Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.10.2023 14:37:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
/Е.В. Сафонов/
«16» 11 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

# ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И ПРАКТИКУ 3D ПЕЧАТИ

Направление подготовки
**27.03.05 Инноватика**

профиль подготовки
**Аддитивные технологии**

Квалификация (степень) выпускника
**Бакалавр**
Форма обучения
**очная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

к.т.н., доцент _____ /Д.А. Гневашев/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «ОМДиАТ», _____ /Д.А. Гневашев/

Руководитель образовательной программы _____ /П.А. Петров/

## Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 9
5. Материально-техническое обеспечение ..... 10
6. Методические рекомендации ..... 11
7. Фонд оценочных средств ..... 14

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

**Целями** освоения дисциплины «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати» является:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;

- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению;

- изучение современных технологий аддитивного производства.

**К основным задачам** освоения дисциплины «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати относиться:

- овладение теоретическими и практическими методами применения технологий Аддитивного производства

- получение навыков создания прототипов машиностроительных изделий, в т.ч. формообразующих поверхностей инструмента методом быстрого прототипирования.

Следует отметить, что изучение курса «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати» способствует расширению научного кругозора и дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых сформируется четкое представление о современных технологиях аддитивного производства.

Обучение по дисциплине «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| ОПК-6. Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения | ИОПК-6.1 Способен предлагать технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности;<br>ИОПК-6.2 Выбирает технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоемкой продукции;<br>ИОПК-6.3 Способен принять техническое решение на основе комплексного исследования |

| | |
|---|---|
| | инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач. |
| ПК-2. Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий | ИПК-2.1 Знает особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий<br>ИПК-2.2 Способен использовать системы автоматизированного для подготовки производства несложных изделий методами аддитивного производства.<br>ИПК-2.3 Способен выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления несложных изделий методами аддитивных производств.<br>ИПК-2.4 Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства. |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплине (Б1.2.03), формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.2 «Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений»

Дисциплина «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

*В обязательной части*:

- Инженерная и компьютерная графика;
- Цифровая грамотность;

*Часть, формируемая участниками образовательных отношений:*

- Оборудование для аддитивного производства, ремонт и техническое обслуживание;
- Проектная деятельность.

*В элективные дисциплинах*:

- Основы компьютерного параметрического инжиниринга (2D/3D)/ Основы компьютерного моделирования (2D/3D)

– 3D-моделирование изделий и основы подготовки данных для 3D-печати/ Основы подготовки 3D-моделей для 3D-печати.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4,0 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

| п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | **Аудиторные занятия** | **144** | **2** |
| | В том числе: | | **-** |
| | Лекции | **36** | **2** |
| | Семинарские/практические занятия | **нет** | **-** |
| | Лабораторные занятия | **36** | **2** |
| | **Самостоятельная работа** | **72** | **2** |
| | **Курсовой проект** | **нет** | **2** |
| | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **экзамен** | **2** |
| | **Итого** | | **2** |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.2. Очная форма обучения.

| | **Разделы/темы дисциплины** | **Трудоемкость, час** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Всего** | **Аудиторная работа** | | | | **Самостоятельная работа** |
| | | | Лекции | Семинарские/практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | **Тема 1. Введение. Основы аддитивного производства** | | 4 | | | | 8 |
| 2 | **Тема 2. Классификация аддитивного производства** | | 4 | | | | 8 |
| 3 | **Тема 3. Технология фотополимеризации** | | 4 | | | | 8 |
| 4 | **Тема 4. Экструзия как процесс быстрого прототипирования** | | 4 | | | | 8 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | **Тема 5. Процесс ломинирования листовых материалов** | | 4 | | | | 8 |
| 6 | **Тема 6. Процессы направленного энерговклада** | | 4 | | | | 8 |
| 7 | **Тема 7. Плавление порошков в сформированном слое** | | 4 | | | | 8 |
| 8 | **Тема 8. Пост-обработка как этап производственного цикла аддитивного производства. Прототипирование как процесс изготовления инструмента** | | 4 | | | | 8 |
| 9 | **Тема 9. Программное обеспечение для подготовки STL файл для 3Д печати.** | | 4 | | | | 8 |
| 10 | **лабораторная работа №1. Изучение ПО для печати Polygon 2.0. Подготовка деталей к печати по технологии FDM.** | | | | 18 | | |
| 11 | **Лабораторная работа №2. Подготовка к печати детали при использовании Программа для подготовки задания для печати Wanhao-Cura-18.04** | | | | 18 | | |
| | | | **36** | | **36** | | **72** |

