

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт (филиал)**

**Кафедра машиностроения и строительства**

УТВЕРЖДАЮ:  
Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
Ю.В. Бородач  
(подпись) \_\_\_\_\_  
« 20 » \_\_\_\_\_ 2024 года



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Диагностика разрушений сварных конструкций»**

По направлению подготовки 15.04.01 « \_\_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ »

Северодонецк - 2024

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Диагностика разрушений сварных конструкций» по направлению подготовки 15 .04.01 профиль «  
» - 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Диагностика разрушений сварных конструкций» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15 .04.01 ( « \_\_\_\_\_ »), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.08.2020 № 1025 .

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Доцент, к.т.н. С.В. Шабрацкий



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры машиностроения и строительства «\_02\_» \_\_09\_\_ 2024 г., протокол № \_1\_.

Заведующий кафедрой машиностроения и строительства \_\_\_\_\_ С.В. Шабрацкий



Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «\_16\_» \_\_09\_\_ 2024 г., протокол № \_1\_.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

## 1 СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|   |   |                        |
|---|---|------------------------|
| <b>Общая характеристика</b>                               |   |                        |
| Укрупнённая группа направлений подготовки (УГНП)          | 15.00.00-Машиностроение                           |                        |
| Направление подготовки                                    | 15.04.01 Машиностроение                           |                        |
| Профессиональная направленность (магистерская программа)  | Оборудование и технология сварочного производства |                        |
| Образовательно-квалификационный уровень                   | Магистр   |                        |
| Цикл  | Профессиональный                                  |                        |
| Часть   | Вариативная                                       |                        |
| Год подготовки  | 2-ой  |                        |
| Семестр   | 3-ий  |                        |
| <b>Объёмы и виды учебной работы</b>                       | Очная форма обучения                              | Заочная форма обучения |
| Общий объем час/ЗЕ  | 180/5.0   |                        |
| Вид итогового контроля                                    | зачет   |                        |
| Учебных недель  | 12  | 12                     |
| Недельная часовая нагрузка:                               |   |                        |
| - аудиторная  | 5   | 1,66                   |
| - самостоятельная работа                                  | 8   | 10.66                  |
| Соотношение аудиторных занятий к общему объёму дисциплины | 0.5   | 0.14                   |
| Лекций, час   | 24  | 8                      |
| Практических занятий, час                                 | 36  | 8                      |
| Лабораторных занятий, час                                 | -   | -                      |
| Самостоятельная работа, час                               | 120   | 164                    |
| в том числе: индивидуальное задание, час                  | 18  |                        |

## 2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Цель преподавания дисциплины

Научить студентов, обучающихся по образовательно-квалификационному уровню магистра, основам диагностики разрушения сварных конструкций при их изготовлении и эксплуатации.

### 2.2 Задачи изучения дисциплины

Изучив дисциплину студент должен:

#### **Знать:**

элементы статической и квантовой механики разрушения металлических материалов;

влияние дефектов на работоспособность сварных соединений и конструкций.

методы диагностики и прогнозирования остаточного ресурса сварных конструкций.

**Уметь:**

оценивать свойства материала и сварных конструкции на стадии образования трещины;

оценивать влияние дефектов на работоспособность сварных соединений;  
определять предразрушающее состояние сварных конструкций;  
прогнозировать остаточный ресурс сварных конструкций.

**Иметь представление:**

об основных направлениях в диагностике;  
о методах испытания прочностных свойств материалов и сварных соединений.

**2.3 Цель элементов дисциплины**

**2.3.1 Цель проведения лекций** – изучить основной материал дисциплины, включающий вопросы наиболее важные в теоретическом и практическом отношении для будущих специалистов сварочного производства, с целью формирования у студентов системы знаний о диагностике разрушения сварных конструкций при их изготовлении и эксплуатации.

**2.3.2 Цель проведения практических занятий** – изучение методов диагностики сварных конструкций и характера их разрушения.

**2.3.3 Цель выполнения самостоятельной работы** – приобретение студентами навыков самостоятельной работы с учебной и научно-технической литературой и изучение материала разделов дисциплины, не охватываемых лекциями.

Перечисленные требования к результатам обучения по данной дисциплине в соответствии с требованиями к результатам освоения основной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства» направлены на формирование следующих **компетенций:**

**профессиональных:**

способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля (ПК-2).

