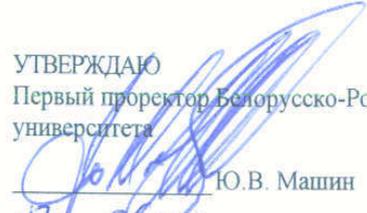


19 /

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

  
Ю.В. Машин

«17» 06 2022г.

Регистрационный № УД-120301/Б.Р.В.16/р

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики

Квалификация Бакалавр

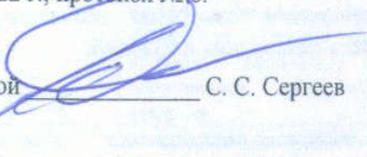
	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	7
Лекции, часы	60
Практические занятия, часы	14
Лабораторные занятия, часы	30
Курсовой проект, семестр	7
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	104
Самостоятельная работа, часы	112
Всего часов / зачетных единиц	216/6

Кафедра-разработчик программы: Физические методы контроля  
Составитель: канд.техн.наук, доц. Сергеев С.С.

Могилев, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение № 945 от 19. 09. 2017 г., учебным планом рег. №120301-4 от 30.08. 2021 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля» «25» 03. 2022 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  С. С. Сергеев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

«15» июня 2022 г., протокол № 7.

Зам. председателя  
Научно-методического совета

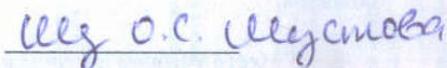
 С. А. Сухоцкий

Рецензент:

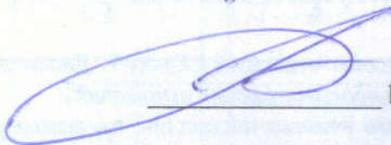
Генеральный директор ЗАО «ТПМ», к.т.н., доцент Молочков Василий Александрович

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела

 В. А. Кемова

# **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1 Цель учебной дисциплины**

Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление студентов с основными необходимыми положениями из акустики, физическими принципами основных методов контроля с применением определенного математического аппарата, а также с приборной базой, методическими и технологическими вопросами применения акустических методов для дефектоскопии, измерения геометрических параметров, контроля физико-механических свойств материалов и изделий.

## **1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен  
знать: основные физические закономерности излучения, распространения и приема акустических волн, характеристики и особенности акустических преобразователей, основные акустические методы контроля и измерений, способы улучшения метрологических характеристик методов и средств контроля, принципы действия и структуру универсальных и специализированных приборов и систем, технологию акустического контроля типовых объектов;

уметь: разрабатывать аппаратуру для контроля, разрабатывать технологию акустического контроля материалов и изделий и метрологическое обеспечение технических средств, настраивать аппаратуру и проводить контроль материалов и изделий с использованием современных аналоговых и цифровых приборов, составлять технологические карты на контроль;

владеть: навыками реализации современных технологий ультразвукового контроля материалов, изделий, сварных соединений, навыками оценки качества контролируемых объектов.

## **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;
- физика;
- теория физических полей;
- источники и приемники излучений.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- неразрушающий контроль в производстве;
- основы проектирования приборов и систем;
- методы технической диагностики.

Кроме того, результаты изучения дисциплины на практических и лабораторных занятиях будут использоваться в ходе преддипломной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