## 3.3 Содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя следующие разделы.

**Раздел 1 Основы аддитивного производства.**

Основные шаги при применении аддитивных технологий, в том числе технологий быстрого прототипирования.

Восемь шагов в аддитивное производство.

Шаг 1 Концепт и Трехмерная Модель(CAD)

Шаг 2: Перевод модели в *.stl формат

Шаг 3: Загрузка модели в установку АП и работа с *.stl файлами

Шаг 4: Настройки Установок АП

Шаг 5: Построение

Шаг 6: Извлечение и Очистка

Шаг 7: Пост-процесс

Шаг 8: Применение

Что такое аддитивные производство. Что необходимо для аддитивные производства. Базовые процессы аддитивного производства. Почему используют термин аддитивное производство. Преимущество аддитивного производства.

**Раздел 2 Процессы**

Основные процессы, применяемые в технологиях быстрого прототипирования. Основной принцип построения физического объекта

методом быстрого прототипирования и аддитивного производства. Области применения прототипов. Введение и базовые принципы.

Физические процессы, лежащие в основе технологий быстрого прототипирования. Особенности технологий, преимущества и недостатки технологий. Материалы и их характеристики.

Поддерживающие структуры. Основной принцип 3D печати. Области применения 3D печати.

**Раздел 3 Технологии**

Процесс Фотополимеризации. История. Обзор химического состава фотополимеров. Основные способы фотополимеризации. Масочное излучение. DLP технологии. LED излучение.

Технологии прототипирования основанные на процессе фотолимеризации. Технология SLA. Технология SGC, FTI, DLP. Технология MJM. Технология PolyJet.

Стереолитография пример построения. Микростериолитографии. Процесс фотополимерезации через проекционную маску.,

Процесс Экструзии. Технологии прототипирования основанные на процессе экструзии Технология FDM и FFF.

Контроль перемещение. Расчет траектории. Материалы.

Технологии прототипирования, основанные на спекании и плавлении порошкообразных материалов. Технология SLS. Технология SLM/EBM/DMD.

Механизм спекания порошка. Переработка порошков Подходы к изготовлению металлических и керамических прототипов. Варианты селективного спекания порошков Материал и применение.

**Раздел 4 Исходные данные**

Информация о подготовки модели (stl, расположение и т.д.)STL файл – формат файла для хранения данных о трехмерной модели

Программное обеспечение для подготовки STL файл для 3Д печати. Ошибки и исправление трехмерной модели. Поддерживающие структуры

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

#### 3.4.1.Семинарские/практические занятия

Данной дисциплиной практические занятия не предусмотрены.

#### 3.4.2.Лабораторные занятия

**Лабораторная работа №1.** Изучение ПО для печати Polygon 2.0. Подготовка деталей к печати по технологии FDM.

При выполнении данной работы изучить программу Polygon 2.0-подготовка оптимального задания печати для различного типа моделей. С

использованием подгруженного материала Вы должны подготовить задание для печати 4 деталей.

**Лабораторная работа №2.** Подготовка к печати детали при использовании Программа для подготовки задания для печати Wanhao-Cura-18.04

При выполнении данной работы изучить программу Wanhao-Cura-18.04 подготовка оптимального задания печати для различного типа моделей. С использованием подгруженного материала Вы должны подготовить задание для печати 4 деталей.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Данной дисциплиной курсовой проект (работа) не предусмотрены.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ Р 57558-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р 57556-2017 Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний

ГОСТ Р 57589-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 2. Материалы для аддитивных технологическихпроцессов. Общие требования

ГОСТ Р 57590-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 3. Общие требования

ГОСТ Р 57591-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 4. Обработка данных

ГОСТ Р 57588-2017 Оборудование для аддитивных технологических процессов. Общие требования

ГОСТ Р 57586-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Общие требования

ГОСТ Р 57587-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний

ГОСТ Р 57911-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Термины и определения

ГОСТ Р 57910-2017 Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний металлических материалов сырья и продукции.