**3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****3.1 ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС****Модуль (раздел) 1. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ.****Тема 1.1. Этапы развития разрушения.**

Предразрушающее состояние. Образование и условия развития трещины. Распространение трещины в общем случае. Распространение трещины при наличии в материале хрупкой зоны.

**Тема 1.2. Напряжения и перемещения вокруг трещины.**

Критическое равновесие трещины. Эквивалентная длина трещины. Определение трещиностойкости материалов.

**Тема 1.3. Развитие трещины при статических и циклических нагрузках.**

Статистические испытания прочности материалов при статических и знакопеременных нагружениях. Методы определения сопротивляемости металла распространению трещины.

**Тема 1.4. Элементы квантовой механики разрушения.**

Квантование процесса разрушения. Методы определения сопротивляемости материала разрушению в присутствии трещины. Оценка свойств материала и сварных конструкции на стадии образования трещины.

**Модуль (раздел) 2. ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ.**

**Тема 2.1. Проблема учета влияния дефектов на работоспособность сварных соединений.** Влияние разных факторов на прочность при циклических нагрузках. Силовые критерии разрушения.

Методы повышения усталостной прочности. Порядок расчета допустимости дефекта. Коэффициенты запаса.

**Тема 2.2. Чувствительность сварных соединений к концентрации напряжений.**

Определение предела выносливости. Влияние вида сварных соединений и дефектов на предел выносливости.

**Модуль (раздел) 3. ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ПРОЧНОСТЬ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.**

**Тема 3.1. Влияние низких температур на прочность и свойства сварных соединений.** Изменение свойств металла при низких температурах. Методы оценки свойств металла и хладостойкости сварных соединений при низких температурах. Методы повышения хладостойкости сварных соединений.

**Тема 3.2. Влияние высоких температур на прочность и свойства сварных соединений.** Прочность и пластичность металла при высоких температурах. Релаксация. Расчет сварных соединений на прочность при высоких температурах. Методы обеспечения прочности сварных соединений при высоких температурах.

**Модуль (раздел) 4. ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.**

**Тема 4.1. Общие вопросы технической диагностики**

Общие сведения. Основные понятия и определения. Направления в диагностике.

**Тема 4.1. Методы прогнозирования прочности**

Экстраполяционные методы. Статистические методы.

**Тема 4.1. Диагностика состояния материалов.**

Общие положения. Испытания образцов. Аппаратура для диагностики состояния материалов.

## Тема 4.1. Прогнозирование остаточного ресурса

Общие сведения. Процедура испытаний. Оценка ресурса сварных конструкций методом акустической эмиссии. Аппаратура акустической эмиссии.

### 3.2 ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Испытания прочности при наличии концентратора.
2. Испытания материала сварных соединений на ударную вязкость.
3. Влияние механических характеристик материала сварных соединений на усталостную прочность.
4. Оценка свойств материала и сварных конструкции на стадии образования трещины.
5. Расчет допустимости дефекта и коэффициентов запаса.
6. Определение трещиностойкости материалов.
7. Экстраполярные и статистические методы прогнозирования прочности.
8. Расчет сварных соединений на прочность при циклических нагрузках.
9. Расчет сварных соединений на прочность при высоких температурах.
10. Оценка ресурса сварных конструкций.

### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

В расчетно-графической работе по данной дисциплине необходимо: провести диагностику группы сварных конструкций, работающих при заданных условиях, и определить их ресурс. Работа выполняется с использованием литературных и справочных данных.

### 5 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1. Очная форма обучения

| Учебная неделя | Тема, краткое содержание учебного занятия  | Объем, час | Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия   | Литература для самостоятельной работы |
|----------------|--|------------|--|---------------------------------------|
| 1              | <b>Модуль (раздел) 1. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ</b><br>Лекция 1.<br>Тема 1.1. Этапы развития разрушения | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2] с.15-60                      |
|                | Практическое занятие № 1.<br>Тема: Испытания прочности при наличии концентратора.  | 2          | Лабораторная установка                                     | [11.1]                                |
| 2              | Лекция 2.<br>Тема 1.2. Напряжения и перемещения вокруг трещины   | 2          | Видеокomпьютерные слайды (5шт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2] с.45-95                      |
|                | Практическое занятие № 2.  | 2          | Лабораторный   | [11.1]                                |

