



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиТ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С ЧИСЛОВЫМ
ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ***

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	1
Семестр	2

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)

Целями освоения дисциплины «Технологическое оборудование с ЧПУ в аддитивном производстве»: формирование знаний о станках с ЧПУ, системах ЧПУ, гибких производственных системах, основах программирования, получение навыков при проектировании современных технологических процессов с применением станков с ЧПУ и роботизированных производств.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технологическое оборудование с числовым программным управлением в аддитивном производстве входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Научно-методологический подход в разработке аддитивных технологических процессов

Теория и технология производства изделий с использованием аддитивных технологий

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

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Материалы и оборудование для аддитивных технологий

Проектирование технологии послойного синтеза

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технологическое оборудование с числовым программным управлением в аддитивном производстве» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен обеспечивать производство изделий методами аддитивных технологий
ПК-1.1	Подбирает параметры аддитивного технологического процесса и определяет оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной/цифровой модели)

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 40,2 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 104,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - курсовая работа, 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. • 3D принтеры для FDM, PolyJet, MJM, CJP технологий.								
1.1 • 5. 3D принтеры для FDM, PolyJet, MJM, CJP технологий.	2	8		4	48,7	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада, презентации или реферата	Защита практической работы	
Итого по разделу		8		4	48,7			
2. • 3D принтеры для SLA, SLM, SLS технологий								
2.1 • 6. 3D принтеры для SLA, SLM, SLS технологий	2	4		6/3,2И	33,1	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада, презентации или реферата	Защита практической работы	
Итого по разделу		4		6/3,2И	33,1			
3. • 3D принтеры для DMD, DMT, Binder Jetting технологий.								
3.1 • 7. . 3D принтеры для DMD, DMT, Binder Jetting технологий.	2	4		4	12,3	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада, презентации или реферата	Защита практической работы	
Итого по разделу		4		4	12,3			
4. 3D сканеры для формирования 3D модели.								

4.1 9. 3D сканеры для формирования 3D модели.	2	2		4/4И	10	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада, презентации или реферата	Защита практической работы	
Итого по разделу		2		4/4И	10			
Итого за семестр		18		18/7,2И	104,1		экзамен,кр	
Итого по дисциплине		18		18/7,2 И	104,1		курсовая работа, экзамен	

5 Образовательные технологии

В ходе реализации видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании данной дисциплины используются:

Традиционные формы обучения:

- обзорные лекции для ознакомления с применением гибких производственных систем, реализуемых на базе станков с числовым программным управлением, промышленных роботов и ЭВМ, улучшения качества выпускаемой продукции и повышения производительности металлообработки;

- информационные - для ознакомления со стандартами, справочной и периодической литературой;

- проблемная - для формирования знаний о системах управляющих программ для станков с ЧПУ, конструкциях современных станков с ЧПУ и многоцелевых станков и эффективности применения гибких производственных систем и технологических комплексов.

Активные и интерактивные формы обучения:

- вариативный опрос;

- дискуссии;

- устный опрос;

- совместная работа в малых группах (подгруппах)..

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:

Тарасова, Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5c25c2b3a03f99.16774025. - ISBN 978-5-16-014676-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1046704> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

Сторожев, В. В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования/ Сторожев В.В., Феоктистов Н.А. - Москва :Дашков и К, 2018. - 412 с.: ISBN 978-5-394-02468-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/513143> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

Сурина, Е. С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ : учебное пособие / Е. С. Сурина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-4696-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124584> (дата обращения: 18.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Сергель, Н. Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий: Учебное пособие / Сергель Н.Н. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2013. - 732 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-006465-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/391619> (дата обращения:

18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Кузина Н.Ф. Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ по дисциплине «Программирование для автоматизированного оборудования». Филиал ГГТУ «Ликино-Дулевский политехнический колледж», 2018. 27 с.

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
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

2. 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 те-мам. Лабораторное оборудование.

3. Учебная аудитория для проведения механических испытаний:

1) Машины универсальные испытательные на растяжение.

2) Мерительный инструмент.

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

4) Микротвердомер.

5) Печи термические.

4. Учебная аудитория для проведения металлографических исследований: Микроскопы МИМ-6, МИМ-7.

5. Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и про-межуточной аттестации: Доска.

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи инструменты для ремонта лабораторного оборудования

1. Какова общая последовательность процесса аддитивного производства?
2. Укажите основные этапы аддитивного производства.
3. Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР.
4. Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы.
5. Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка.
6. Настройка оборудования для аддитивного производства.
7. Особенности использования подложек.
8. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса.
9. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства.
10. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства.
11. Ориентация изделия на платформе.
12. Удаление опорных элементов.
13. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.
14. Планирование производства и предварительная обработка.
15. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства.
16. Недостатки бюджетных систем аддитивного производства.
17. Подготовка трехмерных моделей. Проблемы STL/AMF файлов.
18. Задачи расчета каждого профиля сечения. Прямое разбиение модели САПР.

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 над результатами 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 практических работ.

