Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.11.2024 11:58:48
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«15» февраля 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы аддитивных технологий»

Направление подготовки
15.03.01 «Машиностроение»
Профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2024 г.

Разработчик:



доцент, к.т.н. /Моргунов Ю.А./

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Технологии
и оборудование машиностроения»,



к.т.н., доцент /А.В. Александров/

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «**Основы аддитивных технологий**» следует отнести:

– формирование знаний о перспективных методах получения изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки, а также практических навыков выбора оптимального метода получения заготовок с позиции сокращения сроков подготовки их производства;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений по рациональному использованию как традиционных, так и новых наукоемких технологий получения изделий в различных производственных условиях.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Основы аддитивных технологий**» следует отнести:

– освоение методики рационального выбора способа получения изделий в условиях многономенклатурного производства;

– освоение технологии быстрого создания твердотельных прототипов (RP-технологии) и основные направления их использования;

– освоение основных принципов аддитивного производства изделий из различных материалов;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору оборудования для реализации выбранных технологий получения изделий.

Дисциплина «Основы аддитивных технологий» дает основу, на базе которой у студентов формируется четкое представление о современных технологиях аддитивного производства.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Основы аддитивных технологий**» относится к числу учебных дисциплин обязательной части цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

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

В базовой части цикла (Б1):

- «Материаловедение»;
- «Инженерная графическая информация»;
- «Теоретическая механика»;
- «Компьютерный практикум по инженерной графике».

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

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

Код компе-тенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-7	Способен применять	**знать:**

	современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	• различные методы изготовления изделий в аддитивном производстве; • основные типы оборудования при производстве порошковых материалов для аддитивных технологий. **уметь:** • выбирать технологическое оборудование и для реализации аддитивных технологий **владеть:** • навыками выбора оптимального метода получения изделий для конкретных производственных условий

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часов (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на втором курсе в 3 семестре: лекции - 1 часа в неделю (18 час.), лабораторные работы - 1час. в неделю (18час). Форма промежуточной аттестации – **зачет.**

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

4.1 Основные понятия и определения курса

Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Состояние и перспективы развития АТ. Статистический анализ развития аддитивных технологий. Основные проблемы развития АТ. Прогнозы и перспективы

4.2. Терминология и классификация методов

Основные термины в технической литературе. Стандартизация терминов и определений. Материалы, применяемые в аддитивном технологическом процессе. Типы аддитивных технологических процессов. Критерии оценки при выборе аддитивной технологии.

4.3. Процессы формообразования и их классификация

Развитие процессов формообразования. Классификация методов формообразования. Задачи формообразования. Классификация методов аддитивного формообразования. Структура технологического процесса послойного синтеза. Преимущества и проблемы послойного синтеза.

4.4. Методы аддитивного производства

Методы фотополимеризации. Оборудование и основные системы. Нанесение фотополимеризующейся композиции. Погрешности, возникающие в процессе фотополимеризации. Стратегия Quick Cast и ее особенности Преимущества и недостатки лазерной стереолитографии.

Методы листового ламинирования. LOM-технология. Способы листового ламинирования «форма-закрепление». CAM-LEM-технология.Ультразвуковая консолидация и ее достоинства.

Методы послойной экструзии. Моделирование нанесением расплава. Преимущества и недостатки *FDM*-процесса. Поддерживающие структуры. Оборудование для *FDM*-процесса. Альтернативные *FDM* методы послойной экструзии

EOS-технология для получения RP-моделей. Физическая сущность процесса. Материалы, применяемые для изготовления моделей, а также готовых изделий. Достоинства и недостатки метода.

4.5 Примеры использования моделей прототипов

Метод электродугового напыления.Технология вакуумного литья в силиконовые формы. Литье по выжигаемым моделям. Литье по выплавляемым моделям. Технология центробежного литья в резиновые формы. Гальванопластика SEF. Технология быстрого изготовления литых штампов. Технология изготовления пресс-форм из металлополимерной композиции.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «**Основы аддитивных технологий**» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных и аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных авыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ.

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.

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 к выполнению лабораторных работ и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита лабораторных работ.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля, образцы экзаменационных билетов приведены в приложении.

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-7	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

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).

