



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

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки (специальность)
15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Аддитивные технологии в машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2023 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

26.01.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук

 С.А.Кургузов

Рецензент:

профессор кафедры Механики, д-р техн. наук

 О.С.Железков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 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 2025 - 2026 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)

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

Целью освоения дисциплины (модуля) «Материалы и оборудование для аддитивных технологий» 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 Материалы и оборудование для аддитивных технологий входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Модульно-комбинированные способы формоизменения материалов

Специальные методы формообразования

Технологическое оборудование с числовым программным управлением в аддитивном производстве

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

Производственная - преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Материалы и оборудование для аддитивных технологий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-10	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;
ОПК-10.1	Проводит стандартные испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 51,1 акад. часов;
- аудиторная – 48 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 93,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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 Введение. История развития теории и практики производства сварочных материалов. Классификация электродов в соответствии с ГОСТами (ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10051-75 или ГОСТ 10052-75)	3	1				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций	ОПК-10.1
Итого по разделу		1						
2. Раздел 2								
2.1 Вид покрытия, обозначения, характеристики, состав и назначение. Компоненты электродных покрытий	3	3				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		3						
3. Раздел 3								

3.1 Группы электродов - их марки, характеристики, механические свойства, области применения: в том числе в аддитивных технологиях, технологические особенности сварки (наплавки), условные обозначения и соответствие электродов зарубежным стандартам: - электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей; - электроды для сварки легированных конструкционных сталей повышенной и высокой прочности; - электроды для сварки теплоустойчивых сталей; - электроды для сварки высоко-легированных коррозионностойких сталей и сплавов; - электроды для сварки высоко-легированных жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов; - электроды для сварки специализированных сталей; - электроды для сварки разнородных сталей и сплавов; - электроды для наплавки; - электроды для сварки и наплавки чугуна; - электроды для сварки цветных металлов; - электроды для резки металлов	3	6				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		6						
4. Раздел 4								
4.1 Методики подбора и расчета компонентов покрытий. Порядок расчета состава покрытий	3	1				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		1						
5. Раздел 5								

5.1 Оборудование и технология изготовления покрытия электродов. Инструмент в оборудовании для производства электродов и его изготовление с использованием аддитивных технологий. Цеха для изготовления покрытий сварочных (наплавочных) электродов. Испытания (аттестация) электродов	3	1				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		1						
6. Раздел 6								
6.1 Сварочные и наплавочные проволоки, прутки, стержни, порошковые проволоки и ленты, неплавящиеся электроды. Порошки для наплавки и аддитивных технологий. Их классификация, обозначение, назначение и характеристика. Инструмент в оборудовании для их производства. Изготовление технологического инструмента с использованием аддитивных технологий	3	1				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		1						
7. Раздел 7								
7.1 Порошки для напыления и аддитивных технологий. Марки, состав, свойства, назначение и технологические особенности	3	1				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		1						
8. Раздел 8								
8.1 Флюсы сварочные. Керамические и плавные. Назначение, состав, марки, характеристика. Флюсы для электрошлаковой сварки. Флюсы для пайки	3	1				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		1						
9. Раздел 9								
9.1 Защитные газы. Инертные и активные. Марки, назначение, характеристики	3	1			20,2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ОПК-10.1
Итого по разделу		1			20,2			

10. Раздел 10								
10.1 Изучение технологии и оборудования для изготовления электродов на предприятии, изготовление технологического инструмента использованием аддитивных технологий	3			6/4И	20	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6/4И	20			
11. Раздел 11								
11.1 Изучение технологии изготовления порошковых проволок на предприятии, изготовление технологического инструмента использованием аддитивных технологий	3			6/2И	20	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6/2И	20			
12. Раздел 12								
12.1 Проведение практических испытаний сварочно-технологических свойств электродов и порошковой проволоки	3			4/2И		Оформление лабораторной работы	Оформление и защита лабораторной работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				4/2И				
13. Раздел 13								
13.1 Сравнение газонасыщенности металла швов при сварке электродами с различными видами покрытий	3			6		Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6				
14. Раздел 14								
14.1 Расчет шихты порошковой проволоки	3			6/2,8И		Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6/2,8И				
15. Раздел 15								
15.1 Технологический регламент проведения аттестации сварочных материалов	3			4/2И	15	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				4/2И	15			
16. Раздел 16								
16.1 Итого по дисциплине	3				18	Подготовка к экзамену	Промежуточный контроль (экзамен)	ОПК-10.1
Итого по разделу					18			
Итого за семестр		16		32/12,8И	93,2		экзамен	
Итого по дисциплине		16		32/12,8И	93,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины "Материалы и оборудование для аддитивных технологий" применяются следующие образовательные и информационные технологии:

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

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.

