Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 12.07.2024 11:00:02
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/
«15» февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЕСС-ФОРМ И ШТАМПОВ

Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**

Профиль подготовки **«Цифровые технологии аддитивном и заготовительном производстве»**

Квалификация (степень) выпускника
**магистр**

Форма обучения
**очная**

Москва 2024

**Разработчик:**

к.т.н., доцент кафедры «ОМДиАТ» _____ /Гневашев Д.А./

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «ОМДиАТ» _____ /Матвеев А.Г./

# Содержание

1. Цели и задачи дисциплины ..... 4
2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 10
5. Материально-техническое обеспечение ..... 12
6. Методические рекомендации ..... 12
7. Фонд оценочных средств ..... 14

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению.

Задачами дисциплины являются:

- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению;
- моделирование и конструирование инструмента (пресс-форм) различного назначения с использованием компьютерных программ.
- применение технологий быстрого прототипирования при изготовлении элементов прессформ или штампов.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся должны быть сформированы соответствующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения, таблица 1.

Таблица 1. Формирование компетенций

| Коды компетенций | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| ПК-2 | ПК-2. Разработка методик проведения испытаний и исследований изделий, изготовленных методами аддитивных технологий | ИПК 2.1. Знает:<br>• Технические требования, предъявляемые к изделиям аддитивных производств<br>• Методики испытаний и исследований изделий аддитивных производств, применяемые в организации<br>ИПК 2.2 Умеет:<br>• Определять требования к условиям проведения испытаний и исследований изделий аддитивных производств<br>• Использовать возможности программного обеспечения для выполнения статистических расчетов и оформления документации по результатам испытаний и исследований изделий аддитивных производств<br>ИПК 2.3. Владеет<br>• Выбором последовательности и условий проведения испытаний и исследований изделий аддитивных производств<br>• Разработкой алгоритма обра- |

| | | |
|---|---|---|
| | | ботки результатов испытаний и исследований, принятия решения о годности изделия аддитивных производств с использованием прикладных программ |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Быстрое прототипирование, изготовление пресс-форм и штампов» относится к разделу «Часть, формируемая участниками образовательных отношений», шифр (Б.1.2.06). В программе охватывает следующие дисциплины ООП:

*В обязательной части*

– Реновации и упрочнение штампов и пресс-форм сваркой, наплавкой и родственными процессами;

– Аддитивные технологии в новых производствах;

– Решение исследовательских задач в заготовительном производстве.

*Часть, формируемая участниками образовательных отношений*

– Практикум по 3D-сканированию и обратный инжиниринг в заготовительном и аддитивном производстве

*Дисциплины по выбору*

– Исследование и оптимизация процессов аддитивного производства/ Исследование и оптимизация испытаний материалов с применением цифрового моделирования.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6,0 зачетных(е) единиц(ы) (216 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.очная форма обучения

| п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 3 | 4 |
| | **Аудиторные занятия** | **104** | **72** | **32** |
| | В том числе: | | | |
| | Лекции | **18** | **18** | |
| | Семинарские/практические занятия | **32** | | **32** |
| | Лабораторные занятия | **54** | **54** | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Самостоятельная работа** | **112** | **36** | **76** |
| | **Курсовой проект** | | | **Д.З** |
| | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | **З** | **Э** |
| | **Итого** | | | |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.2. Заочная форма обучения.

