Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 14:06:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический институт

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Нагорнова И.В./
«_27_» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии и оборудование аддитивного производства

Направление подготовки/специальность

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль/специализация

Реверс-инжиниринг процессов и оборудования

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2025 г.

Разработчик(и):

Заведующий кафедрой «Полиграфические системы»,
к.т.н., доцент  /М.В. Суслов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Полиграфические системы»,
к.т.н., доцент  /М.В. Суслов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3. Содержание дисциплины 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 7
   - 4.2. Основная литература 7
   - 4.3. Дополнительная литература 7
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 7
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 7
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 7
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 8
7. Фонд оценочных средств 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 10
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 10
   - 7.3. Оценочные средства 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Технологии и оборудование аддитивного производства» является освоение профессиональных знаний по технологиям аддитивного производства и их применению в полиграфии; формирование представления о порядке подготовки изделий к воспроизведению с использованием аддитивных технологий; изучение программных средств, используемых для подготовки моделей изделий.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными аддитивными технологиями;
- ознакомление с материалами, используемыми в аддитивном производстве;
- ознакомление с программными средствами, используемыми для получения изделий с использованием аддитивных технологий;
- ознакомление с технологиями пост-обработки изделий;
- получение навыков оценки качества изделий, изготовленных по аддитивным технологиям;
- получение навыков выбора материалов и оборудования для создания изделий по аддитивным технологиям.

Обучение по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен разрабатывать, корректировать и реализовывать технологические процессы производства сложных изделий с применением аддитивных технологий, учитывать особенности материалов и оборудования, обеспечивать контроль качества и соответствие продукции требованиям эксплуатации	ИПК -1.1 Выполняет анализ требований к изделию и разрабатывает технологический процесс его производства с применением аддитивных технологий ИПК -1.2 Подбирает материалы в соответствии с требованиями к изделию, анализирует влияние физических и механических свойств материала на параметры печати и конечные характеристики изделий, определяет технологические режимы обработки для минимизации дефектов ИПК-1.3 Применяет программное обеспечение для подготовки 3D-моделей и настройки печати ИПК-1.4 Применяет методы контроля качества, анализирует дефекты, разрабатывает корректирующие мероприятия, использует методы постообработки для улучшения характеристик изделий ИПК-1.5 Анализирует возможности внедрения аддитивных технологий в производственных цепочках

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии и оборудование аддитивного производства» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных при изучении следующих дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров: «Разработка конструкторской и технической документации», «Метрология и стандартизация», «Инжиниринг технических систем отрасли», «Инжиниринг технических систем отрасли», «Основы инженерного дела», «Введение в реверс-инжиниринг процессов и оборудования», «Технологические процессы полиграфического производства».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			4
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	54	54
2.2	Подготовка к контрольной работе, тестированию	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет	-	6
	Итого	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Введение.	16	2	2		-	12
2	Тема 1. Технологии 3D печати с использованием фотополимеров	32	6	6		-	20
3	Тема 2. Технологии 3D печати с использованием пластмасс	32	6	6		-	20
4	Тема 3. Технологии 3D печати с использованием металлов	28	4	4		-	20
	Всего	**108**	**18**	**18**		-	**72**
	Зачет		**-**	**-**		-	
	Итого	**108**	**18**	**18**		**-**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	**Введение.**	Назначение аддитивных технологий. Общая терминология аддитивных технологий. Стандарты ГОСТ Р 57558-2017, ГОСТ Р 57589-2017. Обзор основных аддитивных технологий. Применение аддитивных технологий в полиграфическом производстве и машиностроении.
2.	**Тема 1.** Технологии 3D печати с использованием фотополимеров	Основные свойства фотополимеров. Технология формирования слоёв. Изменение характеристик в результате полимеризации. Пост-обработка изделий. Оборудование для трёхмерной печати с использованием фотополимеров. Технологические особенности построения оборудования для реализации фотополимерной печати. Особенности прочностных характеристик изделий, получаемых с применением фотополимеров. Особенности проектирования изделий под фотополимерную печать в системах САПР.
3.	**Тема 2.** Технологии 3D печати с использованием пластмасс	Виды и свойства пластмасс для трёхмерной печати. Ключевые параметры полимеров для экструзии. Принципы разработки полимеров для печати. Типы наполнителей для полимерной нити. Изменение характеристик материала и готовых объектов в зависимости от типа полимера. Принцип работы оборудования для 3D печати с использованием пластмасс. Обеспечение точности работы оборудования. Технологии формирования слоёв. Пост-обработка изделий. Особенности проектирования изделий для изготовления по технологиями экструзии полимера. Оценка качества изделий.
4.	**Тема 3.** Технологии 3D печати с использованием металлов	Технологии изготовления с использованием порошковых материалов. Принцип трёхмерной печати с использованием металлических материалов. Принципы построения оборудования работы с металлическими порошками. Оценка качества изделий.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-ёмкость (час.)
1.	1	Применение аддитивных технологии в полиграфии	2
2.	2	Проектирование изделий для изготовления с применением фотополимерной печати	6
3.	3	Проектирование изделий для изготовления с применением технологии FDM	6
4.	4	Особенности оборудования для технологии SLS	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-ёмкость (час.)
5.	4	Оборудование для работы по технологии SLM	2

3.4.2. Лабораторные занятия
Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)
Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 57558-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1
2. , ГОСТ Р 57589-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 2

4.2 Основная литература

1. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. / Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б., —М.: Техносфера, 2016. — 656 стр. ISBN 978-5-94836-447-6
2. Грибовский А.А. Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении. Учебное пособие / А.А. Грибовский, А.И. Щеколдин — СПб: Университет ИТМО, 2018 — 48 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. - М.:Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом, 2016. - 176 с.
2. Прототипирование. Практическое руководство. Тодд Заки Варфел. Изд.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 240с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. В качестве базового используется электронный курс «Аддитивные технологии полиграфии (15.03.02» https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10720

