



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 материалобработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2021 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 25.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ 03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры МиТОДиМ, д-р техн. наук  Д.В. Терентьев

Рецензент:
доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 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 2023 - 2024 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;

– подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

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	ОПК-10.1
Итого по разделу		3						
3. Раздел 3								

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 высоколегированных коррозионностойких сталей и сплавов; - электроды для сварки высоколегированных 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	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	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	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	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	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	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	ОПК-10.1
Итого по разделу		1			20,2			

10. Раздел 10								
10.1 Разработка 3D моделей и рабочих чертежей на резинотехнические изделия.	3			6/4И	20	Оформление практической работы	Защита практической работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6/4И	20			
11. Раздел 11								
11.1 Проектирование технологической оснастки (прессформы) с применением 3D принтера.	3			6/2И	20	Оформление практической работы	Защита практической работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6/2И	20			
12. Раздел 12								
12.1 Изготовление натурной модели пресс-формы на основе применения 3D принтера.	3			4/2И		Оформление практической работы	Оформление и защита практической работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				4/2И				
13. Раздел 13								
13.1 Изготовление опытной модели на обрабатывающем центре с ЧПУ.	3			6		Оформление практической работы	Защита практической работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6				
14. Раздел 14								
14.1 Контроль качества изготовления конечных изделий с применением координатно-измерительной машины (3D сканера).	3			6/2,8И		Оформление практической работы	Защита практической работы	ОПК-10.1
Итого по разделу				6/2,8И				
15. Раздел 15								
15.1 Исследование влияния режимов резания на качество механической обработки конструкционных материалов.	3			4/2И	15	Оформление практической работы	Защита практической 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. 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 : электронный. - ISBN 978-5-9967-0932-8. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная 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. 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. 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 Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
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 цитирования	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/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.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 «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.

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

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Задания по самостоятельной работе

1. Изучить технологию и оборудование изготовления электродов на предприятии и составить отчет;
2. Изучить технологию и оборудование изготовления порошковой проволоки на предприятии и составить отчет;
3. Провести практические испытания сварочно-технологических свойств электродов и порошковой проволоки (по указанию преподавателя);
4. Провести сравнительные испытания газонасыщенности металла швов при сварке электродами с различными видами покрытий (по указанию преподавателя);
5. Рассчитать шихту порошковой проволоки (по указанию преподавателя);
6. Провести аттестацию сварочных материалов (по указанию преподавателя);

Перечень практических работ:

Практическая работа №1. Разработка 3D моделей и рабочих чертежей на резинотехнические изделия.

Практическая работа № 2. Проектирование технологической оснастки (прессформы) с применением 3D принтера.

Практическая работа № 3. Изготовление натурной модели пресс-формы на основе применения 3D принтера.

Практическая работа № 4. Изготовление опытной модели на обрабатывающем центре с ЧПУ.

Практическая работа №5. Контроль качества изготовления конечных изделий с применением координатно-измерительной машины (3D сканера).

Практическая работа №6. Исследование влияния режимов резания на качество механической обработки конструкционных материалов.

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.

Вопросы для подготовки к экзамену:

- 1 Машиностроение как отрасль. Какие производства (технологии) входят в нее.
- 2 Основные положения и понятия технологии машиностроения Изделие. Деталь. Сборочная единица. Комплекс. Технологический процесс. Производственный процесс.
- 3 Технологический процесс. Структура технологического процесса.
- 4 Элементы технологического процесса. Операция. Установ. Переход. Проход. Позиция.
- 5 Типы производств. Объем производства. Программа выпуска.

Три типа производства: 1) единичное, 2) серийное 3) массовое. Дать определение.

6 Основные понятия точности. Технологические размерные расчеты. Основные понятия и классификация баз. Основные правила выбора технологических баз. Управление точностью.

7 Методы определения припусков и операционных размеров.

8 Технологичность конструкции.

9 Основы проектирования технологических процессов изготовления и сборки машин.

10 Технологические процессы изготовления типовых деталей для: автомобилей, авиации, кораблестроения.

11 Классификация традиционных технологий массового производства. Технология резания (токарная обработка): основные операции и их характеристика, область применения.

12 Технология фрезерования: основные операции и их характеристика, область применения.

13 Технология сварки: основные операции и их характеристика, область применения.

14 Технология обработки давлением: основные операции и их характеристика, область применения.

15 Технологические процессы изготовления типовых автомобильных деталей.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «**Материалы и оборудование для аддитивных технологий**» и проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты практических работ в третьем семестре.

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
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	<p>1. Что такое «Аддитивная технология»?</p> <p>а) Технология изготовления прототипа будущего изделия из не функционального материала</p> <p>б) Наука и технология создания функционального изделия, основываясь на его цифровой 3D-модели</p> <p>в) Технология послойного наращивания и синтеза объектов</p> <p>г) Наука о создании цифровой модели будущего изделия</p> <p>Ответ: В</p> <p>2. Каких производственных технологий не бывает? Выберите один или несколько ответов.</p> <p>а) Аддитивных</p> <p>б) Субтрактивных</p> <p>в) Адаптивных</p> <p>г) Форматных</p> <p>Ответ: В, Г.</p> <p>3. Что такое 3D-принтер?</p> <p>а) станок с числовым программным управлением, использующий метод послойной печати детали</p> <p>б) станок с числовым программным управлением, использующий струйную печать с нанесением жидкого клея</p> <p>в) многофункциональное устройство, печатающее жидкими чернилами</p> <p>г) Фрезерно-гравировальный станок с числовым программным управлением</p> <p>Ответ: А</p> <p>4. Какой из перечисленных пластиков является самым экологически чистым и подходящим расходным материалом для трёхмерной печати?</p> <p>а) PVA</p> <p>б) ABS</p> <p>в) HIPS</p> <p>г) PLA</p> <p>Ответ: Г</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Материалы и оборудование для аддитивных технологий» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты лабораторных работ.

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.