### 4.2 Основная литература

1. Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. Технологии Аддитивного производства, М.: Техносфера, 2016. – 646 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Chee Kai Chua, Kah Fai Leong. 3D Printing and Additive Manufacturing. Principles and applications – World Scientific Publishing, 2015 – 518 c.

2. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. Пособие для инженеров. М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.

3. Петров П.А., Сапрыкин Б.Ю. Технологии быстрого прототипирования. – М.: МГТУ «МАМИ», 201

### 4.3 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс создан в Московском университете https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=769

### 4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение включает учебно-методические материалы в электронном виде, лицензионное программное обеспечение для CAD-моделирования и управления 3Д-моделью при подготовке практического задания.

### 4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

http://www.rp-lab.ru/

http://www.rp-center.com/

http://3dtoday.ru/wiki/

http://vk.com/club87329516

http://3d-expo.ru

http://www.metal-am.com/

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog
- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs
- ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» (http://e.lanbook.com);
- БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» (http://www.kodeks.ru);
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru);
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com);
- ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru).

## 5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории и лаборатории кафедры «ОМДиАТ» АВ2508, АВ2509, а также лаборатория «Аддитивные технологии» АВ1707 и АВ5001(1). Аудитории оснащены, компьютерной и проекционной техникой.

**Оборудование и аппаратура:**

- Оборудование для Аддитивного производства 3Д принтеры fabbster
- Оборудование для Аддитивного производства 3Д принтеры Picaso;
- Оборудование для Аддитивного производства 3Д принтеры Wanhao;
- Оборудование для Аддитивного производства 3Д принтеры V-Flash;
- Оборудование для постобработки прототипов;
- расходные материалы;
- проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций и лабораторных работ.

Выполнение практических занятий предполагает использовать специализированные лаборатории предприятий и организаций, имеющие современное оборудование и опыт проведения испытаний.

## 6. Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Основное внимание при изучении дисциплины «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати» следует уделять внимание изучению основных понятий в области проектирования промышленного, строительного.

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;

- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;

- познакомится с видами учебной работы;

- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категории.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой

обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного доклада с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет или экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

При проведении занятий по дисциплине применяется система СДО - lms.mospolytech.ru. На платформе СДО по дисциплине могут быть размещены учебные, методические и иные материалы способствующие освоению дисциплины студентом.

При проведении занятий также могут быть реализованы такие формы как вебинары (на платформе ZOOM, Webinar, ТОЛК), онлайн тестирование, промежуточная аттестация с применением электронных средств.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов аддитивного производства, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

**Задачи самостоятельной работы студента**:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету или экзамену.

**Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение заданий по решению типичных задач и упражнений;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- презентация работы.

## 7. Фонд оценочных средств

### 7.1 Оценочные средства

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выполнение лабораторных работ, их защита.
- Тестирование в системе ЛМС
- Экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и ТЕСТИРОВАНИЕ.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице

| № ОС | Виды работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|---|
| 1 | Лабораторные работы (ПР) | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов |
| 2 | ТЕСТ | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткий опрос полученных результатов изученного материала по дисциплине. Тест проходит в системе ЛМС, состоит из 20 вопросов. |
| 3 | ЭКЗАМЕН (устный опрос) | Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических вопросов, задач, практических заданий. |

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку или не допустить к промежуточной аттестации.

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы аддитивных технологий» (прошли промежуточный контроль(выполнение практического задания), выполнили и защитили лабораторные работы,).

