

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по цифровым технологиям

Дата подписания: 30.10.2023 16:04:03

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Введение в цифровое производство

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

36

самостоятельная работа

36

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	9	9	9	9
Практические	27	27	27	27
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):  
*к.т.н., доцент, Кузнецов В.Е.*

Рабочая программа

**Введение в цифровое производство**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-16.plx Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения цветных металлов**

Протокол от 20.06.2023 г., №9

Руководитель подразделения Солонин Алексей Николаевич, к.т.н., доцент

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	знакомство обучающихся с техникой, технологией и идеологией современного цифрового производства с применением технологической цепочки CAD/CAM/NC — цифровых инструментов проектирования и изготовления новых продуктов на примерах создания деталей методами лазерной резки, фрезерной обработки на станке с ЧПУ и 3D печати распределением расплава (FFF технология).
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Аддитивные технологии	
2.2.2	Научно-исследовательская практика	
2.2.3	Оказание первой помощи пострадавшим	
2.2.4	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.5	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.6	Технологии наноматериалов и гибридных наноматериалов	
2.2.7	Технология получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности	
2.2.8	Физико-химические основы и технологии тепловыделяющих и поглощающих материалов	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-4-31 основные принципы и возможности цифрового производства	
<b>ОПК-3: Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-3-У1 осуществлять обоснованный выбор методов цифрового производства	
<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
<b>Владеть:</b>	
УК-2-В1 основами работы с машинами цифрового производства	

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение в цифровое производство</b>							
1.1	Понятие современного цифрового производства. /Лек/	1	2	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			

1.2	Технологическая цепочка CAD/CAM/NC. Краткая история развития аппаратных и программных инструментов цифрового производства; влияние цифрового производства на профессии дизайнера, технолога и станочника. Роль и место цифрового производства в цифровой революции. /Лек/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			
1.3	Понятие аддитивного производства и история его развития; основные технологии аддитивного производства. /Лек/	1	3	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			
1.4	Технология лазерной резки /Пр/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P1
1.5	Основы эскизирования и 2D моделирования /Пр/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P2
1.6	Преобразование 3D в 2D /Пр/	1	3	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P3
1.7	Настольное цифровое производство: RepRap и связанные с ним проекты. Основы технологии 3D печати. /Пр/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P4
1.8	Базовые технологии 3D моделирования /Пр/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P5
1.9	Продвинутые технологии 3D моделирования /Пр/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P6
1.10	Цифровая механическая обработка. /Пр/	1	4	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P7
1.11	Основы цифрового производства /Ср/	1	18	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P8
1.12	Работа над проектом /Ср/	1	18	УК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			P9

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен		<p>Пример экзаменационного билета:</p> <p>I. Выберите один или несколько вариантов ответов на нижеследующие вопросы (1 вопрос = 1 балл)</p> <p>1. Какой из предложенных ниже вариантов лучше описывает понятие “цифровое производство”, рассмотренное в настоящем курсе:            CAD+QUAD+AR            CAD+CAM+NC            Стереолитография</p>

		<p>CAD+VR+AR</p> <p>2. Какому английскому словосочетанию соответствует понятие “цифровое производство”, рассмотренное в настоящем курсе:  digital production  digital fabrication  digital manufacturing  в равной степени все вышеперечисленные варианты</p> <p>3. Отметьте те технологии аддитивного производства, в которых при воспроизведении нависающих элементов не возникает потребность в генерировании поддержек (суппорта):  stereolithography  selective laser sintering  laminated object manufacturing  3D printing (процесс Z corp)  fused deposition modeling</p> <p>4. Какая из технологий аддитивного производства появилась на рынке раньше других:  stereolithography  selective laser sintering  laminated object manufacturing  3D printing (процесс Z corp)  fused deposition modeling</p> <p>5. Какая из технологий аддитивного производства является наиболее распространенной на сегодняшний день:  stereolithography  selective laser sintering  laminated object manufacturing  3D printing (процесс Z corp)  fused deposition modeling</p> <p>6. Какая из нижеперечисленных технологий аддитивного производства позволяет напрямую получать металлические изделия:  stereolithography  selective laser sintering  laminated object manufacturing  3D printing (процесс Z corp)  fused deposition modeling</p> <p>7. Как называется программное обеспечение, преобразующее 3-х мерную геометрию в исполняемый 3D принтером код:  driver  printer  slicer  cutter  mixer  extruder</p> <p>8. Какой из форматов файлов является самым распространенным для экспорта моделей из программ дизайна в программы подготовки кода для 3D печати:  .doc  .txt  .g-code  .stl  .obj  .dxf</p> <p>9. Поверхности в самом популярном формате файлов для экспорта моделей из программ дизайна в программы подготовки кода для 3D печати описываются как совокупность:  векторов  кривых Безье  полиномов второго порядка  треугольников  сфероидов  сплайнов</p> <p>10. Какие два вида обработки на машине лазерной резки вы знаете:  выжигательная  прожигательная  векторная  растровая</p>
--	--	--

