.
14. Способы акустического контакта. Сухой точечный контакт. Контактный и иммерсионный способы. Бесконтактные способы.
15. Области и особенности применения акустических методов контроля и диагностики.
16. Упругие колебания и волны. Величины, характеризующие амплитуду колебаний в жидкости и твердой фазе. Непрерывные и импульсные колебания.
17. Спектральный состав акустических импульсов. Волновое уравнение для жидкости и твердого тела.
18. Типы упругих волн (объемные, поверхностные, головные, пластиночные и стержневые), поляризация колебаний.
19. Скорость распространения волны (фазовая и групповая), связь с упругими модулями.
20. Дисперсия скорости. Влияние волнового фронта на ослабление амплитуды колебаний при распространении волн.
21. Энергия и интенсивность акустических волн. Шкала децибел.
22. Продольные и поперечные волны в бесконечной среде.
23. Волны в ограниченных средах. Поверхностная волна Релея. Головная волна. Нормальные волны Лэмба. Стержневые волны Порхгаммера.
24. Акустические свойства сред. Влияние упругих характеристик материала на скорость волны. Волновое сопротивление (характеристический импеданс). Коэффициент затухания. Коэффициенты поглощения и рассеяния, их зависимость от материала среды и частоты колебаний. Упругая анизотропия.
25. Прохождение волн через границу раздела сред. Коэффициенты отражения и прохождения при нормальном падении волны на границу.
26. Наклонное падение волн на границу двух сред. Критические углы.
27. Обобщенный закон Снэллиуса. Отражение от свободной поверхности твердого тела.
28. Явление незеркального отражения. Отражение от двухгранного угла. Влияние тонкого слоя на прохождение волн. Достижение максимальной прозрачности (эффект просветления).
29. Дифракция на препятствии и рефракция. Особенности дифракции на плоских и объемных дефектах. Волны обегания и соскальзывания.
30. Электроакустические преобразователи. Пьезоэлектрический пьезоматериалы. Уравнение электроакустического тракта.
31. Эквивалентная схема пьезопреобразователя. Конструктивные особенности и характеристики ПЭП (типы излучаемых волн, рабочая частота, ширина полосы пропускания).
32. Прямой, наклонный и раздельно-совмещенный преобразователи. Функции элементов. Передаточная функция. Коэффициенты преобразования в режимах излучения и приема. Коэффициент двойного преобразования.
33. Бесконтактные способы передачи и приема акустических волн. Воздушно-акустическая связь. Термоакустический эффект. Эффект электрического поля (емкостные преобразователи). Эффект электромагнитного поля (ЭМА-преобразование).

34. Лазерные методы ввода и приема акустических сигналов. Регистрация акустических импульсов с помощью лазерного интерферометра.
35. Акустическое поле преобразователя. Поля излучения и приема. Ближняя и дальняя зоны поля преобразователя.
36. Поле дискообразного и кольцевого УЗ-излучателя. Поле прямоугольного преобразователя. Поле преобразователя с акустической задержкой (плоскопараллельной и наклонной).
37. Способы визуализации акустического поля. Акустооптические преобразователи. Метод пьезорельефа.
38. Классификация приборов по назначению. Дефектоскопы. Структуроскопы. Толщиномеры. Анализаторы физико-механических характеристик материалов.
39. Эхо-импульсный дефектоскоп. Структурная схема. Основные и вспомогательные узлы. Технические характеристики. Регистрация и представление информации. Развертки типа А, В, С, D.
40. Регистраторы и дефектоотметчики. Метрологическое обеспечение. Стандартные образцы. Государственные СО и СО предприятия.
41. УЗ-приборы для контроля теньвым и комбинированными методами. УЗ-резонансные дефектоскопы-толщиномеры. УЗ-толщиномеры. Принципы работы, области применения, погрешности измерения.
42. Приборы для контроля физико-механических свойств. Структурные анализаторы, измерители скорости ультразвука, измерители твердости.
43. Параметры методов отражения и прохождения. Длина волны и рабочая частота. Чувствительность. Эквивалентная и реальная чувствительность. Резерв чувствительности. Способы настройки.
44. Угол ввода луча. Зависимость от глубины залегания дефекта, коэффициента затухания, температуры и материала среды.
45. Направленность поля преобразователя. Характеристики диаграммы направленности и способы их определения.
46. Мертвая зона. Факторы, определяющие ее величину. Способы измерения.
47. Разрешающая способность. Лучевая и фронтальная разрешающая способность.
48. Погрешность глубиномера. Способы измерения с использованием СО и на объекте контроля.
49. Стабильность акустического контакта. Способы оценки и повышения стабильности.
50. Характеристики и признаки дефектов, измеряемые акустическими методами.
51. Акустический тракт. Формулы акустического тракта. Расчет амплитуд эхо-сигналов от дефектов типа диска, сферы, протяженного цилиндра, плоскости.
52. Эквивалентные размеры дефекта. Коэффициент выявляемости дефекта. Угловой эффект. Расчет эхо-сигнала от углового отражателя и сегмента. АРД-диаграммы.
53. Огибающие полезных сигналов для эхо-, теневого и зеркально-теневого методов. Индикатрисса рассеяния дефекта. Условные размеры дефекта. Компактные и протяженные дефекты.
54. Факторы, определяющие надежность результатов контроля. Шумы и помехи при контроле методами отражения и прохождения. Количественные оценки уровня помех.
55. Способы выделения полезных сигналов на фоне помех. Способы подавления и ослабления помех. Ложные сигналы и их выделение.

56. Современное состояние и направления развития неразрушающего контроля в мире. Особенности применения акустических методов для обеспечения качества и надежности выпускаемой продукции в РФ и СНГ.

57. Развитие ультразвуковой дефектоскопии в XXI веке. Перспективы создания принципиально новых типов дефектоскопической аппаратуры акустического контроля.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.