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать |

| | |
|---|---|
| | знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## Перечень контрольных вопросов к экзамену

| | **Вопросы к экзамену** |
|---|---|
| 1 | Общее представление о процессе прототипирования. Этапы процесса изготовления прототипа. |
| 2 | Аддитивное производство как вид процесса прототипирования. Основные виды аддитивного производства. |
| 3 | Быстрое прототипирование. Различие между аддитивным производством и обработкой изделий на станках с ЧПУ. |
| 4 | Реверс-Инжиниринг как вид процесса прототипирования. Создание трехмерных объектов. |
| 5 | Создание изделий (прототипов) с использованием ЧПУ (гравировальный, фрезерный станок). Этапы процесса изготовления прототипа. |
| 6 | Стереолитография (SLA-технология). Оборудование. Материал применяемый при Стереолитографии. |
| 7 | Общая последовательность аддитивного производства. Этапы последовательности. |
| 8 | Экструзия как вид процесса прототипирования. Принцип действия. Управление ориентации изделия при экструзии. |
| 9 | Технология 3D-печати FDM (Fused Deposition Modeling) . Оборудование. Материал. |
| 10 | Процесс плавления порошков в сформированном слое. Виды спекания (SLS,SLM- технологии). |
| 11 | Процесс ламинирования листовых(слоистых) материалов (Laminated Object Manufacturing (LOM). Технология, материалы применяемые при LOM. |
| 12 | Технология MJM,PolyJet. Принципиальная схема. Особенности. Материалы. |
| 13 | Электронно-лучевое плавление (ElectronBeamMelting или EBM). Сравнение плавления порошков методом EBM с методом лазерного спекания SLM-технологии. |

| | |
|---|---|
| 14 | Плавление порошков в сформированном слое как технология аддитивного производства. |
| 15 | Процессы направленного энерговклада (DED- Directedegergydeposition). Общее описание процесса. |
| 16 | Ультрозвуковое аддитивное производство (УАП). Параметры процесса УАП. |
| 17 | Материалы применяемые при быстром прототипировании. |
| 18 | Плавление порошков в сформированном слое как технология аддитивного производства. |
| 19 | Работа с порошками при технологиях лазерного спекания. Выбор способа подачи, системы подачи порошка. Восстановление остатка порошка после обработки. |
| 20 | Селективное спекание порошков (SLS-технология). Методика процесса. Материалы |
| 21 | Материалы применяемые при технологиях спекания(плавления) порошков. |
| 22 | Параметры влияющие на технологию процесса плавления порошков на подложке |
| 23 | Технология компьютерного моделирования и проектирования в аддитивном производстве. |
| 24 | Области применения прототипирования в среде САПР. |
| 25 | Системы учитывающие изготовления прототипа (использование подложек, энергия, материал, точность, скорость производства). |
| 26 | Изготовление инструмента – методом быстрого прототипирования. |
| 27 | Технологии и процессы проекционной фотополимеризации в ванне с использованием масок. |
| 28 | Постобработка как этап получения прототипа. Методы постобработки при быстром прототипировании. |
| 29 | Постобработка как этап получения прототипа. Удаление естественной и искусственной поддержки. |
| 30 | Принцип фотополимеризации. Основные способы, оборудование, виды излучения, расходуемые материалы. |
| 31 | Оборудование применяемое при изготовлении прототипа методами аддитивного производства. |
| 32 | Селективное спекание порошков (SLS-технология). Методика процесса. Материалы. |
| 33 | Жидкофазное спекание порошка, частичное плавление. Технология SLS. |

| | |
|---|---|
| 34 | Технология 3D-печати FDM. Параметры влияющие на точность выращивания изделий методом FDM. |
| 35 | Ультразвуковая консолидация- гибридный процесс ламинирования листовых материалов. |
| 36 | Процесс сварки как метод прототипирования. Сварка лазерным лучом (LBW – LaserBeamWelding). |

Образец билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Машиностроение, кафедра «ОМДиАТ»

Дисциплина «Введение в технологии прототипирования и практику 3D печати»

Направление (специальность) 27.03.05 «Инноватика»

Курс 1 , группа _____, форма обучения **очная**

**БИЛЕТ № _____**

**1. Общее представление о процессе прототипирования. Этапы процесса изготовления прототипа.**

**2. Процесс сварки как метод прототипирования. Сварка лазерным лучом (LBW – LaserBeamWelding).**

Утверждено на заседании кафедры «_____» _____г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /_____/