			<p>полигональная сплайновая</p> <p>II. Выполните задание</p> <p>1. Дайте расшифровку аббревиатуры CAD и CAM и краткое определение соответствующих понятий (4 балла)</p> <p>2. Что такое Rapid Tooling (6 баллов)</p> <p>3. Вы отправили задание на машину лазерной резки, после его завершения вы увидели, что материал оказался прорезан не насквозь. Что вы измените в параметрах процесса, чтобы в следующий раз получить сквозной рез? (5 баллов)</p> <p>4. Какие два типа экструдеров у принтеров FDM/ FFF вам известны? (3 балла)</p> <p>5. Какая связь между толщиной оболочки FDM изделия и диаметром сопла? (2 балла)</p>
--	--	--	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа 1 Технология лазерной резки		Технология лазерной резки
P2	Практическая работа 2 Основы эскизирования и 2D моделирования		Основы эскизирования и 2D моделирования
P3	Практическая работа 3 Преобразование 3D в 2D		Преобразование 3D в 2D объекты
P4	Практическая работа 4 Настольное цифровое производство: RepRap и связанные с ним проекты. Основы технологии 3D печати.		Настольное цифровое производство: RepRap и связанные с ним проекты. Основы технологии 3D печати
P5	Практическая работа 5 Базовые технологии 3D моделирования		Базовые технологии 3D моделирования
P6	Практическая работа 6 Продвинутое технологии 3D моделирования		Продвинутое технологии 3D моделирования
P7	Практическая работа 7 Цифровая механическая обработка		Цифровая механическая обработка объектов
P8	Самостоятельная работа 1 Основы цифрового производства		Основы цифрового производства
P9	Самостоятельная работа 2 Работа над проектом		Выполнение работы над индивидуальным проектом по выбору студента

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Пример экзаменационного билета:

I. Выберите один или несколько вариантов ответов на нижеследующие вопросы (1 вопрос = 1 балл)

1. Какой из предложенных ниже вариантов лучше описывает понятие “цифровое производство”, рассмотренное в настоящем курсе:  
CAD+QUAD+AR  
CAD+CAM+NC  
Стереолитография  
CAD+VR+AR
2. Какому английскому словосочетанию соответствует понятие “цифровое производство”, рассмотренное в настоящем курсе:  
digital production  
digital fabrication  
digital manufacturing  
в равной степени все вышеперечисленные варианты
3. Отметьте те технологии аддитивного производства, в которых при воспроизведении нависающих элементов не возникает потребность в генерировании поддержек (суппорта):  
stereolithography  
selective laser sintering  
laminated object manufacturing  
3D printing (процесс Z corp)  
fused deposition modeling
4. Какая из технологий аддитивного производства появилась на рынке раньше других:  
stereolithography  
selective laser sintering  
laminated object manufacturing  
3D printing (процесс Z corp)  
fused deposition modeling
5. Какая из технологий аддитивного производства является наиболее распространенной на сегодняшний день:  
stereolithography  
selective laser sintering  
laminated object manufacturing  
3D printing (процесс Z corp)  
fused deposition modeling
6. Какая из нижеперечисленных технологий аддитивного производства позволяет напрямую получать металлические изделия:  
stereolithography  
selective laser sintering  
laminated object manufacturing  
3D printing (процесс Z corp)  
fused deposition modeling
7. Как называется программное обеспечение, преобразующее 3-х мерную геометрию в исполняемый 3D принтером код:  
driver  
printer  
slicer  
cutter  
mixer  
extruder
8. Какой из форматов файлов является самым распространенным для экспорта моделей из программ дизайна в программы подготовки кода для 3D печати:  
.doc  
.txt  
.g-code  
.stl  
.obj  
.dxf
9. Поверхности в самом популярном формате файлов для экспорта моделей из программ дизайна в программы подготовки кода для 3D печати описываются как совокупность:  
векторов  
кривых Безье  
полиномов второго порядка  
треугольников  
сфероидов  
сплайнов
10. Какие два вида обработки на машине лазерной резки вы знаете:  
выжигательная  
прожигательная  
векторная  
растровая  
полигональная