6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в проходит в комбинированной форме: итоговое тестирование-зачет. Промежуточная аттестация 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 с учетом результата итогового тестирования. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «**Основы аддитивных технологий**» (самостоятельное тестирование по разделам дисциплины с положительным результатом (более 80%), выполнение и успешная защита лабораторных работ, выполнение заданий на самостоятельную работу и пр.).*

Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку незачтено и до зачета не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общего уровня знаний студента.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест*. 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.
Незачтено	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины*. *Не сдан итоговый тест.* 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.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) 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

б) основная литература:

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

в) дополнительная литература:

1. Петров П.А., Сапрыкин Б.Ю. Технологии быстрого прототипирования. Уч. пособие для студентов направления подготовки 15.03.01 "Машиностроение". - М, 2011. - 82с.: ил.

2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / Л17 [А. Г. Григорьянц и др.]; под ред. А. Г. Григорьянца. — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 278, [2| с. : ил.

3. Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А.Моргунов, Д.В.Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил. – (Высшее образование)

г) методические указания для проведения лабораторных и практических работ:

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Основы компьютерного моделирования и быстрого прототипирования". Лаб. работа №1 "Создание 3D-модели". - М., 2009.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Основы компьютерного моделирования и быстрого прототипирования". Лаб. работа №2 "Создание 3D-модели инструмента (верхняя и нижняя плиты)". - М., 2009.

д) электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) «Основы аддитивных технологий» https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6873

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» (АВ1502, АВ1508), оснащенные интерактивными панелями для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Для проведения лабораторного практикума по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ2109) имеется следующее оборудование: копировально-прошивочные и проволочно-вырезные электроэрозионные станки, установка для ультразвуковой обработки, электрохимическая ячейка, лазерные установки, металлорежущие станки для изготовления лабораторных образцов, инструмента и оснастки. Кроме этого для проведения практических занятий используются производственные мощности Технопарка Университета и лаборатории Центра проектной деятельности, в которых имеется оборудования для быстрого прототипирования моделей (учебный стенд, имитирующий работу 3D принтера SLA-250), а также лаборатории кафедры «ОМДиАТ».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов разработки современных направлений быстрой подготовки производства изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки.

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 зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- 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;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

1. Материалы, используемые в аддитивных технологиях.
2. Состав конструкторско-технологической документации, используемый для описания ТП в аддитивном производстве.
3. Требования безопасности, предъявляемые к организации аддитивного производства.
4. Требования безопасности, предъявляемые к размещению оборудования.
5. Влияние типа производства на организацию работы аддитивного производства.

6. Варианты описания технологического процесса получения изделий.

7. Влияние типа производства на выбор технологического оборудования.

8. Назначение систем CAD, CAM, CAE.

9. Обзор программных продуктов, позволяющих решать проблему проектирования твердотельных моделей.

10. Традиционная технология подготовки производства к выпуску нового изделия.

11. Классификация 3-D принтеров, используемых в технологиях быстрого прототипирования.

12. Требования по размещению и эксплуатации установок для стереолитографии.

13. Характеристики материалов, используемых в технологиях быстрого прототипирования.

14. Характеристики материалов, используемых для изготовления легкоплавких моделей.

15. Основные преимущества и недостатки аддитивных технологий.

16. Схема установки для селективного лазерного сплавления.

17. Схема установки для прямого осаждения.

18. Конструкция лазерной головки для селективного лазерного сплавления.

19. Установки для производства порошков для АМ-машин и их характеристики.

20. Технико-экономические аспекты использования аддитивных технологий.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «**Основы аддитивных технологий**» следует уделять изучению основных методов быстрого прототипирования, определению рациональной области их применения. Внимание следует уделять вопросам выбора оптимального метода получения изделий в зависимости от конкретных условий и требований по точности и качеству. Уделить внимание оформлению технологической документации, выбору оборудования и средств технологического оснащения, методикам выбора оборудования и его рациональному размещению.

