

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.  
«29» августа 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

«Современные технологии акустического контроля»

**Направление подготовки** 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

**Профиль** Технологии и оборудование сварочного производства

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 11 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2022

Автор программы

  
\_\_\_\_\_/Бокарев Д.И./

Заведующий кафедрой  
технологии сварочного  
производства и диагностики

  
\_\_\_\_\_/Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_/Селиванов В.Ф./

Воронеж 2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Получение знаний и навыков по акустическим методом контроля качества и выявления дефектов материалов и сварных соединений.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение физических основ акустических методов контроля;
- овладение технологией УЗ-контроля;
- приобретение навыков работы с УЗ-аппаратурой

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные технологии акустического контроля» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Современные технологии акустического контроля» направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-5** Способен в метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции в сварочном производстве.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	знать физические основы, виды и схемы УЗ-контроля, виды дефектов
	знать средства контроля, нормы оценки качества, нормативную базу
	уметь выбирать параметры УЗ-контроля
	уметь оформлять технологические карты УЗ-контроля
	владеть технологией УЗ-контроля
	владеть настройкой аппаратуры

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современные технологии акустического контроля» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	18	18
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	12	12
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	нет	нет
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Курсовой проект (работа)	нет	нет
Контрольная работа	нет	нет
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	6	6
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	нет	нет
<b>Самостоятельная работа</b>	58	58
Курсовой проект (работа)	нет	нет
Контрольная работа	нет	нет
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения об акустическом контроле	Акустический метод контроля как один из методов неразрушающего контроля материалов и сварных соединений. Определение акустического контроля. Область применения. Эффективность. Дефекты. Нормативная база.	0,5	-	6	6,5
2	Физические основы ультразвукового контроля.	Распределение звука по частотам (инфразвук, слышимый, ультразвук, гиперзвук). Ультразвук (УЗ). Колебания. Частота и период колебания. Амплитуда. Длина волны и скорость распространения УЗ-волн. Фаза волны. Типы волн и их распространение (продольная, поперечная, поверхностная). Минимальный размер выявляемого дефекта. Зеркальное и диффузное отражение. Децибелы. Номограмма перевода. Явления на границе двух сред. Излучение и прием ультразвуковых колебаний. Пьезоэлектрический эффект. Понятие о резонансной частоте пластины. Получение и регистрация ультразвуковых колебаний.	0,5	-	12	12,5
3	Классификация и характеристика акустических методов контроля	Активные методы. Прохождения (теневого), отражения (эхо-метод, зеркальный эхо-метод, дельта-метод, дифракционно-временной), комбинированные (зеркально-теневого, эхо-теневого, эхо-сквозной). Пассивный метод (акустическая эмиссия).	1	-	12	13
4	Аппаратура ультразвукового контроля	Классификация пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП). По способу акустического контакта (контактные, иммерсионные, контактно-иммерсионные, щелевые, с сухим точечным контактом, бесконтактные). По способу соединения с электрической схемой (совмещенные, отдельные, раздельно-совмещенные). По направлению акустической оси (прямые, наклонные, с изменяемым углом ввода). По форме акустического поля (с пьезопластиной плоской формы, широконаправленные веерные, фокусирующие). Конструкция ПЭП. Пьезопластина, призма, протектор, демпфер, акустическая ловушка, экран, задержка. Маркировка ПЭП. Контактная жидкость и ее назначение. Ультразвуковые дефектоскопы. Подготовка к контролю и настройка.	2	6	12	20
5	Технология ультразвукового контроля	Стандартные образцы (СО) и стандартные образцы предприятия (СОП). Угол ввода, точка ввода УЗ-колебаний. Глубиномер. Погрешности измерения. Помехи и ложные сигналы. Мертвая зона (геометрическая и временная). Разрешающая способность (лучевая, фронтальная). Направленность поля ПЭП. Чувствительность контроля (реальная, предельная, эквивалентная, условная). Уровни чувствительности (поисковый, контрольный, браковочный). Операции ультразвукового контроля (УЗК). Параметры Контроля. Способы прозвучивания (прямым лучом, однократно, двукратно, многократно отраженным лучом). Способы сканирования (поперечно-продольное, качающимся лучом). Схемы контроля сварных соединений. Определение координат и условных размеров дефекта. Оформление результатов контроля. Технологические карты.	2	6	12	20
<b>Итого</b>			<b>6</b>	<b>12</b>	<b>54</b>	<b>72</b>

## заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения об акустическом контроле	-//-	0,5	-	10	10,5
2	Физические основы ультразвукового контроля.	-//-	0,5	-	12	12,5
3	Классификация и характеристика акустических методов контроля	-//-	1	-	12	13
4	Аппаратура ультразвукового контроля	-//-	1	3	12	16
5	Технология ультразвукового контроля	-//-	1	3	12	16
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>58</b>	<b>68</b>
<b>Часы на контроль</b>						<b>4</b>
						<b>72</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	знать физические основы, виды и схемы УЗ-контроля, виды дефектов знать средства контроля, нормы оценки качества, нормативную базу	выполнение заданий на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбирать параметры УЗ-контроля уметь оформлять технологические	выполнение заданий на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	карты УЗ-контроля			
	<b>владеть</b> технологией УЗ-контроля <b>владеть</b> настройкой аппаратуры	выполнение заданий на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения, 10 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-5	<b>знать</b> физические основы, виды и схемы УЗ-контроля, виды дефектов <b>знать</b> средства контроля, нормы оценки качества, нормативную базу	вопросы к зачету, тест	выполнение	не выполнение
	<b>уметь</b> выбирать параметры УЗ-контроля <b>уметь</b> оформлять технологические карты УЗ-контроля	вопросы к зачету, тест	выполнение	не выполнение
	<b>владеть</b> технологией УЗ-контроля <b>владеть</b> настройкой аппаратуры	вопросы к зачету, тест	выполнение	не выполнение

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

#### 1. Что такое неразрушающий контроль (НК)?

- А. Метод определения и оценки дефектов без разрушения образцов или изделий.
- Б. Метод замера протяжённости дефектов сварных соединений.
- В. Метод определения механических характеристик сварных соединений.
- Г. Метод испытаний на герметичность сварных металлоконструкций.