| | **Разделы/темы дисциплины** | **Трудоемкость, час** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Всего** | **Аудиторная работа** | | | | **Самостоятельная работа** |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Применение прототипирования при изготовлении инструментов | | 2 | | | | 2 |
| 2 | Основы обработки материалов давлением | | 2 | | | | 2 |
| 3 | Аддитивные технологии в области обработки материалов давлением при изготовлении штампового инструмента | | 2 | | | | 2 |
| 4 | ГОСТы на проектирование пресс-форм и штампов | | 4 | | | | 4 |
| 5 | Материалы применяемые при проектировании и построении штамповой оснастки и элементов штампов и пресс-форм. | | 4 | | | | 4 |
| 6 | Моделирование и конструирование инструмента (пресс-форм) | | 4 | | | | 4 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Семинарские/ практические занятия №1 | | | 16 | | | 20 |
| 8 | Семинарские/ практические занятия №2 | | | 16 | | | 20 |
| 9 | Лабораторная работа №1 | | | | 10 | | 10 |
| 10 | Лабораторная работа №2 | | | | 10 | | 10 |
| 11 | Лабораторная работа №3 | | | | 20 | | 14 |
| 12 | Лабораторная работа №4 | | | | 14 | | 20 |
| | Курсовой проект | | | | | | 36 |

### 3.3 Содержание дисциплины

Аддитивные технологии (как процесс быстрого прототипирования) изготовления инструмента для пресс-форм и штамповочной оснастки. Методики изготовления элементов штамповой оснастки с применением аддитивных технологий (FDM, SLM, EBM, DMLS). Применение принципов бионического дизайна, обратного инжиниринга в конструкции штампов.

Типовые конструкции штампов для различных видов кузнечно-штамповочного оборудования. Требования, предъявляемые к штампам (ГОСТы).

В разделе представлены ГОСТы которые необходимо учитывать при проектировании пресс-форм и штампов:

1. ГОСТ 15830-84 Термины и определения
2. ГОСТ 22472- 87 Штампы для листовой штамповки
3. ГОСТ 21546-88 Штампы молотовые для объемной штамповки
4. ГОСТ 25084-89 Штампы универсальные со сменными сборными пакетами.
5. ГОСТ 50343-92 Штампы для листовой штамповки. Пуансоны

Стойкость штампов; факторы, влияющие на стойкость. Сравнительная стойкость штампов для различных поковок и различного вида оборудования.

Физико-химические и механические свойства сталей и сплавов, сплавов, композиционных материалов полимеров применяемых в аддитивных процессах. Традиционные способы получения исходных заготовок штампов и технологии изготовления штампов. Взаимозаменяемость элементов штампов и прессовой оснастки полученных аддитивными технологиями.

Моделирование и конструирование инструмента (пресс-форм) различного назначения с использованием изученных компьютерных программ, под изготовление технологиями Аддитивного производства.

Применение технологий Аддитивного производства для изготовления конечный изделий/продукта. Прямое цифровое производство в сфере обработки материалов давлением.

### 3.4.Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

#### 3.4.1.Семинарские/практические занятия

**Семинарские/ практические занятия №1.** Основы ОМД при проектировании штампового инструмента; Методы быстрого прототипирования для изготовления различных инструменты в том числе пресс-форм и штампов для использования в обработки материалов давлением.

На основе полученного задания написать ЭССЕ и спроектировать модель штампового инструмента с использованием аддитивных технологий.

**Семинарские/ практические занятия №2.** Подбор схемы штампа или пресс-формы для выполнения проекта по тематикам, соответствующим темам тех проектов, над которыми студент работает в рамках выпускной квалификационной работ.

#### 3.4.2.Лабораторные занятия

**Лабораторная работа №1.** Изучение ПО для подготовки процесса печати на персональном 3Д принтере.

Изучение ПО для печати Polygon 2.0. Подготовка деталей к печати по технологии FDM. Цель 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.** Спроектировать Трехмерную моделей штампа (пресс-формы) в упрощенном виде, без крепежных элементов только основные детали штампа (плиты, пуансон-матрица, направляющие колонки- втулки, если требуется прижим, съемник, подкладные плиты).

**Лабораторная работа №3.** Выбор элемента штамповой оснастки (пресс-форм) для изготовления методом быстрого прототипирования, подбор технологии АП и выбор материала. Оптимизация формы элемента конструкции штампа по ранее созданной вами трехмерной модели. Подготовка и печать элементов штамповой оснастки (пресс-форм) для изготовления методом быстрого прототипирования.

