

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ФИО: Максимов Алексей Борисович

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 09.07.2020

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

Уникальный программный ключ:

высшего образования

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Полиграфического института

/И.В. Нагорнова/



2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление качеством в 3D-печати»

Направление подготовки

27.03.02 Управление качеством

Профиль

Управление качеством в принтмедиа

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Москва 2020 г.

1. Перечень планируемых результатов изучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Управление качеством в 3D-печати»:

Коды компетенций	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	способностью применять знание подходов к управлению качеством	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы управления качеством; - нормативную документацию на методы измерений, испытаний и контроля; - методы контроля форматов данных, подготовленных к выводу (3D-печати) - методы оценки качества изделий, изготавливаемых посредством 3D-печати <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать методы контроля качества подготовки массивов данных к выводу и качества готовой продукции; - проводить операции измерения, испытаний и контроля в соответствии с требованиями нормативной документации; - выбирать методы и средства контроля изделий, изготавливаемых посредством 3D-печати; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - семью статистическими методами управления качеством; - методами измерений, испытаний и контроля изделий, изготавливаемых посредством технологий 3D-печати; - нормативной документацией на методы измерений, испытаний и контроля изделий 3D-технологий; - участвовать в выработке управляющих решений по итогам анализа результатов контроля
ОПК-2	способностью применять инструменты управления качеством	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - семь простых статистических инструментов управления качеством; - семь новых инструментов управления качеством; - стандарты на применение методов статистического контроля <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать статистические инструменты управления качеством в зависимости от особенностей процесса изготовления изделий 3D-технологий и технических характеристик этих изделий; - пользоваться нормативной документацией на процессы измерений, испытаний и контроля изделий 3D-технологий; - применять новые инструменты управления качеством с целью обеспечения дальнейшего улучшения качества; - пользоваться стандартами на методы контроля и приемки готовой продукции <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - семью простыми статистическими инструментами управления качеством; - семью новыми инструментами управления качеством; - положениями стандартов на применение методов статистического контроля процессов, анализа дефектов и методов приемочного контроля
ПК-28	способностью обоснованно выбирать и осуществлять	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы и методы обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических

ранжирование отдельных операций общих технологических схем основных процессов полиграфического и упаковочного производства	схем процессов 3D-процессов сканирования и вывода Уметь: обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических схем процессов 3D-процессов сканирования и вывода Владеть: навыками обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических схем процессов 3D-процессов сканирования и вывода
--	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Б.1.ДВ.6 «Управление качеством в 3D-печати» относится к циклу дисциплин Б.1.ДВ «Дисциплины по выбору студента» в блоке Б.1.2 Вариативная часть.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Управление качеством в 3D-печати» составляет 4 зачетные единицы.

Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах) –заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		8	9
Аудиторные занятия (всего)	26	14	12
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Лабораторные работы	18	10	8
Самостоятельная работа (всего)	82	22	60
В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы)	74	22	52
Реферат	8	-	8
Курсовой проект	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	36	-	36
Общая трудоемкость час / зач. ед.	144/4	36/1	108/3

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Контактная работа, часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия, семинары	
1	Раздел 1. Аддитивное производство. Основные особенности и отличия от традиционных методов.	10	0,5	-	-	9,5
2	Раздел 2. Классификация технологий 3D печати.	10	0,5	-	-	9,5
3	Раздел 3. Программное обеспечение. Создание и подготовка 3D-модели.		1	2	-	9

4	Раздел 4. 3D сканирование.		1	2	-	9
5	Раздел 5. Экструзионные методы 3D-печати. Порошковые методы 3D-печати.		1	4	-	9
6	Раздел 6. Струйные методы 3D-печати.		1	2	-	9
7	Раздел 7. 3D-печать биологических объектов.		1	-	-	9
8	Раздел 8. Мультистадийная и непрерывная 3D-печать методом фотополимеризации.		1	4	-	9
9	Раздел 9. Литографические и гибридные методы 3D-печати.		1	4	-	9
	Всего	108	8	18	-	82
	Экзамен	36	-	-	-	36
	Итого час/з.е.	144/4	8/0,22	18/0,5	-	118/3,28

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Аддитивное производство. Основные особенности и отличия от традиционных методов. Определение аддитивных технологий производства. История 3D-печати. Области применения 3D-печати.