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 и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- разработанные презентации по различным разделам курса;
- видеоматериалы для закрепления полученной на лекциях информации;
- методические указания для выполнения лабораторных и практических работ.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины **«Основы аддитивных технологий»**
по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение»,** *профиль* - «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»
(очная, набор 2024)

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттеста-ции	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
1.	**Вводная лекция. Основные понятия и определения курса**	3	1-2	2		№1-2час	4								
2.	**Терминология и классификация методов**	3	3-4	2		№1-2час	4								
3	**Процессы формообразования и их классификация**	3	5-6	2		№1-2час	4								
4.	**Методы аддитивного производства.** Методы фотополимеризации.	3	7-8	2		№1-2час	4								
5	**Методы аддитивного производства.** Методы листового ламинирования.	3	9-10	2		№1-2час	4								
6	**Методы аддитивного производства.** Методы послойной экструзии.	3	11-12	2		№2-2час	4								
7	**Примеры использования моделей прототипов.** Технология вакуумного литья в силиконовые формы. Литье по выжигаемым моделям.	3	13-14	2		№2-2час	4								
8	**Примеры использования моделей прототипов.** Технология быстрого изготовления литых штампов и прессформ	3	15-16	2		№2-2час	4								
9	**Обзорная лекция**	3	17-18	2		№2-2час	4								
	Форма аттестации		19-20											**З**	
	Всего часов по дисциплине			**18**		**18**	**36**							**+**	

Зав. кафедрой "Технологии и оборудование машиностроения", к.т.н., доц. _____ /А.В Александров/

Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Основы аддитивных технологий»

(очная, набор 2024)

по направлению подготовки бакалавров **15.03.01 Машиностроение**.
Профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

1. Цели и задачи дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «**Основы аддитивных технологий**» следует отнести:

– формирование знаний о перспективных методах получения изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки, а также практических навыков выбора оптимального метода получения заготовок с позиции сокращения сроков подготовки их производства;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений по рациональному использованию как традиционных, так и новых наукоемких технологий получения изделий в различных производственных условиях.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Основы аддитивных технологий**» следует отнести:

– освоение методики рационального выбора способа получения изделий в условиях многономенклатурного производства;

– освоение технологии быстрого создания твердотельных прототипов (RP-технологии) и основные направления их использования;

– освоение основных принципов аддитивного производства изделий из различных материалов;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору оборудования для реализации выбранных технологий получения изделий.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Основы аддитивных технологий**» относится к числу учебных дисциплин обязательной части цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

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

В базовой части цикла (Б1):

- «Материаловедение»;
- «Инженерная графическая информация»;
- «Теоретическая механика»;
- «Компьютерный практикум по инженерной графике».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Знать:

- различные методы изготовления изделий в аддитивном производстве;
- основные типы оборудования при производства порошковых материалов для аддитивных технологий.

Уметь:

- выбирать технологическое оборудование и для реализации аддитивных технологий

Владеть:

- навыками выбора оптимального метода получения изделий для конкретных производственных условий.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	3 семестр
Общая трудоемкость	72 (2 з.е.)	72
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе		
Лекции	18	18
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа	36	36
Курсовая работа	нет	нет
Курсовой проект	нет	нет
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

Составитель программы:
К.т.н., доцент кафедры «Технологии
и оборудование машиностроения» Ю.А. Моргунов

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОП (профиль): «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

Форма обучения: **очная,** набор 2024

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

производственно-технологическая

Кафедра: Технологии и оборудование машиностроения"

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы аддитивных технологий»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составители:

Моргунов Ю.А.

Москва, 2024год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Основы аддитивных технологий»					
ФГОС ВО **15.03.01 «Машиностроение»,** профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-7	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	**Знать:** • различные методы изготовления изделий в аддитивном производстве; • основные типы оборудования при производства порошковых материалов для аддитивных технологий. **Уметь:** • выбирать технологическое оборудование и для реализации аддитивных технологий **Владеть:** • навыками выбора оптимального метода получения изделий для конкретных производственных условий.	лекция, самостоятельная работа, тестирование по разделам, лабораторные работы	УО, Т	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля. **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в ходе текущего контроля, способность выбрать оптимальное современное оборудование для изготовления изделий, обосновать его применение.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Примечание. Для получения зачета достаточно освоить базовый уровень знания компетенции.