## **1.4 Требования к освоению учебной дисциплины**

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-6	Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики
ПК-8	Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер темы	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	<b>Основные сведения о методах акустического контроля материалов и изделий</b>	Основные понятия из акустики. Инфразвук, ультразвук, гиперзвук. Классификация и физическая сущность основных методов контроля. Классификация аппаратуры акустического контроля. Области применения методов. Способы акустического контакта преобразователя с объектом. Преимущества и ограничения акустических методов контроля.	ПК-6
2	<b>Физические основы акустических методов НК</b>	Величины, определяющие амплитуду колебаний в жидкости и твердом теле: давление, смещение, тензоры напряжений и деформаций. Энергия и интенсивность акустических волн. Волновые уравнения для жидкости и твердого тела. Продольные, поперечные и поверхностные волны. Волны в слоях, пластинах и стержнях. Скорость распространения волн. Фазовая и групповая скорости. Отражение и преломление акустических волн на границе двух сред. Трансформация волн. Отражение и прохождение акустических волн при нормальном падении на границе двух сред, разделенных тонким слоем. Просветление границы. Отражение от свободной поверхности твердого тела. Энергетические соотношения при преломлении акустических волн на границе двух сред. Коэффициенты отражения и прохождения. Дифракция и рефракция акустических волн. Дифракция на краю разреза, полумесяце, цилиндре и сфере. Поляризация волн. Акустические свойства сред: скорость распространения волн, характеристический импеданс, затухание. Коэффициенты поглощения и рассеяния. Влияние величины зерна и упругой анизотропии материала на затухание.	ПК-6
3	<b>Преобразователи для акустического контроля</b>	Структура преобразователей, назначение отдельных элементов. Основные параметры, характеризующие свойства первичных преобразователей. Основные факторы, определяющие чувствительность, полосу пропускания и стабильность работы пьезоэлектрических преобразователей. Способы определения основных характеристик преобразователей. Акустическое поле преобразователя:	ПК-6

		ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Поле преобразователей с плоскопараллельной и угловой линиями задержки. Фокусирующие преобразователи и фазированные решетки. Методика расчета прямого и наклонного пьезопреобразователей. Конструктивные особенности прямых, наклонных, раздельно-совмещенных и других преобразователей. Бесконтактные способы возбуждения акустических волн. Методы визуализации акустических полей. Способы получения звуковых изображений. Акустическая голография. Методика расчета преобразователей на фазированных решетках.	
4	<b>Методы отражения</b>	Акустический тракт эхо-метода контроля. Основные типы искусственных дефектов. Отражение волн от диска и плоскодонного отверстия, бесконечной плоскости, цилиндра, сферы и полосы, угловых отражателей. Понятие об индикатрисе рассеяния дефекта и ее влияние на огибающие. АД-диаграммы, их практическое применение. Особенности отражения волн при изменении взаимного расположения преобразователя и экрана. Основные и вспомогательные узлы эхо-дефектоскопа, их назначение и особенности. Эксплуатационные характеристики современных приборов. Метрологическое обеспечение и способы поверки дефектоскопов и преобразователей. Виды помех при контроле эхо-методом. Основные характеристики эхо-метода. Чувствительность метода, способы ее эталонирования, факторы ограничения. Способы повышения чувствительности при высоком уровне помех. Способы выделения полезных сигналов на фоне помех и способы подавления или ослабления помех. Минимальная глубина прозвучивания и способы уменьшения "мертвой" зоны. Лучевая и фронтальная разрешающая способность и способы ее повышения. Точность определения координат дефектов.	ПК-6
5	<b>Методы прохождения и комбинированные методы</b>	Физические основы теневого метода контроля, временного теневого, зеркально-теневого, эхосквозного. Помехи при использовании методов прохождения и способы их снижения. Чувствительность методов. Физические основы и технология контроля TOFD-методом.	ПК-6
6	<b>Методология ультразвукового контроля</b>	Оценка дефектоскопичности изделия. Подготовка изделия к контролю. Настройка прибора. Настройка чувствительности дефектоскопа и оценка размеров дефектов по амплитудному признаку. Способ стандартных образцов предприятия. Способ АД-диаграмм. Поиск и обнаружение дефектов. Плотность сканирования и стабильность акустического контакта. Оценка допустимости дефектов. Измеряемые характеристики и признаки дефектов. Измерение условных размеров дефектов. Методы и схемы определения типа и размеров дефектов.	ПК-6
7	<b>Метод акустической эмиссии</b>	Источники волн акустической эмиссии. Параметры, характеризующие процесс эмиссии. Структурные схемы аппаратуры. Особенности конструкции преобразователей, требования к ним. Системы обработки сигналов акустической эмиссии. Применение метода при механических испытаниях, эксплуатации изделий, для мониторинга сложных объектов.	ПК-6, ПК-8
8	<b>Акустический контроль геометрических параметров</b>	Ультразвуковая толщинометрия. Измерение толщины импульсным эхо-методом. Структурные схемы и принцип действия ультразвуковых толщиномеров. Безэталонные толщиномеры. Погрешности измерений и способы их уменьшения. Настройка толщиномеров. Оценка результатов измерений. Требования к образцам.	ПК-8
9	<b>Методы</b>	Особенности контролируемых сред. Применение методов	ПК-8