Приложение 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
(ОК-1) способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию		
Знать	<p>Особенности систем ЧПУ</p> <p>Системы ЧПУ, основы программирования 3D принтеров</p> <p>- основные понятия и определения 3D принтерах</p>	<p>19. Ориентация изделия на платформе.</p> <p>20. Удаление опорных элементов.</p> <p>21. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.</p> <p>22. Планирование производства и предварительная обработка.</p> <p>23. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства.</p> <p>24. Недостатки бюджетных систем аддитивного производства.</p> <p>25. Подготовка трехмерных моделей. Проблемы STL/AMF файлов.</p> <p>26. Задачи расчета каждого профиля сечения. Прямое разбиение модели САПР.</p>
Уметь	<p>- разрабатывать технологию изготовления деталей на станках 3D принтерах</p> <p>- применять основные положения процессов печати;</p> <p>- назначать режимы обработки</p>	<p>1. Классифицировать системы числового программного управления печатью с</p>
Владеть	<p>- информацией о перспективах технологии изготовления деталей на 3D принтерах;</p> <p>- навыками разработки технологии деталей на 3D принтерах</p>	<p>Перспективы развития системы ЧПУ: Контурные импульсно-шаговые устройства ЧПУ</p>
(ОК-4) способностью на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований		
Знать	<p>- основные понятия при печати на 3D принтерах</p> <p>- на научной основе организовывать свой труд</p>	<p>1. Какова общая последовательность процесса аддитивного производства?</p> <p>2. Укажите основные этапы аддитивного производства.</p> <p>3. Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР.</p> <p>4. Преобразование данных САПР в STL/AMF</p>

		<p>форматы.</p> <p>5. Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка.</p> <p>6. Настройка оборудования для аддитивного производства.</p> <p>7. Особенности использования подложек.</p>
Уметь	- самостоятельно оценивать результаты своей деятельности	Оценить результаты проекта
Владеть	- информацией о перспективах процесса печати; - навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований	Разработать план печати детали
(ОПК-2) способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы		
Знать	- современные методы исследования процессов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. 2. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства. 3. Настройка оборудования для аддитивного производства.
Уметь	- оценивать и представлять результаты выполненной работы	Провести оценку работы сокурсника
Владеть	- навыками оценки результатов выполненной работы - навыками представления результатов выполненной работы	Оценить работу сокурсника
(ОПК-11) способностью подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения		
Знать	- принципы написания заключений, рационализаторских предложений и изобретений в области машиностроения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР. 2. Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы. 3. Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка. 4. Настройка оборудования для аддитивного производства.
Уметь	- писать заключения на проекты стандартов,	Написать заключения на проект

	рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения	
Владеть	- навыками написания заключений, рационализаторских предложений и изобретений	Написать заключения на проект изделия
(ПК-1) способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку		
Знать	- принципы написания заключений, рационализаторских предложений и изобретений в области машиностроения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удаление опорных элементов. 2. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости. 3. Планирование производства и предварительная обработка. 4. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства. 5. Недостатки бюджетных систем аддитивного производства. 6. Подготовка трехмерных моделей. Проблемы STL/AMF файлов. 7. Задачи расчета каждого профиля сечения. Прямое разбиение модели САПР.
Уметь	- писать заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения	Оценить системы приводов станка.
Владеть	- навыками написания заключений, рационализаторских предложений и изобретений	Решить задачи интенсификации машиностроения с учётом использования РПС
(ПК-3) способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии		
Знать	- технологии, системы и средства машиностроительных производств; мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Настройка оборудования для аддитивного производства. 2. Особенности использования подложек. 3. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса. 4. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. 5. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства.

Уметь	<p>- осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств;</p> <p>- разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий-</p>	усовершенствовать технологию печати разработать оптимальную технологию изготовления машиностроительного изделия
Владеть	<p>-навыками совершенствования технологии, системы и средства машиностроительных производств; навыками выполнения мероприятий по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования</p>	Применить варианты установки технологической оснастки
<p>: (ПК-12) способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений в области профессиональной деятельности</p>		
Знать	<p>- технологии, системы и средства машиностроительных производств; мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Настройку оборудования для аддитивного производства. 2. Особенности использования подложек. 3. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса. 4. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. 5. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства. 6. Ориентация изделия на платформе. 7. Удаление опорных элементов. 8. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.
Уметь	<p>- осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств;</p> <p>- разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спроектируйте следящий привод подачи.

Владеть	<p>- навыками совершенствования технологии, системы и средства машиностроительных производств</p> <p>- навыками совершенствования технологии, системы и средства машиностроительных производств; навыками выполнения мероприятий по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки</p>	Рассчитать систему приводов и нагрева головки принтера

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологическое оборудование с ЧПУ в аддитивном производстве» 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 курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в письменной форме по экзаменационным билетам.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– **на оценку «отлично» (5 баллов)** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– **на оценку «хорошо» (4 балла)** – обучающийся демонстрирует высокий 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 «удовлетворительно» (3 балла)** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– **на оценку «неудовлетворительно» (1 балл)** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса *«Расчетно-прикладная механика процесса резания»*. При выполнении проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Показатели и критерии оценивания курсового проекта:

– **на оценку «отлично» (5 баллов)** – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– **на оценку «хорошо» (4 балла)** – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– **на оценку «удовлетворительно» (3 балла)** – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– **на оценку «неудовлетворительно» (1 балл)** – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.