Приложение 3
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы аддитивных технологий»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тесты по разделам дисциплины (Т), Итоговый тест	По каждому разделу дисциплины предусмотрены тесты, которые студенты должны пройти самостоятельно на компьютере. К каждому вопросу теста даны три- четыре варианта ответа. Правильным является только один. Тестирование ограничено по времени. Для каждого теста предусмотрено три попытки. Засчитывается максимальный результат. Положительный результат – 80%. Итоговое компьютерное тестирование проводится во время промежуточной аттестации: 30 вопросов, на которые отводится 30 минут, дается только одна попытка. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку «незачет» и до зачета не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общей оценки.	Тесты по темам/разделам дисциплины. Итоговый тест

Вариант экзаменационного билета

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

Факультет Машиностроения, кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»
Дисциплина **«Основы аддитивных технологий»**
Образовательная программа **15.03.01 Машиностроение**
Курс 2, семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Технологии быстрого создания прототипов (RP-технологии).
2. Основные области применения аддитивных технологий.

Утверждено на заседании кафедры «___» _____ 20__ г., протокол ___.

Зав. кафедрой _____ /_____/

Вопросы для подготовки к зачету

1. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
2. Факторы, сдерживающие развитие АП в машиностроении.
3. Факторы организационно-технического характера, лимитирующие развитие и внедрение АП.
4. Существующие типы аддитивных технологических процессов в соответствии с ГОСТ Р 57588-2017.
5. Основные виды материалов, применяемых в аддитивном технологическом процессе.
6. Дайте определение следующим терминам: «Аддитивное производство», «Лазерное спекание/сплавление», «Подложка», «Отверждение», «3D-сканирование».
7. Схемы двух альтернативных принципов для фотополимеризации в ванне.
8. Метод струйного нанесения материала и метод струйного нанесения связующего.
9. Метод синтеза на подложке по ГОСТ Р 57588-2017.
10. Метод экструзии материала по ГОСТ Р 57588-2017.
11. Метод прямого подвода энергии и материала по ГОСТ Р 57588-2017.
12. Метод листовой ламинации по ГОСТ Р 57588-2017.
13. Критерии оценки при выборе аддитивной технологии.
14. Классификация методов формообразования. В чем заключается сущность каждого из методов.
15. Классификация методов обработки, используемых в промышленности. Описание класса. Название. Примеры технологий.
16. Задачи формообразования. Минимальные ограничения к сложности формы. Основные показатели сложности формы.
17. Задачи формообразования. Раскрыть сущность трех способов задания поверхности геометрического прототипа.
18. Задачи формообразования. Производительность формообразования при различных методах формообразования. От чего зависит производительность формообразования.
19. Характеристика восьми признаков, по которым осуществляется классификация методов аддитивного формообразования.