	<b>контроля неметаллических и композиционных материалов</b>	отражения и прохождения. Специальные методы контроля: импедансный, велосимметрический. Методы свободных колебаний и акустико-топографический. Области применения методов, структура аппаратуры.	
10	<b>Технология акустического контроля</b>	Общие вопросы составления методики контроля: выбор частоты, типа волн, схем прозвучивания и сканирования, способа контакта и способов регистрации и расшифровки результатов контроля. Особенности контроля литья и поковок. Методики контроля проката: листов, труб и др. Технология контроля сварных соединений: стыковых, угловых, тавровых, нахлесточных. Формулировка нормативных требований. Оформление результатов контроля.	ПК-8
11	<b>Акустические способы контроля физико-механических свойств материалов</b>	Контроль упругих свойств материалов. Контроль прочности и твердости. Контроль структуры материалов. Комплексное использование скорости и затухания ультразвука для контроля.	ПК-8
12	<b>Автоматизация ультразвукового контроля</b>	Общие принципы автоматизации. Автоматизированные сканеры. Системы обеспечения стабильного акустического контакта. Современные системы преобразования, регистрации и анализа информации.	ПК-8

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы		Форма контроля знаний	Баллы (max)
						Самостоятельная работа	часы		
Модуль 1									
1	Тема 1. Основные сведения о методах акустического контроля материалов и изделий	4			Л.р. № 1. Изучение принципа действия, технических характеристик и правил эксплуатации акустических приборов и вспомогательных средств	2	2	ЗЛР	2
2	Тема 2. Физические основы акустических методов НК	4	1. Расчет основных параметров акустических волн. Расчет коэффициентов отражения и прохождения.	2	Л.р. №2. Определение основных параметров ультразвукового контроля посредством контрольных и стандартных образцов	2	2	ЗЛР	2
3	Тема 2. Физические основы акустических методов НК	4			Л.р. №3. Ультразвуковой контроль плоскопараллельных	2	3	КР	10

				образцов, определение координат и размеров дефектов.				
4	Тема 3. Преобразователи для акустического контроля	4	2. Расчет основных параметров акустических преобразователей	2	Л.р. №3. Ультразвуковой контроль плоскопараллельных образцов, определение координат и размеров дефектов.	2	3	ЗЛР 2
5	Тема 3. Преобразователи для акустического контроля	4			Л.р. №4. Сравнительный ультразвуковой контроль толщины плоскопараллельных и трубных образцов	2	2	
6	Тема 3. Преобразователи для акустического контроля	4	3. Расчет преобразователей на фазированных решетках	2	Л.р. №4. Сравнительный ультразвуковой контроль толщины плоскопараллельных и трубных образцов	2	2	ЗЛР 2
7	Тема 4. Методы отражения	4			Л.р. №5. Исследование особенностей УЗК стыковых сварных соединений	2	3	
8	Тема 4. Методы отражения	4	4. Анализ и расчет акустического тракта	2	Л.р. №5. Исследование особенностей УЗК стыковых сварных соединений	2	3	КР ЗЛР ПКУ 10 2 30
Модуль 2								
9	Тема 5. Методы прохождения и комбинированные методы	4			Л.р. №6. Ультразвуковой контроль структуры металла	2	3	ЗЛР 2
10	Тема 6. Методология ультразвукового контроля	4	5. Расчет чувствительности и производительности контроля	2	Л.р. №7. Изучение методики УЗК с преобразователями на фазированных решетках	2	3	
11	Тема 7. Метод акустической эмиссии	4			Л.р. №7. Изучение методики УЗК с преобразователями на фазированных решетках	2	3	ЗЛР 2
12	Тема 8. Акустический контроль геометрических параметров	4	6. Выбор и разработка метрологического обеспечения ультразвукового контроля	2	Л.р. №8. Изучение физических основ и методики TOFD-метода УЗК	2	3	КР 12
13	Тема 9. Методы контроля неметаллических и композиционных материалов	4			Л.р. №8. Изучение физических основ и методики TOFD-метода УЗК	2	2	ЗЛР 2
14	Тема 10. Технология акустического контроля	4	7. Разработка основных этапов методики контроля	2	Л.р. №9. Комплексный УЗК сварных соединений	2	3	
15	Тема 11 Акустические способы	4			Л.р. №9.	2	3	КР 10