сплайновая

II. Выполните задание

1. Дайте расшифровку аббревиатуры CAD и CAM и краткое определение соответствующих понятий (4 балла)
2. Что такое Rapid Tooling (6 баллов)
3. Вы отправили задание на машину лазерной резки, после его завершения вы увидели, что материал оказался прорезан не насквозь. Что вы измените в параметрах процесса, чтобы в следующий раз получить сквозной рез? (5 баллов)
4. Какие два типа экструдеров у принтеров FDM/FFF вам известны? (3 балла)
5. Какая связь между толщиной оболочки FDM изделия и диаметром сопла? (2 балла)

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Описание критериев оценивания ответов обучающихся при проведении промежуточной аттестации.

«Отлично» 27-30 баллов

Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы

«Хорошо» 22-26 баллов

Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- твердые знания теоретического материала;
- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.

Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий

«Удовлетворительно» 15-21 балла

Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины

«Неудовлетворительно» менее 15 баллов

Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каменев С. В., Романенко К. С.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Мысакова О. Н.	Упражнения по моделированию в SolidWorks (специальность «Промышленный дизайн»): учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Архитектон, 2014



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Губанов Сергей Геннадьевич	Основы моделирования в среде Fusion 360 (N 3885): метод. указания	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Э2	Наукометрическая база данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Э3	Наукометрическая база данных Web of Science	<a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	SolidWorks Education 1000 CAMPUS
П.2	LMS Canvas
П.3	CorelDRAW Graphics Suite X4
П.4	Inkscape
П.5	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-112	Аудитория для самостоятельной работы	стационарные компьютеры 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: мультимедийный проектор, доска, экран проекционный; плоттер Roland Camm-1 Servo, комплект учебной мебели
К-018	Лаборатория	1 ноутбук с пакетом лицензионных программ MS Office ; лазерно-гравировальный станок GCC Laser Pro; лазерно-гравировальный станок Trotec 400; настольный фрезерный станок с ЧПУ Roland Modela MDX20;5 стационарных компьютера, комплект учебной мебели
К-016	Лаборатория «Фрезеровки и 3D-печати»:	фрезерный станок с ЧПУ по металлу HaaS VM, токарный станок с ЧПУ по металлу HaaS ST20; сверлильный станок Bosch; 2 3D-принтера Ultimake 2; 3D-принтер Ultimaker 3; 3D-принтер 3DQ; 3 3D-принтера Prusa i3 MK3; фрезерный станок с ЧПУ Flexicam Stealth; 3 стационарных компьютера; фрезерный станок с ЧПУ Roland Modela MDX540, комплект учебной мебели
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для подготовки к практическим занятиям необходимо использование иллюстративного материала, подготовленного преподавателем и студентами, в формате электронных презентаций. Для успешной самостоятельной работы студента необходимо обеспечить доступ студентов к размещенным в электронном виде требованиям к курсу и обучающим материалам, подготовленным преподавателем и содержащим основные данные о методах цифрового производства, а также доступ в лабораторию цифрового производства.