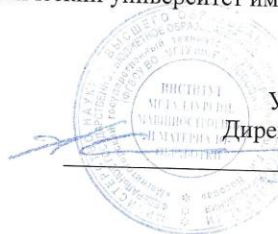




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА МЕТАЛЛА  
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки (специальность)  
15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы  
Сварочные комплексы

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

|                     |   |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра             | Машины и технологии обработки давлением и машиностроения  |
| Курс                | 1   |
| Семестр             | 1, 2  |

Магнитогорск  
2024 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1025)

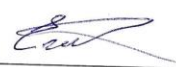
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения  
07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  М.А. Шекшеев

Рецензент:  
профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук  А.Н. Емелюшин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» являются: изучение вопросов особенностей кристаллизации металла сварных швов, влияния термических и термомеханических циклов сварки на структуру и свойства сварных соединений, способов улучшения структуры и свойств металла сварных соединений, а также изучение современных методов исследования и описания структуры и свойств металла сварных соединений.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Современные методы описания и анализа металла сварных соединений входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин: Физика, Химия, Материаловедение, Металловедение в сварке, Теория сварочных процессов.

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

Подготовка и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Контроль качества сварных конструкций

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции  |
|----------------|---|
| ПК-1           | Способен внедрять средства автоматизации и механизации производственных процессов механосборочного производства                             |
| ПК-1.1         | Разрабатывает предложения по внедрению автоматизации и механизации производственных процессов механосборочного производства                 |
| ПК-2           | Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства |
| ПК-2.1         | Анализирует технические требования, предъявляемые к машиностроительным конструкциям высокой сложности                                       |
| ПК-2.2         | Определяет экономическую эффективность технологических процессов изготовления машиностроительных конструкций высокой сложности              |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,2 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 143,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы   | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции        |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|------------------------|
|  |         | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |  |   |                        |
| 1. Раздел 1  |         |  |           |             |                                 |  |   |                        |
| 1.1 Оценка склонности конструкционных сталей к трещинообразованию                    | 1       |  | 2         |             | 4,9                             | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме | Сдача лабораторных работ  | ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2 |
| 1.2 Определение фазового состава металла сварного шва легированной аустенитной стали |         |  | 2         |             | 4,9                             | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме | Сдача лабораторных работ  | ПК-1.1, ПК-2.2         |
| 1.3 Изготовление шлифов и выявление структуры металла сварных соединений             |         |  | 4         |             | 4                               | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме | Сдача лабораторных работ  | ПК-1.1, ПК-2.2         |
| 1.4 Макроанализ сварных соединений   |         |  | 2         |             | 4                               | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме | Сдача лабораторных работ  | ПК-1.1, ПК-2.2         |
| 1.5 Металлография. Микроанализ сварных соединений                                    |         |  | 2         |             | 4                               | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме | Сдача лабораторных работ  | ПК-1.1, ПК-2.2         |

|                  |  |   |    |   |      |   |                          |                |
|------------------|--|---|----|---|------|---|--------------------------|----------------|
| 1.6              | Количественная оценка структуры металла сварных соединений                           |   | 2  |   | 4    | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача лабораторных работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| 1.7              | Структура зоны термического влияния при сварке низколегированных сталей              |   | 2  |   | 4    | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача лабораторных работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| 1.8              | Измерение твердости металла сварных соединений                                       |   | 2  |   | 6    | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача лабораторных работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| 1.9              | Зачет  |   |    |   |      | Подготовка к зачету на основе пройденного материала. Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы | Зачет по билетам         | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| Итого по разделу |  |   | 18 |   | 53,9 |   |                          |                |
| Итого за семестр |  |   | 18 |   | 35,8 |   | зачёт                    |                |
| 2. Раздел 2      |  |   |    |   |      |   |                          |                |
| 2.1              | Металлографическое определение структуры сварных соединений низколегированных сталей | 2 |    | 4 | 20   | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача практических работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| 2.2              | Металлографическое определение структуры сварных соединений аустенитных сталей       |   |    | 5 | 18,8 | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача практических работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| 2.3              | Металлографическое определение структуры сварных соединений сталь-медь               |   |    | 4 | 15   | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача практических работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |
| 2.4              | Металлографическое определение структуры наплавленных деталей                        |   |    | 5 | 20   | Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме                              | Сдача практических работ | ПК-1.1, ПК-2.2 |

|                     |  |    |    |       |  |   |                  |                   |
|---------------------|--|----|----|-------|--|---|------------------|-------------------|
| 2.5 Зачет           |  |    |    |       |  | Подготовка к зачету на основе пройденного материала. Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы | Зачет по билетам | ПК-1.1,<br>ПК-2.2 |
| Итого по разделу    |  |    | 18 | 89,9  |  |   |                  |                   |
| Итого за семестр    |  |    | 18 | 73,8  |  |   | зачёт            |                   |
| Итого по дисциплине |  | 18 | 18 | 143,8 |  |   | зачет            |                   |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» используются:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