	контроля физико-механических свойств материалов . Тема 12. Автоматизация ультразвукового контроля			Комплексный УЗК сварных соединений			ЗЛР ПКУ	2 30
16-18						36	ПА (экзамен)	40
1-15	Курсовое проектирование					36		
	Итого	60		14		30	112	100

Принятые обозначения

Текущий контроль:

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен, дифференцированный зачет

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 2.3 Требования к курсовому проекту

Целью курсового проектирования является привитие навыков самостоятельного применения в исследованиях и расчетах знаний по основам акустического контроля, полученных при изучении специального теоретического курса и при прохождении производственной практики.

Разработка курсового проекта ставит следующие основные задачи:

- систематизировать, расширить и закрепить теоретические знания, необходимые инженеру при создании новых эффективных методик неразрушающего контроля;
- выработать умение и навыки по комплексному решению технических задач при разработке методов и приборов контроля;
- развить навыки самостоятельной работы с научно-технической литературой.

Тематика курсовых проектов связана с вопросами расчета и разработки первичных преобразователей, структурных схем установок, разработки вспомогательных средств сканирования объектов, разработки методик контроля.

Курсовой проект состоит из графической части (3-4 листа формата А1) и пояснительной записки (40-50 стр. текста), включающей: анализ характеристик объекта контроля, анализ известных методик и технических средств контроля аналогичных объектов, выбор метода контроля, расчет и проектирование технических средств (преобразователи и средства сканирования), разработку методики контроля и метрологического обеспечения. Графическая часть содержит схемы прозвучивания и сканирования, сборочный чертеж преобразователей, сборочный чертеж сканера, графики чувствительности.

Примерный перечень тем курсовых проектов.

- Проектирование аппаратуры и разработка методики ультразвукового контроля сварного узла (стыкового, таврового, углового).
- Выбор аппаратуры и разработка методики ультразвукового контроля поковки (отливки, проката).
- Проектирование оборудования и разработка методики ультразвукового контроля специзделий.
- Разработка установки и методики ультразвуковой дефектоскопии металлических листов (труб).

Выполненный и правильно оформленный курсовой проект сдается руководителю на проверку не позднее, чем за три дня до установленного срока защиты и после проверки может быть представлен к защите. Проект должен быть подписан автором и руководителем.

Защита проекта производится перед комиссией в составе 3 преподавателей кафедры.

Разбивка этапов курсового проекта, определение количества минимальных и максимальных баллов за каждый из них производится преподавателем. Примерный перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Мин. балл	Макс. балл
	Модуль 1		
1	Анализ объекта контроля	3	5
2	Сравнительный анализ методик и технических средств контроля	6	10
3	Выбор метода контроля и анализ акустического тракта	6	10
4	Расчет преобразователя (сборочн. чертеж)	3	5
	Модуль 2		
5	Разработка методики контроля (схемы прозвучивания и сканирования)	6	10
6	Разработка сканирующего устройства (сборочный чертеж)	6	10
7	Выбор технических средств и метролог. обеспеч.	3	5
8	Расчет чувствительности контроля (графики)	3	5
	<b>Итого за выполнение курсового проекта</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
	<b>Защита курсового проекта</b>	<b>15</b>	<b>40</b>

Итоговая оценка курсового проекта (работы) представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные			Лаб. 1, 3, 5, 6, 7	16
2	Мультимедиа	Темы 1-12			60
3	Проблемные / проблемно-ориентированные		Зан. 6, 7	Лаб. 9	8
4	Дискуссии, беседы				
5	Деловые игры				
6	Виртуальные				
7	С использованием ЭВМ		Зан. 4	Лаб. 2, 4, 8	12
8	Расчетные		Зан. 1, 2, 3, 5		8
9	...				
	<b>ИТОГО</b>	60	14	30	104

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Вопросы к контрольным работам	4
4	Тесты для защиты лабораторных работ	1
5	Тестовая (электронная) программа для оценки знаний студентов	1
6	Перечень тем курсовых проектов	1