**Лабораторная работа №4.** Представление спроектированной модели штамповой оснастки (пресс-формы) в сборе с разработанными элементами штампа

получаемые методом аддитивного производства (быстрым прототипированием).

### 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

**Курсовой проект** выполняется студентами по тематикам, соответствующим темам тех проектов, над которыми они работают в рамках выпускной квалификационной работы, по согласованию с преподавателем читающим данную дисциплину.

Курсовой проект выполняется одним студентом или коллективом авторов (студентов), являющихся участниками одной проектной команды. По курсовому проекту студент (группа студентов) подготавливают доклад который заслушивается студентами группы, и отвечает на возникшие вопросы.

Проект выполняется с помощью ранее изученных чертежных программ.

*Задачи курсового проекта:*

**1.Обзор литературных источников на тему: применение аддитивных технологий для решения задачи в машиностроении.**

Студентом проводится литературный поиск по зарубежным источникам (статьи, патенты, учебная литература, электронные ресурсы) о решении задач (применяемых в диссертационной работе-изготовление пресс-форм, штампов, элементов оборудования, изделий или полуфабрикатов; изготовление различного приспособления или инструмента) или близкими к ним в области ОМД с применением технологий аддитивного производства.

**2.Разработка (подбор) технологии аддитивного производства для решения задачи в ОМД.**

Студент описывает изготовления оснасти традиционным способом (резание, литье, штамповка, сварка и т.д), дает общую характеристику данного процесса.

Студентом подробно расписывается технология аддитивного производства которую рекомендует использовать для реализации задачи (выбор материала, процесс выращивания, пост-обработка, проверка качества готовой детали). Проведение сравнения с получением традиционным способом детали.

**3.Реализация (моделирование) задачи методом аддитивного производства.**

Студентом реализуется процесс моделирования исследуемого объекта с применением CAD программ, а также подготовка к 3Д печати (CURE, POLIGON).

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1Нормативные 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.

ГОСТ 15830-84 Термины и определения

ГОСТ 22472- 87 Штампы для листовой штамповки

ГОСТ 21546-88 Штампы молотовые для объемной штамповки

ГОСТ 25084-89 Штампы универсальные со сменными сборными пакетами.

ГОСТ 50343-92 Штампы для листовой штамповки. Пуансоны

### 3.6. Основная литература

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

2. Петров А.Н., Петров П.А., Петров М. А. Штампы. Износ. Смазочные материалы: учебное пособие. - М.: Московский политех, 2017. – 123с

3. Петров А.Н., Перфилов В.И., Петров П.А., Петров М.А. Практическое применение винтовых прессов и гидравлических молотов в процессах горячей штамповки, МАМИ, Учебное пособие, 2014. – 121с.

4. Трёхмерное моделирование. Руководство пользователя. – М.: ЗАО «Топ Системы», 2011 – 874 с., электронное издание.

### 3.7. Дополнительная литература

1. Chee Kai Chua, Kah Fai Leong. 3D Printing and Additive Manufacturing. Principles and applications – World Scientific Publishing, 2015 – 518 с.
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», 2011

### 3.8. Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс создан в Московском университете (ЭОР_Быстрое прототипирование, изготовление пресс-форм и штампов) https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=245842

### 3.9. 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 задания для 3Д-печати и прототипирования.

### 3.10. 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.

**Лабораторные материалы:**

- Примеры объектов, полученных методами Аддитивного производства по различным технологиям;

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

## 6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Быстрое прототипирование, изготовление пресс-форм и штампов» 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 «Быстрое прототипирование, изготовление пресс-форм и штампов» в разделе «Быстрое прототипирование, изготовление пресс-форм и штампов» следует уделять внимание изучению основных понятий в области быстрого прототипирования, основного принципа и применения технологий

При изучении раздела «Процессы» необходимо познакомить учащихся с процессами которые заложены в основе технологий аддитивного производства

При изучении раздела «Технологии» основное внимание необходимо уделять существующим технологиям, оборудованию, материалам, которые используются при аддитивных производствах

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

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.