| Учебная<br>неделя | Тема, краткое содержание учебного занятия   | Объем,<br>час | Демонстраци-<br>онные матери-<br>алы, ТСО,<br>контрольные<br>мероприятия | Литерату-<br>ра для<br>самостоя-<br>тельной<br>работы |
|-------------------|---|---------------|--|---|
|                   | Тема: Испытания материала сварных соединений на ударную вязкость.   |               | стенд  |   |
| 3                 | <b>Лекция 3.</b><br>Тема 1.3. Развитие трещины при статических и циклических нагрузках.   | 2             | Видеоконью-терные слайды (5шт), видеоконью-терный комплекс               | [10.2.2]<br>с.135-155                                 |
|                   | <b>Практическое занятие № 3.</b><br>Тема: Влияние механических характеристик материала сварных соединений на усталостную прочность.   | 2             | Видеоконью-терные слайды (5шт), видеоконью-терный комплекс               | [10.2.2]<br>с.178-195                                 |
| 4                 | <b>Лекция 4.</b><br>Тема 1.4. Элементы квантовой механики разрушения  | 2             | Видеоконью-терные слайды (6шт), видеоконью-терный комплекс               | [10.2.2]<br>с.188-198                                 |
|                   | <b>Практическое занятие № 4.</b><br>Тема: Оценка свойств материала и сварных конструкции на стадии образования трещины.   | 2             |  | [11.1]  |
| 5                 | <b>Модуль (раздел 2). ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ.</b><br><b>Лекция 5.</b><br>Тема 2.1. Проблема учета влияния дефектов на работоспособность сварных соединений.     | 2             | Видеоконью-терные слайды (6шт), видеоконью-терный комплекс               | [10.2.2]<br>с.188-198                                 |
|                   | <b>Практическое занятие № 5.</b><br>Тема: Расчет допустимости дефекта и коэффициентов запаса прочности.   | 4             |  | [10.2.2]<br>с.156-159                                 |
| 6                 | <b>Лекция 6.</b><br>Тема 2.2. Чувствительность сварных соединений к концентрации напряжений.  | 2             | Видеоконью-терные слайды (6шт), видеоконью-терный комплекс               | [11.1]  |
|                   | <b>Практическое занятие № 6.</b><br>Тема: Определение трещиностойкости материалов.  | 2             |  | [10.2.2]<br>с.135-155                                 |
| 7                 | <b>Модуль (раздел) 3. ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ПРОЧНОСТЬ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.</b><br><b>Лекция 7.</b><br>Тема 3.1. Влияние низких температур на прочность и свойства сварных соединений | 2             | Видеоконью-терные слайды (6шт), видеоконью-терный комплекс               | [10.1.1]<br>с.45-95                                   |
|                   | <b>Практическое занятие № 7.</b><br>Тема: Расчет сварных соединений на прочность  | 4             | Видеоконью-терные слайды (5шт), видеоконью-терный комплекс               | [10.2.2]<br>с.135-155                                 |

| Учебная неделя | Тема, краткое содержание учебного занятия  | Объем, час | Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия    | Литература для самостоятельной работы |
|----------------|--|------------|---|---------------------------------------|
|                | при циклических нагрузках.   |            | пьютерный комплекс  |                                       |
| 8              | <b>Лекция 8.</b><br><b>Тема 3.2.</b> Влияние высоких температур на прочность и свойства сварных соединений.  | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс  | [10.1.1]<br>с.135-155                 |
|                | <b>Практическое занятие № 8.</b><br><b>Тема:</b> Расчет сварных соединений на прочность при низких температурах.   | 2          | Видеокomпьютерные слайды (15шт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2]<br>с.105-145                 |
| 9              | <b>Модуль (раздел) 4. ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.</b><br><b>Лекция 9.</b><br><b>Тема 4.1.</b> Общие вопросы технической диагностики | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс  | [10.2.2]<br>с.188-198                 |
|                | <b>Практическое занятие № 9.</b><br><b>Тема:</b> Расчет сварных соединений на прочность при высоких температурах.  | 2          | Видеокomпьютерные слайды (5шт), видеокomпьютерный комплекс  | [11.1]                                |
| 10             | <b>Лекция 10.</b><br><b>Тема 4.1.</b> Методы прогнозирования прочности   | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс  | [10.2.2]<br>с.188-198                 |
|                | <b>Практическое занятие № 10.</b><br><b>Тема:</b> 7. Экстраполярные и статистические методы прогнозирования прочности  | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс  | [11.1]                                |
| 11             | <b>Лекция 11.</b><br><b>Тема 4.1.</b> Диагностика состояния материалов   | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс  | [10.2.2]<br>с.188-198                 |
|                | <b>Практическое занятие № 11.</b><br><b>Тема:</b> Оценка ресурса сварных конструкций.  | 2          | Видеокomпьютерные слайды (5шт), видеокomпьютерный комплекс  | [10.2.2]<br>с.204-245                 |
| 12             | <b>Лекция 12.</b><br><b>Тема 4.1.</b> Прогнозирование остаточного ресурса  | 2          | Видеокomпьютерные слайды (6шт), видеокomпьютерный комплекс  | [10.2.2]<br>с.188-198                 |