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ПК-6. Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики			
ПК-6.1. Разрабатывает типовые технологии акустического контроля и составляет первичные нормативные документы на контроль			
1	Пороговый уровень	Знать и понимать основы акустического неразрушающего контроля и сущность первичных нормативных документов	Понимает основы методов и приборов акустического контроля
2	Продвинутый уровень	Уметь применять типовые технологии акустического контроля материалов и изделий в соответствии с инструкцией на контроль	Способность провести акустический контроль изделия по типовой программе
3	Высокий уровень	Способен разработать методику акустического контроля материалов и изделий и составить инструкцию на контроль	Способность составить технологическую карту на контроль
ПК-8. Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий			
ПК-8.1. Выбирает и применяет наиболее экономичные и производительные методы, приборы и системы акустического неразрушающего контроля материалов и изделий			
1	Пороговый уровень	Знать и понимать сущность и возможности современных методов и средств акустического контроля материалов и изделий	Представляет физическую сущность и возможности технологий акустического контроля
2	Продвинутый уровень	Уметь выбирать и применять современные методы и средства акустического контроля материалов и изделий	Практические навыки реализации акустического контроля реального объекта

3	Высокий уровень	Способен оценивать эффективность и производительность методов и средств акустического контроля материалов и изделий	Способность выбрать и применить наиболее эффективную технологию акустического контроля
---	-----------------	---	--

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ПК-6.</i> Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики	
Понимает основы методов и приборов акустического контроля	Вопросы к контрольным работам и экзамену. Контрольные работы Тестовая (электронная) программа для оценки знаний студентов
Способность провести акустический контроль изделия по типовой программе	Тесты для защиты лабораторных работ
Способность составить технологическую карту на контроль	Тесты для защиты лабораторных работ Курсовое проектирование
<i>Компетенция ПК-8.</i> Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий	
Представляет физическую сущность и возможности технологий акустического контроля	Вопросы к контрольным работам и экзамену. Контрольные работы Тестовая (электронная) программа для оценки знаний студентов
Практические навыки реализации акустического контроля реального объекта	Тесты для защиты лабораторных работ
Способность выбрать и применить наиболее эффективную технологию акустического контроля	Курсовое проектирование

## 5.3 Критерии оценки знаний студентов по всем видам контроля.

**5.3.1 Контрольные работы.** Контрольные работы выполняются по всем дидактическим единицам. Каждая работа включает три теоретических (в третьей контрольной работе четыре) и один практический вопрос и оценивается положительной оценкой в диапазоне от 5 до 10 баллов (третья контрольная работа от 5 до 12 баллов). Каждый теоретический вопрос оценивается в 2 балла, а практический в 4 балла. При этом 4 балла за практический вопрос начисляется в том случае, если студент получает правильный результат и дает пояснения к используемым формулам и происходящим явлениям; 2 балла в случае приведения только формулы и получения правильного результата.

При использовании системы тестирования для каждого студента устанавливается случайная выборка из 20 вопросов из каждой дидактической единицы. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 0,5 баллов. В итоге на положительную оценку студент должен дать правильные ответы на 10 и более вопросов. Итоговая оценка получается простым суммированием с округлением до целого числа баллов в пользу студента.

**5.3.2 Лабораторные работы.** Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 1 до 2 баллов. При этом 1 балл начисляется за выполнение работы и 1 балл за оформление отчета и защиту работы. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

**5.3.3 Курсовой проект.** Курсовой проект включает восемь разделов, которые входят по четыре в каждый модуль. Каждый раздел оценивается различным количеством баллов в зависимости от трудоемкости.

При этом:

максимальное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в полном объеме и в соответствии с методическими указаниями (МУ), проявил элементы творчества, использовал достаточное количество литературных и нормативных источников, аккуратно и правильно оформил графическую часть и пояснительную записку, вовремя представил материалы раздела руководителю;

минимальное положительное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в соответствии с МУ, не проявил творчества, использовал явно недостаточное количество источников, допустил ошибки в расчетах или графических материалах, но устранил их, представил материалы раздела с отставанием от графика;

промежуточные значения положительных баллов начисляются в зависимости от уровня творчества студента, наполнения раздела, качества оформления расчетной и графической частей раздела, сроков представления материалов.

