Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 14:48:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ /Е. В. Сафонов /
_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы аддитивных технологий

Направление подготовки
15.03.01 «Машиностроение»

Профиль
«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очно-заочная

Москва 2021

Программа дисциплины **«Основы аддитивных технологий»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **15.03.01 «Машиностроение»** по профилю подготовки **«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах».**

Программу составил:

Старший преподаватель / Б.Ю. Сапрыкин/

Доцент, к.т.н. / Д.А. Гневашев/

Программа дисциплины **«Основы аддитивных технологий»** по направлению **15.03.01 «Машиностроение»** по профилю подготовки **«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»** утверждена на заседании кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

«31» 08 2021 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
доцент, к.т.н. /П.А. Петров/

Программа дисциплины **«Основы аддитивных технологий»** по направлению **15.03.01 «Машиностроение»** по профилю подготовки **«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»** согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки.

_____ /Д.А. Гневашев/

«____»_____2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / А.Н. Васильев /

«02» 09 2021 г. Протокол: № 09-21

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Основы аддитивных технологий» 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 «Основы аддитивных технологий» 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 «Основы аддитивных технологий» способствует расширению научного кругозора и дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых сформируется четкое представление о современных технологиях аддитивного производства.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Основы аддитивных технологий» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах» очно-заочной формы обучения.

Дисциплина «Основы аддитивных технологий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

– Проектная деятельность;
– Физика в производственных и технологических процессах
– Теоретическая механика
– Основы программирования и алгоритмизация в машиностроении
– Компьютерный практикум по инженерной графике
– Основы математического моделирования технологических процессов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	**знать:** - основы применения стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств; **уметь:** - применять стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств; **владеть:** - стандартными пакетами и средствами автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы (72 академических часа; из них – 36 часов аудиторных занятий, в том числе: 18 часов лекций, 18 часов лабораторных работ).

Дисциплина «Основы аддитивных технологий» изучается на втором курсе в третьем семестре.

Третий семестр: Аудиторных занятий – 2 часа в неделю (36 часов), лекций – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля - зачет.

Структура и содержание дисциплины «Основы аддитивных технологий» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов 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

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Основы аддитивных технологий» 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:

– чтение лекций и проведение семинарских занятий сопровождается показом мультимедийных материалов с помощью компьютерной и мультимедийной техники, иллюстрируется наглядными пособиями и примерами применения современных технологий аддитивного производства;

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Основы аддитивных технологий» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

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.
- Экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания. Контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены ниже.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-3	владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
ОПК-3 - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации				
знать: основы применения стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных принципов получения изделия с использованием технологий прототипирования и, в частности, аддитивных технологий	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов получения изделия с использованием технологий прототипирования и, в частности, аддитивных технологий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов получения изделия с использованием технологий прототипирования и, в частности, аддитивных технологий, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при описании основ работы различных Аддитивных технологий.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основных принципов получения изделия с использованием технологий прототипирования и, в частности, аддитивных технологий; свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: применять стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбрать технологию прототипирования и, в частности, аддитивную технологию, для получения изделия с применением инструментальных средств (пакетов прикладных программ)	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбрать технологию прототипирования и, в частности, аддитивную технологию, для получения изделия с применением инструментальных средств (пакетов прикладных программ). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выбрать технологию прототипирования и, в частности, аддитивную технологию, для получения изделия с применением инструментальных средств (пакетов прикладных программ). Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбрать технологию прототипирования и, в частности, аддитивную технологию, для получения изделия с применением инструментальных средств (пакетов прикладных программ). Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: стандартными пакетами и средствами автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет стандартными пакетами и средствами автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств	Обучающийся владеет методами оптимизации геометрии и подбора технологии аддитивного производства для выполнения задачи с применением стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств; допускаются значительные ошибки, проявляется	Обучающийся частично владеет методами оптимизации геометрии и подбора технологии аддитивного производства для выполнения задачи с применением стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств;	Обучающийся в полном объеме владеет методами оптимизации геометрии и подбора технологии аддитивного производства для выполнения задачи с применением стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования для моделирования

		недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	продукции и объектов машиностроительных производств; свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита курсового проекта) 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	Эссе (Эс)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теорстического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее

*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.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) 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 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

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

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/
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5

Операционная система, Windows 7 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215

Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042 Антивирусное ПО, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Лицензии № 17521611170601569601 64

Специализированные программы: T-Flex, Inventor, Autoform, Pam-Stamp, Abaqus.

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);
- Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus» (http://www/scopus.com);
- База данных «Knovel» (http://www.knovel.com)

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.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

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

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

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.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (Эссе)

Применение аддитивных технологий в прямом цифровом производстве (ОПК-3).

Использование и применение оборудования аддитивного производства в (ОПК-3).

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Основы аддитивных технологий» в разделе «**Основы аддитивного производства**» 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, Webex), онлайн тестирование, промежуточная аттестация с применением электронных средств.