| Учебная неделя | Тема, краткое содержание учебного занятия                                      | Объем, час | Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия   | Литература для самостоятельной работы |
|----------------|--|------------|--|---------------------------------------|
|                | <b>Практическое занятие № 12.</b><br>Тема: Оценка ресурса сварных конструкций. | 4          | Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс | [11.1]                                |

## 5.2. Заочная форма обучения

| Учебная неделя | Тема, краткое содержание учебного занятия  | Объем, час | Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия   | Литература для самостоятельной работы |
|----------------|--|------------|--|---------------------------------------|
| 1              | <b>Модуль (раздел) 1. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ</b><br>Лекция 1.<br>Тема 1.1. Этапы развития разрушения. Напряжения и перемещения вокруг трещины  | 2          | Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2]<br>с.188-198                 |
|                | <b>Практическое занятие № 1.</b><br>Тема: Испытания прочности при наличии концентратора.   | 2          | Лабораторная установка                                     | [11.1]                                |
| 2              | <b>Раздел 2. ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ.</b><br>Лекция 2.<br>Тема 2.1. Проблема учета влияния дефектов на работоспособность сварных соединений. Чувствительность сварных соединений к концентрации напряжений.                       | 2          | Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2]<br>с.103-138                 |
|                | <b>Практическое занятие № 2.</b><br>Тема: Расчет допустимости дефекта и коэффициентов запаса. Определение трещиностойкости материалов.   | 2          |  | [11.1]                                |
| 3              | <b>Модуль (раздел) 3. ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ПРОЧНОСТЬ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.</b><br>Лекция 3.<br>Тема 3.1. Влияние низких температур на прочность и свойства сварных соединений. Влияние высоких температур на прочность и свойства сварных соединений. | 2          | Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2]<br>с.139-166                 |
|                | <b>Практическое занятие № 7.</b><br>Тема: Расчет сварных соединений на прочность при циклических нагрузках. Расчет   | 2          |  | [10.2.2]<br>с.135-155                 |

| Учебная неделя | Тема, краткое содержание учебного занятия   | Объем, час | Демонстрационные материалы, ТСО, контрольные мероприятия   | Литература для самостоятельной работы |
|----------------|---|------------|--|---------------------------------------|
|                | сварных соединений на прочность при высоких температурах.   |            |  |                                       |
| 4              | <b>Модуль (раздел) 4. ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.</b><br>Лекция 4.<br><b>Тема 4.1.</b> Общие вопросы технической диагностики. Методы прогнозирования прочности | 2          | Видеокomпьютерные слайды (бшт), видеокomпьютерный комплекс | [10.2.2]<br>с.188-198                 |
|                | <b>Практическое занятие № 4.</b><br><b>Тема:</b> Оценка ресурса сварных конструкций.  | 2          |  | [11.1]                                |

## 6 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА УЧЕБНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1 Очная форма обучения

Контроль знаний по дисциплине состоит из текущего и итогового.

Текущий контроль проводится в форме опросов по изученным темам дисциплины на практических занятиях и в виде письменных тестов по разделам дисциплины (содержательным модулям) и защиты индивидуального задания.