Раздел 2. Классификация технологий 3D печати. Экструзионные методы печати. Струйные методы печати (Material/Binder Jetting). Печать методом фотополимеризации. Печать путем послойного спекания порошка (Powder Bed). Печать методом прямого подвода энергии (DED).

Раздел 3. Программное обеспечение. Создание и подготовка 3D-модели.

Компьютерное проектирование: твердотельное моделирование, моделирование поверхности, скалптинг. 3D-сканирование и фотограмметрия. Лечение STL-файлов. Слайсинг. Моделирование в 3D-печати.

Раздел 4. 3D сканирование. Классификация 3D сканеров. Основные технологические характеристики сканеров. Точность 3D-сканирования. Лазерное 3D-сканирование при создании электронной копии деталей. Устройство и принцип работы лазерного 3D-сканера. Управление процессом сканирования. Оптическое 3D-сканирование при создании электронной копии деталей. Управление процессом сканирования.

Раздел 5. Экструзионные методы 3D-печати. Метод нанесения расплава (FDM). Преимущества и недостатки метода. **Порошковые методы 3D-печати.** Селективное лазерное спекание. Сплавление электронным пучком (EBM). Многоструйная печать. (MJF)Преимущества и недостатки методов.

Раздел 6. Струйные методы 3D-печати. Струйная печать. 3D-печать DOD и NPJ. 3D-печать связующим (BJ). Преимущества и недостатки методов.

Раздел 7. 3D-печать биологических объектов. Скаффолды. Биопечать на основе капель. Печать с использованием биочернил. Экструзионная биопечать. Преимущества и недостатки методов.

Раздел 8. Мультистадийная и непрерывная 3D-печать методом фотополимеризации. Стереолитография (SLA) и проекционная печать (DLP). Постобработка в SLA и DLP. Советы по проектированию в SLA / DLP. Печать с использованием непрерывного жидкого интерфейса и другие методы быстрой печати методом стереолитографии. Двухфотонная лазерная литография (2PP). Преимущества и недостатки методов.

Раздел 9. Литографические и гибридные методы 3D-печати. Электрохимическая 3D-печать. EFAB: рабочий процесс. Управляемые факторы.

4.3. Практические занятия (семинары)/лабораторные работы

1. Тема 1 (Разделы 3-9). Ознакомление с методикой и особенностями создания моделей в Paint 3D.
2. Тема 2 (Разделы 3-9). Ознакомление с ПО 3D сканирования, инструментами управления процессом сканирования.
3. Тема 3 (Разделы 3, 5) Ознакомление с технологическими характеристиками экструзионных 3D-принтеров и средствами управления качеством вывода (печати).
4. Тема 4 (Разделы 3, 5) Ознакомление с технологическими характеристиками порошковых 3D-принтеров и средствами управления качеством вывода (печати).
5. Тема 5 (Разделы 3, 6) Ознакомление с технологическими характеристиками струйных 3D-принтеров и средствами управления качеством вывода (печати).
6. Тема 5 (Разделы 3, 9) Ознакомление с технологическими характеристиками литографических методов 3D-печати и средствами управления качеством вывода (печати).

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

1. А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов, «Технологии и материалы 3D-печати», учеб. пособие / Урал. гос. лесотехн. ун-т, Екатеринбург, 2017.
2. Amit Bandyopadhyay, Susmita Bose, «Additive Manufacturing» / CRC Press, 2015
3. T.S. Srivatsan, T.S. Sudarshan, «Additive Manufacturing: Innovations, Advances, and Applications» / CRC Press, 2016
4. Н. П. Мидуков, М. А. Литвинов, Инженерная и компьютерная графика. Технологии 3D-печати, сканирования и моделирования деталей сложной формы: учебное пособие. - Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022.

5.2. Дополнительная литература

1. Chee Kai Chua, Kah Fai Leong, 3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications (пятое издание, 2016) // WorldScientific Publishing Company Pte Limited
2. Lydia Cline, 3D Printing with Autodesk 123D, Tinkercad, and MakerBot, (2015) // McGraw-Hill Education
3. М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш, Аддитивные технологии в машиностроении (2015) // М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»
4. Chee Kai Chua and Wai Yee Yeong, Bioprinting: Principles and Applications (2014) // World Scientific Publishing Company Pte Limited
5. Chee Kai Chua, Murukeshan Vadakke Matham, Young-Jin Kim, Lasers in 3D Printing and Manufacturing (2016) // World Scientific Publishing Company Pte Limited

5.3. Программное обеспечение (перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения)

1. Программные продукты Microsoft Office Professional 2013
2. PTC Mathcad15
3. CorelDrawGraphicsSuite X7 AutoCADDesign Replication G0400
4. Cura
5. 3DScan

6. Blender 3.1.2
7. MasterSCADA
8. Ultimaker Cura 5.0.0
9. Microsoft: WIN HOME 10 Russian OLPNL AcademicEdition Legalization GetGenuine.