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

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Михайлицын, С. В. Сварка с использованием высокоинтенсивных источников энергии : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2177> (дата обращения: 30.08.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Сварка специальных сплавов : учебное пособие / С. В. Михайлицын, С. И. Платов, А. Н. Емелюшин, М. А. Шекшеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20931> (дата обращения: 28.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Проектирование сборочно-сварочной оснастки : учебное пособие [для вузов] / М. А. Шекшеев [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2424> (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**



1. Газотермическая обработка материалов : учебное пособие / С. В. Михайлицын, Д. В. Терентьев, А. Б. Сычков и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20451> (дата обращения: 13.07.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Михайлицын, С. В. Разработка сварочных материалов : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1616> (дата обращения: 30.08.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Скурихина, Е. Б. Резьбовые и сварные соединения : учебное пособие / Е. Б. Скурихина, С. Ю. Собченко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20949> (дата обращения: 02.10.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Нефедьев, С. П. Материаловедение : учебное пособие / С. П. Нефедьев, Р. Р. Дема, О. С. Молочкова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3022> (дата обращения: 04.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **в) Методические указания:**

1. Шекшеев, М. А. Структура сварных соединений. Методы описания и анализа : лабораторный практикум / М. А. Шекшеев, А. Б. Сычков, С. В. Михайлицын ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1573> (дата обращения: 18.10.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| FAR Manager                 | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса   | Ссылка   |
|--|--|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)   | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a> |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                     |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>                                 |

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

322 (Лекционная аудитория) - видеопроектор, экран настенный, компьютер; тестовые задания для текущего контроля успеваемости;

Лаборатория сварки (лабораторный корпус с лабораторией резания) - комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «Теория сварочных процессов». Сварочные аппараты. Образцы выполненных сварных швов. Сварочная оснастка;

031a (Лабораторный класс по сварочным дисциплинам) - комплект методических рекомендаций, учебное пособие, тематические плакаты, оптические микроскопы, твердомер стационарный;

Компьютерные классы университета - рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## Приложение 1

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

#### Для 1 семестра

##### **Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):**

**АКР №1** «Рассчитайте состав структуры зоны термического влияния низколегированной стали».

Определить состав структуры зоны термического влияния стали со следующим химическим составом, %: С 0,19; Si 0,37; Mn 1,6; Ni 0,05; Cr 0,03; Mo 0,02. Параметры термического цикла сварки: скорость охлаждения  $\omega = 25 \text{ }^\circ\text{C}/\text{с}$ , время пребывания выше температуры  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$   $t = 3,2 \text{ сек}$ .

##### **Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):**

**ИДЗ №1** «Оценит склонность низколегированной стали к образованию холодных трещин на основе расчета состава структуры зоны термического влияния».

Определить состав структуры зоны термического влияния стали со следующим химическим составом, %: С 0,36; Si 0,4; Mn 1,9; Ni 0,2; Cr 0,3; V 0,07. Параметры термического цикла сварки: скорость охлаждения  $\omega = 32 \text{ }^\circ\text{C}/\text{с}$ , время пребывания выше температуры  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$   $t = 1,5 \text{ сек}$ .

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» за два семестра и проводится в форме зачетов в конце первого и второго семестра.

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

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства   |
|---|--|--|
| ПК-1: Способен внедрять средства автоматизации и механизации производственных процессов механосборочного производства                             |  |  |
| ПК-1.1  | Разрабатывает предложения по внедрению автоматизации и механизации производственных процессов механосборочного производства    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое свариваемость</li> <li>2. Причины образования горячих и холодных трещин</li> <li>3. Способы борьбы с образованием трещин</li> <li>4. Как оценивается склонность к трещинообразованию</li> <li>5. Как химический состав сталей влияет на их склонность к образованию трещин</li> </ol>                              |
| ПК-2: Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства |  |  |
| ПК-2.1  | Анализирует технические требования, предъявляемые к машиностроительным конструкциям высокой сложности                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие стали относятся к аустенитному классу</li> <li>2. Какие химические элементы стабилизируют аустенитную структуру металла</li> <li>3. Что характеризует хромоникелевый эквивалент</li> <li>4. Назначение диаграммы Шеффлера</li> </ol>   |
| ПК-2.2  | Определяет экономическую эффективность технологических процессов изготовления машиностроительных конструкций высокой сложности | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порядок отбора образцов для макро- и микроисследований</li> <li>2. Какие операции включает в себя стандартная технология изготовления шлифов</li> <li>3. Как производится шлифование</li> <li>4. Как производится полирование</li> <li>5. Как производится травление</li> <li>6. Как оценивается готовность шлифа</li> </ol> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и один практический вопрос.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

На оценку «**зачтено**» обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

На оценку «**не зачтено**» обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Итоговая аттестация по дисциплине «Современные методы описания и анализа металла сварных соединений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.