Сведения о мероприятиях текущего контроля сведены в таблицу.

| Учебная неделя          | 1   | 2   | 3   | 4          | 5   | 6          | 7   | 8          | 9   | 10 | 11          | 12 |
|-------------------------|-----|-----|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|----|-------------|----|
| Контрольное мероприятие | ПО1 | ПО2 | ПО3 | ПТ1<br>ПО4 | ПО5 | ПТ2<br>ПО6 | ПО7 | ПТ3<br>ПО8 | ПО9 |    | ПТ4<br>ПО10 | ИЗ |

где

ПТ1 - ПТ5 – письменное тестирование по содержанию модулей 1-4.

ПО1-ПО10 – письменный опрос по материалу практических работ.

ИЗ – защита индивидуального задания

Оценки за мероприятия текущего контроля выставляются в четырехбалльной шкале.

Итоговый контроль знаний по дисциплине - зачет. Студентам, выполнившим все контрольные мероприятия на положительную оценку, выставляется зачет.

### 6.2 Заочная форма обучения

Текущий контроль знаний выполняется по результатам основного вида самостоятельной работы по данной дисциплине - выполнение индивидуального задания, которое должно быть представлено и защищено до итогового контроля, – зачета.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Фонд оценочных средств по дисциплине включает:  
письменные тестовые задания для каждой темы, состоящие из 10 вопросов;  
тестовые задания контроля материала модулей в оболочке для машинного контроля; состоящие из 15 вопросов с 3-4 вариантами ответов;  
контрольные вопросы для опроса по материалам тем самостоятельного изучения;  
вопросы к защите индивидуального задания.  
Вопросы тестовых заданий, вопросы, выносимые на защиту индивидуального задания, помещены в методические указания к самостоятельной работе по данной дисциплине.

## 8 МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционный курс и практические занятия по данной дисциплине обеспечиваются таким техническими средствами обучения как мультимедийный проектор. По модулям дисциплины созданы 4 видеокomпьютерных презентации из 25-30 слайдов каждая.

Для проведения практических занятий в наличии:  
разрывная машина;  
копер для испытания на ударную вязкость  
прибор «Тон-5» для измерения остаточных напряжений.

## 9 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### 9.1.Основная:

9.1.1. Бигус Г.А., Диагностика состояния сварных соединений и конструкций. Курс лекций: учебное пособие / Г.А. Бигус, А.Л. Ремизов, А.А. Дерябин - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 315 с. - ISBN 978-5-7038-4937-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703849378.html>

9.2.2.Винокуров В.А, Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. -М.:Машиностроение, 1996.-576 с.

### 9.2.Дополнительная:

9.2.1. Копельман Л.А. Основы теории прочности сварных конструкций: Учебн. пособие. Изд. «Лань»,2010.-464 с.

9.2.2.Матюнин В.М., Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов: пособие для научных и инженерно-технических работников / Матюнин В.М. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01213-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012130.html>

9.2.3.Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов [Электронный ресурс]: пособие для научных и инженерно-технических ра-

ботников / Матюнин В.М. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012130.html>

9.1.4. Недосека А.Я. Основы расчета и диагностики сварных конструкций. - К.:Изд-во «ИНДПРОМ», 2001.-815с.

## 10 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

10.1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства» / Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2020.- 32с.

10.2. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций». Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства [Электронный ресурс]/Сост. Серебряков А.И.- Луганск: Изд-во Луганск. нац. ун-та им. В. Даля, 2020. - 16с.

10.3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Технология и оборудование сварочного производства» / Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2020.- 16с.

10.4. Серебряков А.И. Конспект лекций по дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства» / Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2020.- 44с.

## 11 ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<https://www.сварные+сварочное производство>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

## 12. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции  | Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)   | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики   | Этапы формирования (семестр изучения) |
|-------|--------------------------------|--|---|--|---------------------------------------|
| 1     | ПК-2                           | ПК-2. Способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля | <p>ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ.</p> <p>ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству.</p> <p>ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией</p> | Раздел 1. Элементы статической и квантовой механики разрушения                           | 3                                     |
|       |                                |  |   | Раздел 2. Влияние дефектов на работоспособность сварных соединений и конструкций         | 3                                     |
|       |                                |  |   | Раздел 3. Влияние низких и высоких температур на прочность и свойства сварных соединений | 3                                     |
|       |                                |  |   | Раздел 4. Диагностика и прогнозирование остаточного ресурса сварных конструкций          | 3                                     |