#### 2. В чём состоит сущность НК?

- А. Выявление реальных дефектов сварных соединений или основного металла конструкций, их точное местоположение и размеры.
- Б. Определение химического состава металла шва и околошовной зоны.
- В. Определение отклонений формы наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения.
- Г. Обнаружение непроваров сварных соединений.

#### 3. Прямой пьезоэлектрический эффект заключается в:

- А. Преобразовании электрического сигнала в механические колебания.  
Б. Преобразовании механических колебаний в электрический сигнал.  
В. Преобразовании механических колебаний в электромагнитные колебания.
4. Диапазон частот ультразвуковых колебаний, используемых в ультразвуковой дефектоскопии, находится в пределах:  
А. 0,1 – 0,5 МГц.  
Б. 0,5 – 1,0 МГц.  
В. 0,5 – 10 МГц.
5. Выбор пьезоэлемента для излучателя зависит от следующих параметров:  
А. Толщины пьезоэлемента.  
Б. Материала пьезоэлемента.  
В. Собственной частоты колебаний пьезоэлемента.  
Г. От параметров А и Б.  
Д. От параметров Б и В.
6. В зависимости от направления распространения ультразвуковые волны могут быть видов:  
А. Продольные.  
Б. Поперечные.  
В. Поверхностные.  
Г. Нормальные.  
Д. А, В, Г.  
Е. А, Б, В.
7. К основным свойствам ультразвуковых колебаний относят:  
А. Отражение.  
Б. Затухание.  
В. Преломление.  
Г. А и В.  
Д. А, Б и В.
8. В ультразвуковой дефектоскопии используют следующие типы искателей:  
А. Наклонные.  
Б. Прямые.  
В. Раздельно-совмещенные.  
Г. А и Б.  
Д. Б и В.  
Е. А, Б и В.
9. Реальная чувствительность при УЗД определяется:  
А. Минимальным размером выявляемого дефекта искусственного плоскодонного отражателя.  
Б. Минимальным размером выявляемого дефекта в виде зарубки на образце из аналогичного материала контролируемого изделия.  
В. Минимальным размером выявляемого дефекта в контролируемом изделии.
10. Предельная чувствительность при УЗД определяется:  
А. Минимальным размером выявляемого дефекта искусственного плоскодонного отражателя.  
Б. Минимальным размером выявляемого дефекта в виде зарубки на образце из аналогичного материала контролируемого изделия.  
В. Минимальным размером выявляемого дефекта в контролируемом изделии.
11. При эхо-импульсном методе ультразвукового контроля признаком наличия дефекта является:  
А. Появление дополнительного амплитудного сигнала на дисплее дефектоскопа.  
Б. Изменение амплитуды отраженного от дефекта сигнала.  
В. Изменение амплитуды зондирующего сигнала.

12. При зеркально-теновом методе ультразвукового контроля признаком наличия дефекта является:

- А. Появление дополнительного амплитудного сигнала на дисплее дефектоскопа.
- Б. Изменение амплитуды отраженного от дефекта сигнала.
- В. Изменение амплитуды зондирующего сигнала.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Акустический метод контроля как один из методов неразрушающего контроля материалов и сварных соединений.
2. Область применения, преимущества и недостатки.
3. Классификация и характеристика акустических методов контроля.
4. Конструкция и виды ПЭП.
5. Маркировка ПЭП
6. Виды образцов для УЗ-контроля.
7. Контактная жидкость и ее назначение.
8. Ультразвуковые дефектоскопы.
9. Подготовка дефектоскопа к контролю и настройка.
10. Схемы прозвучивания сварных соединений.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Аттестация студентов проводится по недифференцированной системе (зачет/незачет) со следующими критериями оценок.

Студент может получить положительную аттестацию («зачет») по курсу только в случае выполнения практических заданий.

«Незачет» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или не выполнения студентом в целом критериев оценки.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения об акустическом контроле	ПК-5	Тест, вопросы к зачету
2	Физические основы ультразвукового контроля.	ПК-5	Тест, вопросы к зачету
3	Классификация и характеристика акустических методов контроля	ПК-5	Тест, вопросы к зачету
4	Аппаратура ультразвукового контроля	ПК-5	Тест, вопросы к зачету
5	Технология ультразвукового контроля	ПК-5	Тест, вопросы к зачету

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной сис-

темы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3. И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. Ультразвуковой контроль.- 2-е изд., испр.- М.: Машиностроение, 2008.

2. Кретов Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении / Е.Ф. Кретов.- изд. 4-е, перераб.- Спб.:СВЕН, 2014.

3. Щербинский В.Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений.- М.: Тиссо, 2005.- 326 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ  
<https://old.education.cchgeu.ru>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*УЗ-дефектоскоп, ПЭПы, образцы.*

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Современные технологии акустического контроля» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излага-

ются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков работы с УЗ-дефектоскопом. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП