Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 18:12:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5472404f18d232be5

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
Сафонов Е.В.
2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Введение в технологии прототипирования»

Направление подготовки
27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Профиль: **«Цифровая метрология»**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

Программа дисциплины «Введение в технологии прототипирования» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология»** и профилю **«Цифровая метрология».**

Программу составил:
к.т.н. /Д.С. Ершов/

Программа дисциплины «Введение в технологии прототипирования» по направлению **27.03.01 «Стандартизация и метрология»** утверждена на заседании кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация»
«31» август 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
доцент, к.э.н. /Т.А. Левина/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология»** и профилю **«Цифровая метрология»**
к.т.н. /Д.С. Ершов/
«31» август 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии / А.Н. Васильев/

«15» 09 2022 г. Протокол: № 14-22

1. Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Введение в технологии прототипирования» 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.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «**Введение в технологии прототипирования»** входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология».**

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

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		ограничений, возможностей использования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы**,** т.е. 108 академических часов (из них 72 часов самостоятельная работа студентов).

Содержание дисциплины:

Основы аддитивного производства.

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

Восемь шагов в Аддитивных производства. 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.

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.

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.

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 и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного тестирования;
- подготовка, представление и обсуждение рефератов на практических занятиях.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде **зачета** на четвертом семестре с учетом результатов **текущего контроля** успеваемости.

По итогам промежуточной аттестации в четвертом семестре выставляется оценка «зачтено», «не зачтено».

Для поведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделал (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков требуемым показателям, 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 учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков требуемым показателям, 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.

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
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

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

6.2.2. 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).

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений				
Показатели	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
.Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний.	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.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниями.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Суслов, А.Г. Наукоемкие технологии в машиностроении. [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный, Ю.С. Авраамов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 528 с.

б) дополнительная литература

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

2. В.Н. Анциферова. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов - М. Машиностроение 2007 - 567с

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы.

8. Материально–техническое обеспечение дисциплины

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, 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 и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

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

- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;

- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;

- научно-исследовательская работа студентов;

- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины следует уделять изучению основных понятий в области метрологии, связанных с объектами и средствами измерений, метрологическими свойствами и характеристиками средств измерений; основам обеспечения единства измерений.

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 практических и лабораторных работ.

11. Приложения к рабочей программе:

Приложение А – Структура и содержание дисциплины;

Приложение Б – Фонд оценочных средств;

Приложение В – Перечень оценочных средств.

Приложение А

Структура и содержание дисциплины «Введение в технологии прототипирования»
по направлению подготовки **27.03.01 «Стандартизация и метрология»**

Раздел	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах**				
	Л	**П/С**	**Лаб**	**СРС**	**КСР**
Основы аддитивного производства. Основные шаги при применении аддитивных технологий, в том числе технологий быстрого прототипирования. Восемь шагов в Аддетивных производства. 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	2	2		8	
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 аддитивные производство. Что необходимо для аддитивные производства. Базовые процессы аддитивного производства. Почему используют термин аддитивное производство. Преимущество аддитивного производства.	2	2		8	

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.	2	2		8	
Основные понятия и классификация технологий быстрого прототипирования и аддитивного производства. Назначение и область Три основных процесса. Процесс Фотополимеризации. Процесс Экструзии. Процессы использующие порошковые материалы.	2	2		8	
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.	2	2		8	
Стереолитография пример построения. Микростериолитографии.. Процесс фотополимерезации через проекционную маску.	2	2		8	
Процесс Экструзии. Технологии прототипирования основанные на процессе экструзии Технология FDM и FFF. Контроль перемещение. Расчет траектории. Материалы.	2	2		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	2	2		8	
Информация о подготовки модели (stl, расположение и т.д.)STL файл – формат файла для хранения данных о трехмерной модели Программное обеспечение для подготовки STL файла для 3Д печати.	2	2		8	

Ошибки и исправление трехмерной модели. Поддерживающие структуры					
Всего	18	18		72	

к.т.н. Д. Ершов

Приложение Б

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 27.03.01 Стандартизация и метрология
ОП (профиль): «Цифровая метрология»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
в соответствии с ОП

Кафедра: Стандартизация, метрология и сертификация

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Введение в технологии прототипирования

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств

Составитель:

к.т.н. Ершов Д.С.

Москва, 2022 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

Цифровая метрология					
ФГОС ВО 27.03.01					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования	лекции, самостоятельная работа, практические работы	З, Э, ПрР	**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 в процессе выполнения практических работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном,

					нормативном и методическом обеспечении

**- Сокращения форм оценочных средств см. в Приложении В к рабочей программе.

Перечень вопросов на зачет

1. Классификация основных систем Аддитивного производства
2. Системы направленные на использование порошковых типов расходных материалов
3. Системы направленные на использование жидких типов расходных материалов
4. Системы направленные на твердого типа расходных материалов
5. Оборудование для масочная стериолитография
6. Устройство проекционной системы (Технология DLP)
7. Стериолитографы. Основные элементы оборудования, принцип их взаимодействия
8. Материалы применяемые для «жидкосных» систем
9. Системы использующие впрыск материала. Особенности
10. Биопринтеры
11. Оборудование для экструзионных систем
12. Персональные 3Д принтеры. Материалы
13. Системы спекания порошков
14. Системы склеивания порошков
15. Системы наплавки
16. Оборудование для постобработки
17. Выбор типа оборудования
18. Правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности.
19. В чем отличия, а в чем схожесть систем наплавки и экструзионных систем
20. Почему системы для наплавки подходят для ремонта
21. Используя параметры установки SLS на основе формулы определение энергии сделать вывод как изменить параметры чтобы увеличить скорость построения объекта
22. Устройство печатающей головки. Контроль перемещения
23. Аддитивное производство. Где востребовано, как правильно применять технологии быстрого прототипирования
24. Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ Технологии прототипирования, основанные на фотополимеризации.
25. Постобработка. Удаление поддерживающего материала. Склеивание листовых материалов, суть процесса, особенности, материалы
26. Различия технологий аддитивного производства.
27. Моделирование процесса фото-полимеризации.
28. Материалы, оборудование. Параметры технологического процесса и моделирование плавление порошков.
29. Материалы, работа с порошками.
30. Струйная печать.
31. Материалы для распыления методом струйной печати. Материалы применяемые в технологиях быстрого прототипрования
32. Экструзионные системы.
33. Ограничения FDM. Материалы, оборудование.
34. Преимущества бюджетных систем АП.
35. Программное обеспечение, применяемое в аддитивном производстве Три основных процесса
36. Инструменты САПР для аддитивного производства

Приложение В

Перечень оценочных средств по дисциплине

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства
1	Устный опрос (Э – экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень зачетных вопросов
2	Устный опрос (З -зачет)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Комплект зачетных вопросов
3	Практические работы (ПрР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Перечень практических работ
4	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
5	Презентация (ПР)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе	Темы презентаций
6	Реферат (Р)	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	Темы рефератов