## Показатели оценивания сформированности компетенций

| Компетенция | Виды оценочных средств, используемых для оценки сформированности компетенций |                                      |                              |                   |
|-------------|--|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|
|             | Письменное тестирование по материалу модулей (разделов) дисциплины           | Письменный опрос по темам дисциплины | Расчетно-графическое задание | Семестровый зачет |
| ПК-2        | +  | +                                    | +                            | +                 |

| № п/п | Код контролируемой компетенции   | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)  | Перечень планируемых результатов  | Контролируемые темы учебной дисциплины           | Наименование оценочного средства   |
|-------|--|--|---|--|--|
| 1.    | ПК-2. Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования | <p>ПК-2.1. Знать: знания основных принципов проектирования новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения сборочно-сварочных цехов;</p> <p>ПК-2.2. Уметь: применять требования научно-технической документации в области охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности в сварочном производстве;</p> <p>ПК-2.3. Владеть: навыками методов разработки технических заданий для проектирования специальной оснастки и приспособлений,</p> | <p>Знать: элементы статической и квантовой механики разрушения металлических материалов; влияние дефектов на работоспособность сварных соединений и конструкций; методы диагностики и прогнозирования остаточного ресурса сварных конструкций.</p> <p>Уметь: оценивать свойства материала и сварных конструкции на стадии образования трещины; оценивать влияние дефектов на работоспособность сварных соединений; определять предразрушающее состояние сварных конструкций; прогнозировать остаточный ресурс сварных конструкций.</p> <p>Владеть: навыками о представлении основных направлениях в диагностике; методах испытания прочностных свойств материалов и сварных соединений.</p> | Раздел 1,<br>Раздел 2,<br>Раздел 3,<br>Раздел 4. | Письменное тестирование, расчетно-графическая работа, вопросы письменных тестов. |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

### **13 Критерии и шкалы оценивания формирования компетенций в ходе изучения дисциплины**

#### **13.1 Письменное тестирование по содержанию модулей 1-4**

Тестовое задание состоит из 10 вопросов. По каждому разделу используется 1 тестовое задание, Правильный ответ на вопрос оценивается 1 баллом, ответ с неточностями оценивается 0,5 балла.

| Шкала оценивания    | Критерии оценивания |
|---------------------|---------------------|
| Отлично             | 8-10 баллов         |
| Хорошо              | 6-7 баллов          |
| Удовлетворительно   | 4-5 баллов          |
| Неудовлетворительно | Менее 4 баллов      |

#### **13.2 Письменный опрос по темам практических занятий**

Опросное задание состоит из 10 вопросов. Правильный ответ на вопрос оценивается 1 баллом, ответ с неточностями оценивается 0,5 балла.

| Шкала оценивания    | Критерии оценивания |
|---------------------|---------------------|
| Отлично             | 8-10 баллов         |
| Хорошо              | 6-7 баллов          |
| Удовлетворительно   | 4-5 баллов          |
| Неудовлетворительно | Менее 4 баллов      |

#### **13.3 Расчетно-графическая работа**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания  |
|------------------|--|
| Отлично          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.</li> <li>2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы.</li> <li>3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.</li> <li>4. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты работы, адекватно отвечать на поставленные вопросы.</li> </ol> |
| Хорошо           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.</li> <li>2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения.</li> <li>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</li> <li>4. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно пред-</li> </ol>                                   |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | ставить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.   |
| Удовлетворительно   | 1. Работа не содержит элементы новизны.<br>2. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.<br>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.<br>4. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов работы и ответах на поставленные вопросы. |
| Неудовлетворительно | Выполнено менее 50% требований к работе.  |

### 13.4 Зачет

| Шкала оценивания | Критерии оценивания  |
|------------------|--|
| Зачтено          | Обучающийся на положительные оценки выполнил все контрольные задания по дисциплине         |
| Не зачтено       | Обучающийся не выполнял контрольные задания или получил по ним неудовлетворительные оценки |

## 14 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 14.1 Контрольные вопросы к письменному опросу по темам практических занятий

Приведены к каждой практической работе в Методических указаниях к практическим занятиям по дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций» для студентов направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ Сост. А.И.Серебряков.- Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2020.- 32с.