5.4. 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 «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/index.php>
6. Университетская информационная система Россия <https://uisrussia.msu.ru>
7. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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 техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
4. 3D-сканер.
5. 3D-принтер.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

7.1. Методические рекомендации преподавателю

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

Дисциплина «Управление качеством в 3D-печати» является дисциплиной, формирующей у обучающихся профессиональные компетенции ОПК-1, ОПК-2, ПК-28. 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 «Управление качеством в 3D-печати».

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Управление качеством в 3D-печати» осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 27.03.02 Управление качеством.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Управление качеством в 3D-печати» рассматривается в п.4 рабочей программы.

Методика определения итогового семестрового рейтинга обучающегося по дисциплине «Управление качеством в 3D-печати» представлена в составе ФОС по дисциплине в п.8 рабочей программы.

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине представлен в составе ФОС по дисциплине в п.8 рабочей программы.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Управление качеством в 3D-печати», приведен в п.5 настоящей рабочей программы. Преподавателю следует ориентировать обучающихся на использование при подготовке к промежуточной аттестации оригинальной версии нормативных документов, действующих в настоящее время.

7.2. Методические указания обучающимся

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, тестирование, подготовка реферата. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень освоения обучающимися заявленных 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.

Проведение лабораторных работ по дисциплине «Управление качеством в 3D-печати» осуществляется в следующих формах:

- опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе;
- выполнение типовых заданий по темам;
- анализ и обсуждение практических ситуаций по темам.

Посещение лабораторных работ и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к лабораторным работам обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретную работу.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы, а также нормативно-правовых документов 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 «Управление качеством в 3D-печати». Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине приведен в п.5 настоящей рабочей программы. Следует отдавать предпочтение изучению нормативных документов по соответствующим разделам дисциплины по сравнению с их адаптированной интерпретацией в учебной литературе.

Выполнение заданий в разрезе разделов дисциплины «Управление качеством в 3D-печати» является самостоятельной работой обучающегося в форме домашнего задания в случаях недостатка аудиторного времени на лабораторных занятиях для решения всех задач, запланированных преподавателем, проводящим занятия по дисциплине.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Управление качеством в 3D-печати» проходит в форме экзамена. Экзаменационный билет по дисциплине состоит из 2 вопросов теоретического характера. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Управление качеством в 3D-печати» и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене и оценки уровня сформированности заявленных компетенций приведены в составе ФОС по дисциплине в Приложении 1 к рабочей программе.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине при условии достижения положительных результатов семестрового текущего контроля.

8. Фонд оценочных средств по дисциплине

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ОПК-1 способностью применять знание подходов к управлению качеством	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы управления качеством; - нормативную документацию на методы измерений, испытаний и контроля; - методы контроля форматов данных, подготовленных к выводу (3D-печати) - методы оценки качества изделий, изготавливаемых посредством 3D-печати <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать методы контроля качества подготовки массивов данных к выводу и качества готовой продукции; - проводить операции измерения, испытаний и контроля в соответствии с требованиями нормативной документации; - выбирать методы и средства контроля изделий, изготавливаемых посредством 3D-печати; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - семью статистическими методами управления качеством; - методами измерений, испытаний и контроля изделий, изготавливаемых посредством технологий 3D-печати; - нормативной документацией на методы измерений, испытаний и контроля изделий 3D-технологий; - участвовать в выработке управляющих решений по итогам анализа результатов контроля 	<p>Промежуточный контроль: экзамен</p> <p>Текущий контроль: опрос на лабораторных работах, реферат</p>	Темы 1-9
ОПК-2 способностью применять инструменты	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - семь простых статистических инструментов управления качеством; - семь новых инструментов управления 	<p>Промежуточный контроль: экзамен</p> <p>Текущий контроль:</p>	Темы 1-9