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программные продукты Microsoft Office.
2. Программный комплекс АРМ WinMAchine

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru.
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. ЭБС Юрайт» https://urait.ru
6. ЭБС Лань https://e.lanbook.com

5. Материально-техническое обеспечение

1. Лекционные аудитории общего фонда, оснащенные учебной мебелью, доской, переносным/стационарным компьютером и проектором.
2. Аудитории для проведения практических занятий общего фонда, оснащенные учебной мебелью, доской.
3. Компьютерный класс для самостоятельной работы обучающихся.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Технологии и оборудование аддитивного производства» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала 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:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка к выполнению практических занятий;
- решение задач;
- дискуссии, обсуждение технологических вопросов изготовления;
- организация и проведение текущего контроля знаний обучающихся в форме тестирования.

При проведении лекционных и практических занятий, текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства» целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. Процедуры текущего контроля по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства» допускается проводить в форме бланочного или компьютерного тестирования.
2. На практических занятиях для решения аналитических задач использовать отраслевые нормативные документы, что позволяет формировать навыки практической работы по управлению производством в реальных условиях.
3. Проведение ряда лекционных занятий, содержащих таблицы и рисунки в качестве иллюстраций рассматриваемого материала, необходимо осуществлять с использованием слайдов, подготовленных в программе Microsoft Power Point.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей и специалистов-практиков, не имеющих опыта преподавательской работы.

Дисциплина «Технологии и оборудование аддитивного производства» является дисциплиной, формирующей у обучающихся профессиональную компетенцию ПК-1. В условиях конструирования образовательных систем на принципах компетентностного подхода произошло концептуальное изменение роли преподавателя, который, наряду с традиционной ролью носителя знаний, выполняет функцию организатора научно-поисковой работы обучающегося, консультанта в процедурах выбора, обработки и интерпретации информации, необходимой для практического действия и дальнейшего развития, что должно обязательно учитываться при проведении лекционных и практических занятий по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства».

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства» осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Технологии и оборудование аддитивного производства» рассматривается в п.5 рабочей программы.

Примерные варианты тестовых заданий для текущего контроля и перечень вопросов к зачету по дисциплине представлены в составе ФОС по дисциплине в п.7 рабочей программы.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Технологии и оборудование аддитивного производства», приведен в п.4 настоящей рабочей программы. Преподавателю следует ориентировать обучающихся на использование при подготовке к промежуточной аттестации оригинальной версии нормативных документов, действующих в настоящее время.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на практических занятиях, письменные контрольные работы, тестирование. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы, по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.5 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства». Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине приведен в п.7 настоящей рабочей программы. Следует отдавать предпочтение изучению нормативных документов по соответствующим разделам дисциплины по сравнению с их адаптированной интерпретацией в учебной литературе.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства» проходит в форме зачета. Билет по дисциплине состоит из 2 вопросов теоретического характера и практического задания. Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Технологии и оборудование аддитивного производства» и критерии оценки

ответа обучающегося на зачете для целей оценки достижения заявленных индикаторов сформированности компетенций приведены в составе ФОС по дисциплине в п.7 рабочей программы.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине независимо от результатов текущего контроля.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Критерии оценки ответа на зачете

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в стандартных ситуациях. 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 и настоящей рабочей программой. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенных 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.

7.2.2. Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях

«5» (отлично): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

«4» (хорошо): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

7.2.3. Критерии оценки тестирования

Тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных обучающимся на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

«5» (отлично): тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«4» (хорошо): тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«3» (удовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами и на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

«2» (неудовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией он не владеет и на вопросы теста реагирует медленно.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях)

1. Подберите технологию, материалы и оборудование для изготовления шестерни красочного аппарата посредством 3d печати. Укажите преимущества выбранной технологии для решения задачи.
2. Подберите технологию, материалы и оборудование для изготовления сувенирной продукции. Укажите преимущества выбранной технологии для решения задачи.
3. Подберите технологию, материалы и оборудования для изготовления прототипа изделия машиностроительного производства. Укажите преимущества выбранной технологии для решения задачи.

7.3.2. Промежуточный контроль (вопросы к зачету)

Примерные вопросы к зачету

1. Стандарты, действующие в области аддитивных технологий.
2. Понятие аддитивные технологий в машиностроении.
3. Применение аддитивных технологий в полиграфическом производстве.
4. Применение аддитивных технологий в машиностроении.
5. Возможности применения аддитивных технологий в ремонте оборудования.
6. Программные продукты для создания трёхмерный моделей.
7. Программные продукты для подготовки моделей к печати.
8. Особенности разбиения моделей на слои. Параметры слоёв.
9. Особенности технологии FDM
10. Материалы, применяемые для воспроизведения объектов по технологии FDM.
11. Принципы построения оборудования для работы по технологии FDM.
12. Особенности технологии SLS
13. Материалы, применяемые для воспроизведения объектов по технологии SLS.
14. Принципы построения оборудования для работы по технологии SLS.
15. Особенности технологии CJP
16. Материалы, применяемые для воспроизведения объектов по технологии CJP.
17. Принципы построения оборудования для работы по технологии CJP.

18. Особенности технологии MJM.
19. Материалы, применяемые для воспроизведения объектов по технологии MJM.
20. Принципы построения оборудования для работы по технологии MJM.
21. Особенности технологии SLA.
22. Материалы, применяемые для воспроизведения объектов по технологии SLA.
23. Принципы построения оборудования для работы по технологии SLA.
24. Пост-обработка моделей, изготовленных по аддитивным технологиям.