### 14.2 Вопросы письменных тестов по модулям (разделам) дисциплины

#### Тест ДР-1.1

1. Описать этапы развития разрушения в твердых материалах.
2. Методы испытания прочности при наличии концентратора.
3. Формирование напряжений вокруг трещины.
4. Формирование перемещений вокруг трещины.
5. Методика испытания материала сварных соединений на ударную вязкость.
6. Влияние механических характеристик материала сварных соединений на усталостную прочность.
7. Описать элементы квантовой механики разрушения
8. Оценка свойств материала и сварных конструкции на стадии образования трещины.
9. Коэффициенты интенсивности напряжений.
10. Зарождение трещины в сварных соединениях и закономерности их роста.

### **Тест ДР-2.1**

1. Проблема учета влияния дефектов на работоспособность сварных соединений.
2. Расчет допустимости дефекта.
3. Расчет коэффициентов запаса прочности при наличии дефекта.
4. Чувствительность сварных соединений к концентрации напряжений.
5. Определение трещиностойкости материалов.
6. Основные свойства материала, определяющие его пригодность в сварных конструкциях.
7. Методы повышения усталостной прочности сварных соединений.
8. Процесс усталостного разрушения.
9. Определение условий динамического распространения трещины.
10. Основные теоретические принципы торможения роста трещин.

### **Тест ДР-3.1**

1. Влияние низких температур на прочность и свойства сварных соединений
2. Расчет сварных соединений на прочность при циклических нагрузках.
3. Влияние высоких температур на прочность и свойства сварных соединений.
4. Расчет сварных соединений на прочность при низких температурах.
5. Расчет сварных соединений на прочность при высоких температурах.
6. Влияние процесса сварки и формы сварных соединений на прочность при низких температурах.
7. Характерные виды влияния и критерии работоспособности сварных соединений при высоких температурах.
8. Схема расчета предельного состояния разрушения сварной конструкции.
9. Влияние высокого отпуска на работоспособность сварных конструкций.
10. Способы предупреждения хрупких разрушений.

### **Тест ДР-4.1**

1. Общие вопросы технической диагностики
2. Методы прогнозирования прочности
3. Экстраполяционные методы прогнозирования прочности
4. Статистические методы прогнозирования прочности
5. Диагностика состояния материалов
6. Оценка ресурса сварных конструкций
7. Прогнозирование остаточного ресурса
8. Контрольные расчеты неразрушимости сварных конструкций.
9. Нормы допускаемых напряжений при расчетах на выносливость.
10. Максимально возможная несущая способность сварного соединения.

### **14.3 Контрольные вопросы к защите индивидуального задания**

Приведены в Методических указаниях к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Диагностика разрушения сварных конструкций». Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Техноло-

гия и оборудования сварочного производства [Электронный ресурс]/Сост. Серебряков А.И.- Луганск: Изд-во Луганск. нац. ун-та им. В. Даля, 2020. - 16с.

## **15 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Письменное тестирование по модулям (разделам) дисциплины проводится с использованием бумажных тестов, которые выдаются каждому студенту по вариантам. Баллы переводятся в систему оценок по национальной шкале преподавателем в соответствии с утверждённой шкалой оценивания. Тестирование осуществляется ведущим преподавателем (лектором) в период, установленный рабочей учебной программой дисциплины.

Письменный опрос по темам практических занятий проводится преподавателем, ведущим практические занятия.

Защита индивидуального задания проходит в форме краткого доклада обучающегося по результатам выполненной работы и ответов на вопросы. Индивидуальное задание по дисциплине должно быть выполнено и защищено до зачета.

В случае невыполнения заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать» до экзамена. Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации задолженности определяется в индивидуальном порядке, с учётом причин невыполнения.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета. Выставление итоговой оценки (зачета) по дисциплине производится с учётом результатов текущего контроля.

Результаты итогового контроля объявляются каждому студенту при выставлении зачета.

## Лист изменений и дополнений

| № п/п | Виды дополнений и изменений | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|-------|-----------------------------|--|--|
|       |                             |  |  |
|       |                             |  |  |
|       |                             |  |  |
|       |                             |  |  |