При защите проекта количество положительных баллов лежит в диапазоне от 15 до 40. При оценке проекта учитывается:

1. Полнота решения всех задач проекта и качество содержания проекта;
2. Самостоятельность решения поставленных задач;
3. Наличие элементов научных исследований (теоретических и экспериментальных);
4. Наличие элементов творчества студента;
5. Оформление графической части;
6. Оформление пояснительной записки;
7. Четкость и грамотность сообщения;
8. Качество и глубина ответов на вопросы.

Каждый из приведенных пунктов оценивается максимальным количеством баллов 5.

**5.3.4 Экзамен.** Экзаменационный билет включает 4 теоретических вопроса из каждой дидактической единицы и 1 практический вопрос. Практический вопрос связан с использованием конкретного прибора для решения задач ультразвукового контроля. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 3 до 8 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

Теоретические вопросы:

- **8 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.
- **7 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.
- **6 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.
- **5 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
- **4 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая

последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

- **3 балла** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки
- **Ниже 3 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов;
- Практический вопрос:
- **8 баллов** – студент правильно и грамотно настраивает прибор, четко поясняет методику решения поставленной задачи, правильно выбирает технические средства (преобразователь, образец), получает численные значения измеряемых параметров и дает обоснование результатов, четко отвечает на дополнительные вопросы.
- **7 баллов** – студент правильно и грамотно настраивает прибор, поясняет методику решения поставленной задачи, правильно выбирает технические средства (преобразователь, образец), получает численные значения измеряемых параметров, но не дает обоснование результатов.
- **6 баллов** – студент правильно настраивает прибор, поясняет методику решения поставленной задачи, но с некоторыми ошибками, правильно выбирает технические средства (преобразователь, образец), получает численные значения измеряемых параметров, но не дает обоснование результатов.
- **5 баллов** – студент настраивает прибор с некоторыми нарушениями методики, поясняет методику решения поставленной задачи, но с некоторыми ошибками, не рационально выбирает технические средства (преобразователь, образец), получает численные значения измеряемых параметров, но не дает обоснование правильности результатов.
- **4 балла** – студент настраивает прибор с некоторыми нарушениями методики, поясняет методику решения поставленной задачи, но с существенными ошибками, не рационально выбирает технические средства (преобразователь, образец), получает численные значения измеряемых параметров, но не дает обоснование результатов.
- **3 балла** – студент настраивает прибор с некоторыми нарушениями методики, пытается пояснить методику решения поставленной задачи, но с ошибками, получает численные значения измеряемых параметров, но не может оценить и доказать их правильность.
- **Ниже 3 баллов** – студент неправильно настраивает прибор, не может пояснить методику решения поставленной задачи, не рационально выбирает технические средства (преобразователь, образец), не может получить и оценить численные результаты эксперимента.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- обзор литературы;
- закрепление изученного материала на групповых занятиях;
- работа со справочной литературой;
- подготовка к аудиторным занятиям;

- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в устной форме.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	<b>Методы контроля качества в машиностроении:</b> учеб. пособие / Е. Г. Кравченко [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 132с.	Рек. ФГАУ "ФИРО" в качестве учеб. пособия для студ. вузов	5
2	<b>Новокрещенов, В. В.</b> Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учеб. пособие для академ. бакалавриата / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под науч. ред. Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2017. — 274с.	Рек. УМО ВО; Доп. УМО по образованию в обл. электро- и теплоэнергетики в качестве учеб. пособия для студ. вузов	35
3	<b>Зацепин, А.Ф.</b> Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы: учеб. пособие для вузов/ А.Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков; под науч. ред. В. Н. Костина. – М. ; Екатеринбург : Юрайт : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 120с.	Рек. метод. советом УрФу для бакалавров	5

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Технология ультразвукового контроля сварных соединений/ В.Г. Щербинский. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб: СВЕН, 2014. -495 с.		2
2	Источники и первичные преобразователи для приборов неразрушающего контроля: учебное пособие/ В.И. Борисов [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. Ун-т, 2019. – 320 с.: ил.	Рек. УМО по обр. в обл. обеспечения качества в качестве учеб. пособ. для студ. вузов	30