управления качеством	<p>качеством;</p> <p>стандарты на применение методов статистического контроля</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать статистические инструменты управления качеством в зависимости от особенностей процесса изготовления изделий 3D-технологий и технических характеристик этих изделий; - пользоваться нормативной документацией на процессы измерений, испытаний и контроля изделий 3D-технологий; - применять новые инструменты управления качеством с целью обеспечения дальнейшего улучшения качества; - пользоваться стандартами на методы контроля и приемки готовой продукции <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - семью простыми статистическими инструментами управления качеством; - семью новыми инструментами управления качеством; - положениями стандартов на применение методов статистического контроля процессов, анализа дефектов и методов приемочного контроля 	опрос на лабораторных работах, реферат	
<p>ПК-28</p> <p>способность обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических схем основных процессов полиграфического и упаковочного производства</p>	<p>Знать: принципы и методы обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических схем процессов 3D-процессов сканирования и вывода</p> <p>Уметь: обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических схем процессов 3D-процессов сканирования и вывода</p> <p>Владеть: навыками обоснованно выбирать и осуществлять ранжирование отдельных операций общих технологических схем процессов 3D-процессов сканирования и вывода</p>	<p>Промежуточный контроль: экзамен</p> <p>Текущий контроль: опрос на лабораторных работах, реферат</p>	Темы 1-9

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

8.2.1 Критерии оценки ответа на экзамене

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

8.2.2 Критерии оценки работы обучающегося на лабораторных работах (формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

«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; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

8.2.3. Критерии оценки тестирования (текущий контроль) (формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

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

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставяемой 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.

8.2.4. Критерии оценки реферата

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

«5» (отлично): тема реферата актуальна и раскрыта полностью; реферат подготовлен в установленный срок; оформление, структура и стиль изложения реферата соответствуют предъявляемым требованиям к оформлению документа; реферат выполнен самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; подготовлен доклад, излагаемый без использования опорного конспекта.

«4» (хорошо): тема реферата актуальна, но раскрыта не полностью; реферат подготовлен в установленный срок; оформление, структура и стиль изложения реферата соответствуют предъявляемым требованиям к оформлению документа; реферат выполнен самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; подготовлен доклад, излагаемый с использованием опорного конспекта.

«3» (удовлетворительно): тема реферата актуальна, но раскрыта не полностью; реферат подготовлен с нарушением установленного срока представления; оформление, структура и стиль изложения реферата не в полной мере соответствуют предъявляемым требованиям к оформлению документа; в целом реферат выполнен самостоятельно, однако очевидно наличие заимствований без ссылок на источники; подготовлен доклад, излагаемый с использованием опорного конспекта.

«2» (неудовлетворительно): тема реферата актуальна, но не раскрыта; реферат подготовлен с нарушением установленного срока представления; оформление, структура и стиль изложения реферата не соответствуют предъявляемым требованиям к оформлению документа; в реферате очевидно наличие значительных объемов заимствований без ссылок на источники; доклад не подготовлен.

8.2.5. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций по дисциплине:

Уровень сформированности компетенции	Оценка	Пояснение
Высокий	«5» (отлично)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены на высоком уровне; компетенции сформированы
Средний	«4» (хорошо)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями; компетенции в целом сформированы
Удовлетворительный	«3» (удовлетворительно)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены частично, но пробелы не носят существенного характера; большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки; компетенции сформированы частично
Неудовлетворительный	«2» (неудовлетворительно)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине не освоены; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнено, либо содержит грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не приводит к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий; компетенции не сформированы

8.3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки сформированности всего набора заявленных по данной дисциплине компетенций.

8.3.1. Текущий контроль (работа на лабораторных работах)

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционных занятий.

Тематика практических работ представлена в разделе 5.4.

Результаты практической работы представляются в отчете и оцениваются по 5 бальной системе.

8.3.2. Текущий контроль (контрольные вопросы)

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

8.3.2.1 Примеры вопросов на лабораторных занятиях

1. Приведите примеры наиболее известных программ для 3D-моделирования с открытым кодом
2. С помощью каких команд осуществляется управление плоскостью и сечением сложной формы в графических редакторах?
3. Какие команды позволяют управлять сечениями и плоскостями в процессе создания 3D-модели?
4. Как осуществляется управление форматами при экспортировании 3D-модели для последующего изготовления объекта с помощью 3D-принтеров?
5. Какие способы управления качеством используются в процессе 3D-сканирования?
6. Достоинства и недостатки технологии стереолитографии?
7. Какие материалы используются для 3D-печати фотополимерной смолой?

