



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

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ

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
2025 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
21.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой

 С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель

 А.С. Савинов

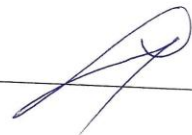
Рабочая программа составлена:

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 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цели должны соответствовать компетенциям, формируемым в результате освоения дисциплины (модуля).

Целью освоения дисциплины (модуля) «СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ» является: эффективное использование методов сварки, наплавки и деталей машин и агрегатов, выбор материалов, оборудования и оптимальных технологий для реализации этих процессов; овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.04.01 - МАШИНОСТРОЕНИЕ.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Специальные методы сварки входит в обязательную часть учебного плана 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 курсов математического и естественнонаучного цикла (базовая часть) - Деловой иностранный язык, Защита интеллектуальной собственности, Менеджмент и маркетинг, Философские проблемы науки и техники, Новые конструкционные материалы, Компьютерные технологии в машиностроении, Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента, Математические методы в инженерии; Научно-методологический подход в разработке технологических процессов сварки, Теория и технологические основы сварочных процессов.

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

Теория и основы проектирования сварочного оборудования

Теория и технологические основы сварочных процессов

Подготовка и сдача государственного экзамена

Научно-методологический подход в разработке технологических процессов сварки

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Специальные методы сварки» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования;
ОПК-1.1	Формулирует цели и задачи исследования
ОПК-1.2	Разрабатывает критерии оценки результатов исследования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,1 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 160,9 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.								
1.1 Введение. История развития, классификация и сущность основных сварных процессов	1	2			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		2			1			
2.								
2.1 Электрическая дуга, ее строение, свойства и характеристика	1	2			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		2			10			
3.								
3.1 Металлургические процессы при сварке плавлением	1	3			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		3			10			
4.								
4.1 Формирование и кристаллизация металла шва. Общие сведения о сварных соединениях	1	2,5			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		2,5			10			
5.								
5.1 Технология сварки	1	2			10	Самостоятельно	Наличие	ОПК-1.1,

металлов и сплавов. Свариваемость метал-лов, образования горячих и холодных трещин						е изучение учебной и научной литературы	конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.2
Итого по разделу		2			10			
6.								
6.1 Плазменная сварка	1	2			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		2			10			
7.								
7.1 Электронно-лучевая сварка	1	2		9	1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		2		9	1			
8.								
8.1 Лазерная сварка	1	2,5		9	16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		2,5		9	16			
Итого за семестр		18		18	68		зачёт	
9.								
9.1 Оборудование для плазменной, электронно- лучевой и лазерной сварки	2				10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу					10			
10.								
10.1 Оборудование для плазменной сварки	2			8	22,5	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу				8	22,5			
11.								
11.1 Оборудование для электронно-лучевой сварки	2			5	28,5	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу				5	28,5			
12.								
12.1 Оборудование для лазерной сварки	2			5	24,1	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
12.2 Итоговый контроль						Подготовка к зачёту	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2
12.3 промежуточный контроль	1					Подготовка к зачёту	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу				5	31,9			

Итого за семестр			18	85,1		зачёт	
Итого по дисциплине	18		36	160,9		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИИ применяются следующие образовательные и информационные технологии:

5.1. Используются наглядные пособия, натурные образцы сварочных материалов и образцы для механических испытаний наплавленного металла, технические средства обучения.

5.2. Используется оборудование для проведения цикла лабораторных работ: сварочное и наплавочное оборудование, станочное оборудование для изготовления образцов для механических испытаний наплавленного металла и сварного шва, оборудование для химического анализа наплавленного металла.

5.3. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций и расчетной работы.

5.4. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических и лабораторных занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

5.5. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

5.6. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

- устный опрос об усвоении предыдущей темы занятия;
- оформление и сдача лабораторных работ;
- составление промежуточного рейтинга.

Методическое пособие по выполнению курсовой работы (проекта) имеющее пояснения и задания к выполнению работы самостоятельно.

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

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.

б) Дополнительная литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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. Основы сварочного производства: Лабораторный практикум / С.В. Михайлицын, А.В. Ярославцев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2020. – 61 с.

2. Залилов, Р. В. Программа практической подготовки студентов : методические указания / Р. В. Залилов, И. В. Белевская, О. В. Зинина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/349> (дата обращения: 12.07.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Технология и оборудование сварки"	К-227-12 от 11.09.2012	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа -
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
видеопроектор, экран настенный, компьютер; тестовые задания для текущего контроля успеваемости;

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания - Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИИ». Сварочные аппараты. Оборудование для изготовления порошковой проволоки. Образцы сварочных и наплавочных материалов;

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ по сварочным дисциплинам - Комплект методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИИ»;

Учебная аудитория для проведения механических испытаний - 1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.

2. Мерительный инструмент.

3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4. Микротвердомер.

5. Печи термические.