## 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

### 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.
- подготовка и выполнение практических работ, их защита.
- Зачет (3 семестр)
- Экзамен (4 семестр).

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 (ЛР) | 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. |

*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: зачет.**

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы.*

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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. |

**Форма промежуточной аттестации - экзамен (курсовой проект - дифференцируемый зачет).**

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы.*

Оценка «отлично» ставится учащимся, которые набрали 5 баллов. Оценка «хорошо» и «удовлетворительно» ставится учащимся, набравших 4 и 3 балла соответственно. Оценка «неудовлетворительно» ставится учащемуся, если он набрал два и менее балла.

| Оценка | Описание |
|---|---|
| **Отлично** | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков. Могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| **Хорошо** | Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. |
| **Удовлетворительно** | Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. |
| **Неудовлетворительно** | Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, допускаются значительные ошибки, студент испытывает |

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

**Контрольные вопросы для промежуточной аттестации**

4 Способы создания деталей (оснастки, инструмента) машиностроительного сегмента применяемых в аддитивных производствах

5 Материалы применяемые в технологиях аддитивного производства в сфере общего машиностроения.

6 Способы контроля свойств материалов применяемых в аддитивных производствах

7 Материалы применяемые в технологиях аддитивного производства для изготовления деталей оснастки (инструмента) для прототипирования или опытной партии.

8 Материалы применяемые в технологиях аддитивного производства для изготовления деталей оснастки (инструмента) для мелкосерийной или серийной партии.

9 Полимеры, композиционные материалы применяемые при изготовлении приспособлений (инструмента).

10 Быстрое прототипирование как перспективная технология по изготовлению оснастки заготовительного производства

11 Перспективные технологии быстрого прототипирования для изготовления формоизменяющих операций

12 Оборудование применяемое для быстрого прототипирования в изготовлении инструмента (прессовой оснастки).

13 Последовательность проектирования штампов (прессового инструмента) для формоизменяющих операций

14 Основные детали и их назначение применяемые в формоизменяющих операциях листовой штамповки

15 Основные детали и их назначение применяемые в формоизменяющих операциях объемной штамповки.

16 Контроль качества деталей технологической оснастки полученных быстрым прототипированием

17 Перспективные оборудование для быстрого прототипирования применяемые для изготовления технологического инструмента

18 Влияние технологии быстрого прототипирования на качество получаемых деталей технологического инструмента

19 Технология FDM аддитивного производства при изготовлении элементов штамповой оснастки.

20 Технология SLM аддитивного производства при изготовлении элементов штамповой оснастки.

21 Технология EBM аддитивного производства при изготовлении элементов штамповой оснастки.

22 Технология обратного инжиниринга при проектировании штамповой оснастки.

23 Методика проектирования и конструирования прессовой оснастки (инструмента).

24 Особенности изготовления пуансонов и матриц из пластмасс. Сборка штампов, доводка, отладка, испытание.

25 Способы получения заготовок из твердого сплава. Особенности обработки твердого сплава.

26 Стойкость штампов; факторы, влияющие на стойкость. Сравнительная стойкость штампов для различных заготовок и различного вида оборудования.

27 Требования, предъявляемые к штампам (ГОСТы).

28 Моделирование и конструирование инструмента (пресс-форм) с использованием компьютерных программ, под изготовление технологиями Аддитивного производства.

## Вариант экзаменационного билета

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

Факультет машиностроения, кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»
Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»
Курс 2, семестр 4

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Технология FDM аддитивного производства при изготовлении элементов штамповой оснастки.
2. Стойкость штампов; факторы, влияющие на стойкость. Сравнительная стойкость штампов для различных заготовок и различного вида оборудования.

Утверждено на заседании кафедры «ОМДиАТ» _____ 2024 г., протокол №___.

Заведующий кафедрой _____