8.3.2.2 Примеры тестов текущего контроля

Тест 1. Что из перечисленного **НЕ является** особенностью технологии 3D-печати?

- Возможность кастомизировать дизайн
- Увеличение числа отходов
- Возможность оперативно вносить изменения в процессе производства
- Упрощение логистики
- Высокая стоимость производства малых партий

Тест 2. Какие методы 3D-печати наиболее широко распространены?

- Экструзионные
- Струйные
- Послойные порошковые
- Путем прямого подведения энергии

Тест 3. Термин, который обозначает вычислительную процедуру представления 3D-модели в виде массива 2D-слоев называется

8.3.3. Темы рефератов

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

1. Основные инструменты управления процессом создания моделей.
2. Математические объекты, изменение их параметров и задачи формирования качества моделей.
3. Особенности преобразования моделей и обеспечение качества по основным

показателям.

4. Построение объемных моделей из плоских изображений и управление их основными показателями качества.
5. Создание сложных моделей и формирование их качества.
6. Особенности 3D-печати и обеспечение качества записи.
7. Особенности создания моделей в Paint 3D и управляемые параметры дизайна.
8. Модификация моделей в Paint 3D.
9. Построение моделей с использованием встроенных инструментов в 3D Builder и управление качеством проектируемых объектов.
10. Подготовка и коррекция моделей в 3D Builder.
11. Особенности работы в программе Wanhao Cure, преимущества и недостатки.
12. Управление выводом и настройки 3D-принтера.
13. Печать с использованием биочернил. Экструзионная биопечать. Преимущества и недостатки методов.
14. Литографические и гибридные методы 3D-печати. Управление качеством, области применения.

Темы рефератов могут предлагаться обучающимися и согласовываться с преподавателем.

8.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к экзамену)

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-28)

1. Определение аддитивных технологий производства.
2. История 3D-печати и области применения 3D-методов.
3. Классификация технологий 3D печати.
4. Моделирование в 3D-печати.
5. Классификация 3D сканеров. Основные технологические характеристики сканеров.
6. Оптическое 3D-сканирование и управление процессом сканирования.
7. Экструзионные методы 3D-печати. Преимущества и недостатки методов.
8. Порошковые методы 3D-печати. Преимущества и недостатки методов.
9. Компьютерное проектирование: твердотельное моделирование, моделирование поверхности, скалптинг.
10. 3D-сканирование и фотограмметрия.
11. Устройство и принцип работы лазерного 3D-сканера. Управление процессом сканирования.
12. Струйные методы 3D-печати. Преимущества и недостатки методов.
13. Скаффолды. Биопечать на основе капель.
14. Стереолитография (SLA) и проекционная печать (DLP). Постобработка в SLA и DLP.
15. Печать с использованием непрерывного жидкого интерфейса и другие методы быстрой печати методом стереолитографии.
16. Двухфотонная лазерная литография (2PP). Преимущества и недостатки.
17. Стереолитография (SLA) и проекционная печать (DLP).
18. Электрохимическая 3D-печать. Преимущества и недостатки.
19. Разновидности ПО для 3D-моделирования с открытым кодом.
20. Управление созданием 3D-модели по сечениям и плоскостям.
21. Основные направления применения аддитивных технологий в дизайне.
22. Основные способы 3D-сканирования.
23. Разновидности технологий 3D-печати.
24. Типовое программное обеспечение, используемое для подготовки 3D-моделей к 3D-печати.

25. Основные технологические характеристики оптических, лазерных, контактных 3D-сканеров.
26. Параметры, определяющие точность контактного 3D-сканирования.
27. Параметры, определяющие точность оптического 3D-сканирования.
28. Параметры, определяющие точность лазерного 3D-сканирования.
29. Способы управления качеством 3D-сканирования.
30. Основные принципы доработки 3D-модели после сканирования.
31. Достоинства и недостатки экструзионной 3D-печати.
32. Устройство и принцип работы экструзионных 3D-принтеров.
33. Основные параметры, определяющие качество и скорость 3D-печати.
34. Основные программы (Слайсеры) для генерации кода, управляющего 3D-принтером.
35. Технология подготовки 3D-принтера к работе.
36. Способы повышения качества 3D-печати.
37. Устройство и принцип работы 3D-принтеров, печатающих жидкой фотополимерной смолой.
38. Основные параметры, определяющие качество и скорость 3D-печати фотополимерной смолой.
39. Способы повышения качества 3D-печати по технологии стереолитографии.