Учебная аудитория для проведения металлографических исследований -
Микроскопы МИМ-6, МИМ-7;

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации -
Доска, мультимедийный проектор, экран;

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Приложение 1.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Задания по самостоятельной работе

1. Изучить сущность основных видов сварки плавлением и составить отчёт (по заданию преподавателя);
2. Изучить характеристики сварочных материалов и составить отчёт (по заданию преподавателя);
3. Изучить ручную электродуговую сварку различных марок сталей и составить отчёт (по заданию преподавателя);
4. Изучить автоматическую электродуговую сварку под флюсом различных марок сталей и составить отчёт (по заданию преподавателя);
5. Изучить технологию плазменной сварки различных стальных деталей и составить отчёт (по заданию преподавателя);
6. Изучить технологию электронно-лучевой сварки и различных стальных деталей и составить отчёт (по заданию преподавателя);
7. Изучить технологию лазерной сварки различных стальных деталей и составить отчёт (по заданию преподавателя);

Вопросы самоконтроля для студентов

1. История развития сварки, роль Н.Н. Бенардоса, В.В. Петрова, Н.Г. Славянова и Е.О. Патона в этом процессе.
2. Классификация и сущность основных сварочных процессов.
3. Строение электрической дуги.
4. Свойства электрической дуги: электрические, тепловые .
5. Характеристика электрической дуги.
6. Параметры электрической дуги.
7. Влияние параметров дуги на характер переноса электродного металла.
8. Металлургические процессы, проходящие при сварке плавлением. защита расплавленного металла от влияния воздуха.
9. Химические реакции, проходящие в зоне сварки, раскисление, легирование и рафинирование металла при сварке.
10. Взаимодействие расплавленного металла с газами.
11. Влияние водорода на свойства металла шва.
12. Взаимодействие расплавленного металла с жидким шлаком.
13. Виды сварочных шлаков (длинные и короткие).
14. Кристаллизация металла сварного шва, строение зоны сварного соединения.
15. Строение зоны термического влияния.
16. Видманштеттова структура металла шва.
17. Изменение размеров и формы зерна в зоне термического влияния.
18. Физико-химические превращения в зоне металла шва и околошовной зоне.
19. Определение понятия свариваемости металла.
20. Механизм образования горячих и холодных трещин.
21. Эквивалент углерода и его влияние на образование холодных трещин.
22. Факторы, определяющие свариваемость.
23. Методы оценки свариваемости.
24. Мероприятия по повышению сопротивляемости образованию трещин при сварке.
25. Механизм возникновения напряжения и деформаций при сварке.
26. Влияние сварочных напряжений и деформаций на качество конструкций.
27. Способы уменьшения сварочных напряжений и деформаций.

28. Определение и строение сварного соединения.
29. Типы сварных соединений.
30. Типы и характеристика сварных швов.
31. Требования к сварным соединениям.
32. Подготовка и сборка деталей под сварку.
33. Род и полярность сварочного тока.
34. Сила сварочного тока и напряжение дуги.
35. Особенности сварки вертикальных швов.
36. Особенности сварки углеродистых и конструкционных сталей.
37. Особенности сварки легированных сталей.
38. Особенности сварки алюминия и его сплавов.
39. Особенности сварки меди и его сплавов.
40. Особенности сварки титана и его сплавов.
41. Особенности сварки никеля и его сплавов.
42. Сущность и основные параметры режима плазменной сварки.
43. Разновидности плазменной сварки.
44. Основные области применения плазменной сварки.
45. Сущность и основные параметры режима электронно-лучевой сварки.
46. Основные области применения электронно-лучевой сварки.
47. Техника и технологические приёмы электронно-лучевой сварки.
48. Сущность и технологические особенности лазерной сварки.
49. Формирование сварного соединения при лазерной сварке.
50. Лазерная сварка деталей малых толщин.
51. Лазерная сварка металлов с глубоким проплавлением.
52. Оборудование для лазерной сварки.
53. Электронно-лучевое сварочное оборудование.
54. Оборудование для плазменной сварки.

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль результатов освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершеного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты практических и лабораторных работ.

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине **СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ** и проводится в форме зачёта и в форме выполнения и защиты практических работ на первом курсе.

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования;		
ОПК-1.1	Формулирует цели и задачи исследования	Практические задания для зачёта: 1. Схематически изобразить участки электрической дуги. 2. Схематически изобразить отклонения дуги магнитным полем. 3. Схематически изобразить методы борьбы с магнитным дутьём. 4. Схематически изобразить статическую вольтамперную характеристику дуги. 5. Графически изобразить длинные и короткие шлаки. 6. Написать формулы раскисления металла. 7. Написать формулу определения параметра по оценке склонности сварного шва к горячим трещинам. 8. Написать формул расчёта эквивалента углерода. 9. Расшифровать условное обозначение электрода. 10. Схематично изобразить поперечное сечение электрода. 11. Схематично изобразить поперечное сечение порошковой проволоки. 12. Схематично изобразить разделку кромок при стыковой сварке. 13. Написать формулу расчёта предварительного подогрева при сварке высокопрочных сталей. 14. Изобразить структурную схему инверторного источника питания. 15. Определить длину электрода. 16. Определить разность толщины покрытия электрода. 17. Схематично изобразить плазменную

		сварку. 18. Схематично изобразить электронно-лучевую сварку. 19. Схематично изобразить лазерную сварку.
ОПК-1.2	Разрабатывает критерии оценки результатов исследования	Перечень практических работ: 1. Оборудование для плазменной сварки. 2. Оборудование для электронно-лучевой сварки. 3. Оборудование для лазерной сварки. Практическая работа № 1 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ Изучить оборудование для плазменной сварки. Выбрать оптимальный вариант оборудования. Сформулировать выводы по работе. Составить отчёт.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине **«СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ»** включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачётов и в форме выполнения и защиты практических и лабораторных работ.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- **«зачтено»** – обучаемый должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- **«не зачтено»** – обучаемый не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.