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

1. Структура и содержание дисциплины
2. Фонд оценочных средств

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины **«Основы аддитивных технологий»**

по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение»**

профиль: «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах» (бакалавр)

п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат Эссэ	К/р	Э	З
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	3	1-2	2		2	8								
2.	**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.** Что такое	3	3-4	2		2	8								

	аддитивные производство. Что необходимо для аддитивные производства. Базовые процессы аддитивного производства. Почему используют термин аддитивное производство. Преимущество аддитивного производства.														
3.	**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.	3	5-6	2		2	8								
4.	**Основные понятия и классификация технологий быстрого прототипирования и аддитивного производства**. Назначение и область Три основных процесса. Процесс Фотополимеризации. Процесс Экструзии. Процессы использующие порошковые материалы.	3	7-8	2		2	8								
5.	**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.	3	9-10	2			8								

6.	**Стереолитография** Пример построения. Микростереолитографии. Процесс фотополимеризации через проекционную маску.	3	11-12	2		2	8								
7	**Процесс Экструзии**. Технологии прототипирования основанные на процессе экструзии Технология FDM и FFF. Контроль перемещение. Расчет траектории. Материалы.	3	13-14	2		2	8								
8	**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	3	15-16	2		2	8								
9	**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	17-18	2		2	8								
	Итого:		**18**	**18**		**18**	**72**							**Э**	

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 "МАШИНОСТРОЕНИЕ"

ОП (профиль): «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»

Форма обучения: **очно-заочная**

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская

Кафедра: «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы аддитивных технологий

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

перечень контрольных/экзаменационных вопросов

темы эссе

перечень лабораторных работ

Составители:

Старший преподаватель Сапрыкин Б. Ю.

Доцент, к.т.н. Гневашев Д.А.

Москва, 2021

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Введение в технологии прототипирования					
ФГОС ВО **15.03.01 Машиностроение**. Профиль «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-11	**Способность** выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств	**знать:** - основы применения стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств; **уметь:** - применять стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств; **владеть:** - стандартными пакетами и средствами автоматизированного проектирования для моделирования продукции и объектов машиностроительных производств.	лекция, лабораторные работы, эссе	Э, ЛР Эс	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний и готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы аддитивных технологий»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э -Экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов
2	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение
3	Эссе (Эс)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Вариант задания

Перечень контрольных вопросов

Вопросы к экзамену	Код компетенции
1. Классификация основных систем аддитивного производства	ОПК-3
2. Системы, направленные на использование порошковых типов расходных материалов	ОПК-3
3. Системы, направленные на использование жидких типов расходных материалов	ОПК-3
4. Системы, направленные на твердого типа расходных материалов	ОПК-3
5. Оборудование для масочная стереолитография	ОПК-3
6. Устройство проекционной системы (Технология DLP)	ОПК-3
7. Стереолитографы. Основные элементы оборудования, принцип их взаимодействия	ОПК-3
8. Материалы, применяемые для «жидкостных» систем	ОПК-3
9. Системы, использующие впрыск материала. Особенности	ОПК-3
10. Биопринтеры	ОПК-3
11. Оборудование для экструзионных систем	ОПК-3
12. Персональные 3Д принтеры. Материалы	ОПК-3
13. Системы спекания порошков	ОПК-3
14. Системы склеивания порошков	ОПК-3
15. Системы наплавки	ОПК-3
16. Оборудование для постобработки	ОПК-3
17. Выбор типа оборудования	ОПК-3
18. Правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности.	ОПК-3
19. В чем отличия, а в чем схожесть систем наплавки и экструзионных систем	ОПК-3
20. Почему системы для наплавки подходят для ремонта	ОПК-3
21. Используя параметры установки SLS на основе формулы определение энергии сделать вывод как изменить параметры, чтобы увеличить скорость построения объекта	ОПК-3
22. Устройство печатающей головки. Контроль перемещения	ОПК-3
23. Аддитивного производства. Где они востребованы, как правильно применять технологии быстрого прототипирования	ОПК-3
24. Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ Технологии прототипирования основанные на фотополимеризации.	ОПК-3
25. Постобработка. Удаление поддерживающего материала. Склеивание листовых материалов, суть процесса, особенности, материалы	ОПК-3
26. Различия технологий аддитивного производства.	ОПК-3
27. Моделирование процесса фото-полимеризации.	ОПК-3
28. Материалы, оборудование. Параметры технологического процесса и моделирование плавление порошков.	ОПК-3
29. Материалы, работа с порошками.	ОПК-3

30. Струйная печать.	**ОПК-3**
31. Материалы для распыления методом струйной печати. Материалы применяемые в технологиях быстрого прототипирования	**ОПК-3**
32. Экструзионные системы.	**ОПК-3**
33. Ограничения FDM. Материалы, оборудование.	**ОПК-3**
34. Преимущества бюджетных систем АП.	**ОПК-3**
35. Программное обеспечения в аддитивном производстве. Три основных процесса	**ОПК-3**
36. Инструменты САПР для аддитивного производства	**ОПК-3**

Перечень тем Эссе

1. Применение аддитивных технологий в прямом цифровом производстве (ОПК-3).

2. Использование и применение оборудования аддитивного производства в машиностроении и иных сферах (ОПК-3).

Перечень лабораторных работ

№ п.п.	Перечень лабораторных работ	Количество часов	Используемое оборудование
1	Настройка процесса печати на персональном принтере Лабораторная работа №1	5	-3Д принтер Fabbster/Picaso -Ноутбук Lenovo -ПК
2	Печать на персональном принтере Лабораторная работа №2	4	-3Д принтер Fabbster/Picaso -Ноутбук Lenovo -ПК
3	Создание модели и Печать Трехмерной модели детали «Крышка» на персональном принтере Лабораторная работа №3	5	3Д принтер Fabbster/Picaso -Ноутбук Lenovo -netfabb -ПК
4	Подготовка полигональной модели к 3Д печати Лабораторная работа №4	4	Ноутбук Lenovo -netfabb

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»
Дисциплина «Основы аддитивных технологий»
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Образовательная программа (профиль) «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»
Курс 2, семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

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 «ОМДиАТ» _____ 2021 г., протокол №___.

Заведующий кафедрой _____ /П.А. Петров/