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. [www.kpg72.ru/obuchenie-i-attestatciia/attestatciia-po-vidam-nerazrushaiushchego-kontrolia.html](http://www.kpg72.ru/obuchenie-i-attestatciia/attestatciia-po-vidam-nerazrushaiushchego-kontrolia.html)
2. <http://ekaterinburg.srostars.ru/attestatsiya/nerazrushayushchiy-kontrol/>

3. <http://window.edu.ru/resource/916/49916>
4. <https://xrs.ru/literatura/uchebniki-i-posobiya>

#### **7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

##### **7.4.1 Методические рекомендации**

1. Сергеев, С.С. Приборы и системы акустического контроля. Методические рекомендации к лабораторным работам /С.С. Сергеев, Е.Н. Прокопенко (Электронная версия).
2. Сергеев, С.С. Приборы и системы акустического контроля. Методические рекомендации к практическим занятиям /С.С. Сергеев, Е.Н. Прокопенко (Электронная версия).
3. Сергеев, С.С. Приборы и системы акустического контроля. Методические рекомендации к курсовому проектированию /С.С. Сергеев, Е.Н. Прокопенко (Электронная версия).

##### **7.4.3 Информационные технологии**

Мультимедийные презентации по лекционному курсу:

Тема 1 Основные сведения о методах акустического контроля материалов и изделий.

Тема 2 Физические основы акустических методов НК.

Тема 3 Преобразователи для акустического контроля.

Тема 4 Методы отражения.

Тема 5 Методы прохождения и комбинированные методы.

Тема 6 Методология ультразвукового контроля.

Тема 7 Метод акустической эмиссии.

Тема 8 Акустический контроль геометрических параметров.

Тема 9 Методы контроля неметаллических и композиционных материалов.

Тема 10 Технология акустического контроля.

Тема 11 Акустические способы контроля физико-механических свойств материалов.

Тема 12 Автоматизация ультразвукового контроля.

##### **7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе**

При курсовом проектировании используются следующие программные продукты:

**Компас** - программный пакет для создания конструкторской документации (лиценз.).

**SONIK** – программа для расчета преобразователей и чувствительности контроля (свобод. распр. ПО)

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Акустический контроль» (ауд. 511, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508-511/2-21.

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

### АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	7
Лекции, часы	60
Практические занятия, часы	14
Лабораторные занятия, часы	30
Курсовой проект, семестр	7
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	104
Самостоятельная работа, часы	112
Всего часов / зачетных единиц	216/6

#### 1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление студентов с основными необходимыми положениями из акустики, физическими принципами основных методов контроля с применением определенного математического аппарата, а также с приборной базой, методическими и технологическими вопросами применения акустических методов для дефектоскопии, измерения геометрических параметров, контроля физико-механических свойств материалов и изделий.

#### 2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать: основные физические закономерности излучения, распространения и приема акустических волн, характеристики и особенности акустических преобразователей, основные акустические методы контроля и измерений, способы улучшения метрологических характеристик методов и средств контроля, принципы действия и структуру универсальных и специализированных приборов и систем, технологию акустического контроля типовых объектов;

уметь: разрабатывать аппаратуру для контроля, разрабатывать технологию акустического контроля материалов и изделий и метрологическое обеспечение технических средств, настраивать аппаратуру и проводить контроль материалов и изделий с использованием современных аналоговых и цифровых приборов, составлять технологические карты на контроль;

владеть: навыками реализации современных технологий ультразвукового контроля материалов, изделий, сварных соединений, навыками оценки качества контролируемых объектов.

#### 3 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-6	Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики
ПК-8	Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий

#### 4 Образовательные технологии

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов, а также следующие формы и методы проведения занятий: традиционные, мультимедиа, проблемные / проблемно-ориентированные, с использованием ЭВМ, расчетные.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

**Направление подготовки** 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

**Направленность (профиль)** Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики

на 2023-2024 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
	Дополнений и изменений нет	

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физические методы контроля»

(протокол № 7 от «15» марта 2023 г.)

Заведующий кафедрой

Доцент, к.т.н.



С.С. Сергеев

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета

Доцент, к.т.н.



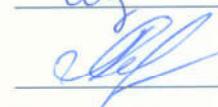
С.В. Болотов

«23» мар 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь

Начальник учебно-методического  
отдела

О.С. Шустова

О.Е. Печковская

«23» мар 2023 г.