20. Структура технологического процесса послойного синтеза.
21. Характеристика этапа подготовки процесса послойного синтеза. Какие задачи он решает?
22. Характеристика этапа формирования изделия. Основные способы формирования изделий. Привести примеры.
23. Характеристика этапа пост-обработки изделия. Привести конкретные примеры обработки и их назначение.
24. Преимущества послойного синтеза перед другими методами формообразования. Привести примеры.
25. Проблемы послойного синтеза. Меры по повышению производительности и энергоемкости технологий послойного синтеза.
26. Основные методы фотополимеризации. Метод лазерной стереолитографии. Сущность метода, особенности фотополимеризующихся композиций.
27. Основные методы фотополимеризации. Метод отверждения проецированием. Сущность метода, особенности процесса пост-обработки.
28. Основные методы фотополимеризации. Метод печати с фотохимическим отверждением. Сущность метода и его основные преимущества.
29. Фотополимеризующиеся композиции (ФПК) и их взаимодействие с лазерным излучением. Четыре стадии процесса фотополимеризации. Основные группы характеристик ФПК.
30.Основные характеристики фотополимеризующейся композиции (ФПК) и параметры, определяющие эффективность взаимодействия ФПК с лазерным излучением.
31. Расчет массы трека, получаемого при взаимодействии лазерного луча и фотополимера, производительности процесса и удельной массы трека.
32. Механизм формирования погрешностей при фотополимеризации. Приемы, используемые для снижения коробления изделия в процессе фотополимеризации.
33. Стратегия формирования траекторий движения пятна излучения для способов векторно-сканирующего отверждения. Рассмотреть схему формирования слоев.
34. Стратегия Quick Cast и ее особенности при изготовлении изделий методом стереолитографии.
35. Типы лазеров, применяемых в стереолитографических установках и их основные характеристики. Преимущества твердотельных лазеров с диодной накачкой.
36. Особенности процесса нанесения фотополимеризующейся композиции (ФПК). Основные виды ошибок нанесения слоя ФПК и способы их минимизации.
37. Системы сканирования лазерного излучения относительно поверхности выращиваемой детали в процессе стереолитографии и их основные параметры. Достоинства и недостатки этих систем.
38. Принцип работы систем регулирования уровня фотополимеризующейся композиции в баке выращивания.
39. Преимущества и недостатки метода лазерной стереолитографии.
40. Основные направления применения метода лазерной стереолитографии.
41.Классификация методов листового ламинирования. Особенности протекания процесса изготовления изделий при этих методах.
42. Сущность LOM-технологии. Ее преимущества, недостатки и область применения.
43. Характеристики материалов, применяемых в LOM-технологии. Привести примеры изделий, полученных LOM-технологией и области их применения.
44. Схема и сущность технологии бумажного ламинирования.
45. Способы листового ламинирования «форма-закрепление». Достоинства и недостатки технологии «Stratoconception®».
46. Сущность *CAM-LEM*-технологии. Основные достоинства метода и область применения.
47. Принцип процесса ультразвуковой консолидации (УЗК) и его особенности. Материалы, используемые в этой технологии.
48. Особенности ультразвуковой сварки. Область применения. Достоинства и недостатки.
49. Достоинства и недостатки ультразвуковой консолидации (УЗК). Основные параметры режима. Варианты перекрытия материала и их анализ.

50. Моделирование нанесением расплава. Принцип работы установки. Материалы, применяемые в этой технологии. Области применения. Точность и качество поверхности.
51. Преимущества и недостатки *FDM*-процесса.
52. Особенности применения поддерживающих структур при *FDM*-процессе.
53. Альтернативные *FDM* методы послойной экструзии. Привести примеры технологий.
54. Технология изготовления форм методом электродугового напыления. Особенности, достоинства, области применения.
55. Вакуумное литье в силиконовые формы. Назначение процесса, материалы, области применения изготовленных изделий.
56. Основные этапы технологии литья в силиконовые формы. Стойкость силиконовых форм, используемые материалы изделий.
57. Использование традиционных технологий литья по выжигаемым и выплавляемым моделям совместно с технологиями быстрого прототипирования.
58. Центробежное литье в резиновые формы. Назначение процесса, материалы, области применения изготовленных изделий. Типы формовочной резины, их характеристики и назначение.
59. Основные этапы технологии центробежного литья в резиновые формы. Сопоставление с основными традиционными технологиями литья по основным показателям.
60. Гальванопластика SEF. Назначение процесса и его достоинства. Два основных направления использования выращенной оболочки.
61. Технология выращивания изделия методом гальванопластики SEF. Стойкость прессформ с формообразующими вставками, мероприятия по увеличению их стойкости.
62. Основные этапы технологии быстрого изготовления литых штампов. Достоинства материала литых штампов.

Примеры тестовых заданий

1. Какова оптимальная толщина металлической оболочки, полученной методом электродугового напыления на поверхность *RP*-модели?
1. 1,0…3,0мм
2. 10…30мкм
3. 10…30мм

2. Стойкость силиконовых форм составляет:
1. неограниченное количество отливок из полиуретана
2. 150…200 отливок из полиуретана
3. около 100 отливок из полиуретана
4. 20…30 отливок из полиуретана

3. Укажите метод, который не относится к методам фотополимеризации:
1. синтез на подложке
2. отверждения проецированием
3. векторно-сканирующее отверждение
4. печать с фотохимическим отверждением

4. На какие две группы делятся методы листового ламинирования с позиции порядка реализации основных операций процесса?
1. «ламинирование-вырезка»; «вырезка-ламинирование»
2. «соединение-раскрой»; «раскрой-соединение»
3. «закрепление-форма»; «форма-закрепление»