3. Используется оборудование электродного цеха для производства сварочных и наплавочных электродов и порошковых проволок.

4. 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. 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.

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

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

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. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5c25c2b3a03f99.16774025. - ISBN 978-5-16-014676-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214591> (дата обращения: 14.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5c25c2b3a03f99.16774025. - ISBN 978-5-16-014676-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214591> (дата обращения: 14.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Михайлицын, С.В. Восстановление и упрочнение деталей машин: учебное пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев, А.В. Ярославцев; МГТУ. - Магнитогорск: [МГТУ], 2017. - 179 с.: ил., табл., схемы, диагр., граф., эскизы, черт. – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3284.pdf&show=dcatalogues/1/1137415/3284.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст :

978-5-9967-0932-8. - Имеется печатный аналог.

2. Преображенская, Е. В. Теория соединения материалов в процессах аддитивного производства : учебное пособие / Е. В. Преображенская, И. В. Кудрявцев, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 166 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171441> (дата обращения: 14.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Сварочные и наплавочные материалы: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2012. 54 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1326.pdf&show=dcatalogues/1/1123606/1326.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - 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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru

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 «Сварочные и наплавочные материалы». 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 «Сварочные и наплавочные материалы».

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.

Вопросы самоконтроля для студентов

1. Дайте определение понятия «быстрое прототипирование». 2. Дайте определение понятия «аддитивное производство». 3. Сформулируйте основной принцип технологии «аддитивное производство». 4. Перечислите основные области применения изделий, полученных с использованием технологий аддитивного производства. 5. Перечислите общие этапы процессов аддитивного производства. 6. Укажите особенности подготовки трехмерных моделей для аддитивного производства. 7. Перечислите основные параметры, влияющие на представление трехмерной модели в stl - формате. 8. Укажите общие для всех технологий аддитивного производства характеристики этапов при последующей обработке изделий. 9. Укажите основные отличия технологий аддитивного производства от обработки на станках с ЧПУ. 10. Приведите примеры конструкций, которые могут быть изготовлены с применением различных аддитивных технологий. 11. Перечислите технологии, связанные с технологиями аддитивного производства. 12. Перечислите классификационные признаки аддитивных технологий. 13. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения жидких полимерных композиций. 14. Опишите процесс аддитивного производства на основе систем отдельных частиц. 15. Опишите процесс аддитивного производства, на основе применения расплавленного материала. 16. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения твердых листовых материалов. 17. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения металлов. 18. Перечислите гибридные системы, применяемые в аддитивном производстве. 19. Какова общая последовательность процесса аддитивного производства? 20. Укажите основные этапы аддитивного производства. 21. Настройка оборудования для аддитивного производства. 22. Процесс построения изделия. 23. Постобработка изделия. 24. Различия технологий аддитивного производства (фотополимерные, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы). 25. Особенности использования подложек. 26. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса. 27. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. 28. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства. 29. Удаление опорных элементов. 30. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.

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 завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты лабораторных и практических работ.

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Вопросы

1. Дайте определение понятия «быстрое прототипирование». 2. Дайте определение понятия «аддитивное производство». 3. Сформулируйте основной принцип технологии «аддитивное производство». 4. Перечислите основные области применения изделий, полученных с использованием технологий аддитивного производства. 5. Перечислите общие этапы процессов аддитивного производства. 6. Укажите особенности подготовки трехмерных моделей для аддитивного производства. 7. Перечислите основные параметры, влияющие на представление трехмерной модели в stl - формате. 8. Укажите общие для всех технологий аддитивного производства характеристики этапов при последующей обработке изделий. 9. Укажите основные отличия технологий аддитивного производства от обработки на станках с ЧПУ. 10. Приведите примеры конструкций, которые могут быть изготовлены с применением различных аддитивных технологий. 11. Перечислите технологии, связанные с технологиями аддитивного производства. 12. Перечислите классификационные признаки аддитивных технологий. 13. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения жидких полимерных композиций. 14. Опишите процесс аддитивного производства на основе систем отдельных частиц. 15. Опишите процесс аддитивного производства, на основе применения расплавленного материала. 16. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения твердых листовых материалов. 17. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения металлов. 18. Перечислите гибридные системы, применяемые в аддитивном производстве. 19. Какова общая последовательность процесса аддитивного производства? 20. Укажите основные этапы аддитивного производства. 21. Настройка оборудования для аддитивного производства. 22. Процесс построения изделия. 23. Постобработка изделия. 24. Различия технологий аддитивного производства (фотополимерные, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы). 25. Особенности использования подложек. 26. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса. 27. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. 28. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства. 29. Удаление опорных элементов. 30. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена т.

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

- на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций;
- на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций;
- на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут.