

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБПОУ СПТ
им.Б.Г.Музрукова

Н.Ф.Горчакова

«__» _____ 2024 г.

**ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПРОГРАММЫ**

Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг

Срок обучения: 64 часа

г. Саров
2024

Настоящая программа разработана на основе Профессионального стандарта 40.159 «Специалист по аддитивным технологиям», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 октября 2020 года N 697н.

Рассмотрено

МК специальных дисциплин

Протокол №1

от «30» августа 2023 г.

Председатель МК:

_____ Р.М.Сунгатуллина

Автор: Баринов Д.С., инженер-электроник РЦ ГБПОУ СПТ им.Б.Г.Музрукова

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	5
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	10
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	12

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1 Общие положения

Входные требования к слушателям: лица, имеющие основное общее образование.

Программа реализуется на учебной площадке ГБПОУ СПТ им.Б.Г.Музрукова.

Программа направлена на формирование компетенций в соответствии с трудовыми функциями специалиста в сфере технологии машиностроения.

Выпускник программы овладеет компетенциями:

- ✓ 3D сканирование объемных объектов для целей реверсивного инжиниринга;
- ✓ производство изделий методами аддитивных технологий;
- ✓ проектирование модели изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий;
- ✓ постановка на производство методами аддитивных технологий несложных изделий;
- ✓ контроль качества изделий, изготовленных методами аддитивных технологий.

Программу реализуют специалисты с опытом работы в области машиностроения и металлообработки. Дополнительная программа профессиональной программы «Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг» создаёт условия для формирования у слушателей необходимого уровня знаний, умений и навыков, позволяющих изготовить изделия с использованием технологического оборудования трехмерной печати.

Нормативные основания для создания дополнительной общеразвивающей программы

- ✓ Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- ✓ Приказ Минобрнауки России от 28 мая 2014 г. № 594 «Об утверждении Порядка разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ»;
- ✓ Приказ Минобрнауки России от 14 июня 2013 г. № 464 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 30 июля 2013 г., регистрационный № 29200) (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- ✓ Приказ Минобрнауки России от 16 августа 2013 г. № 968 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего профессионального образования» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 1 ноября 2013 г., регистрационный № 30306);
- ✓ Приказ Минобрнауки России от 18 апреля 2013 г. № 291 «Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 14 июня 2013 г., регистрационный № 28785);
- ✓ Профессиональный стандарт 40.159 «Специалист по аддитивным технологиям», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 октября 2020 года N 697н.

1.2 Цель реализации программы

Целью реализации программы повышения квалификации является формирование у слушателей необходимого уровня знаний, умений и навыков, позволяющих изготовить изделия с использованием технологического оборудования трехмерной печати.

Объём освоения программы 64 часа. Из них теоретическое обучение – 30 часов, на практическое обучение – 28 часов, на квалифицированный экзамен – 4 часа. Форма обучения – очная с отрывом от производства. При реализации Программы могут быть применены дистанционные образовательные технологии. Программа предусматривает следующие виды учебных занятий: лекционные и практические занятия, самостоятельная работа, промежуточный и итоговый контроль. Обучение заканчивается проведением итоговой аттестации в форме квалификационного экзамена. По результатам профессионального обучения и успешной сдачи экзамена слушателю выдается сертификат о прохождении обучения.

2.СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Календарный учебный график

№ п/п	Наименование модуля (дисциплины)	Количество часов		График изучения дисциплин (количество часов в неделю)															
		Все го	Из них ЛПР	Недели															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Теоретическое обучение		30																	
1.	Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг	2		2															
2.	Технологии 3D-печати и 3D-сканирования	2		2															
3.	Основы моделирования для аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга	10			4	4	2												
4.	Технологии и процессы аддитивного производства	2					2												
5.	Технологии и процессы реверсивного инжиниринга	2						2											
6.	Создание и оптимизация деталей с использованием аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга	10						2	4	4									
7.	Управление качеством и контроль производства	2									2								
Практическая подготовка		28									2	4	4	4	4	4	4	2	
Консультации		2																2	
Квалификационный экзамен		4																	4
ИТОГО		64		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

2.2. Учебный план

№ п/п	Наименование модуля (дисциплины)	Общая трудоемкость (час)	Всего аудиторных занятий (час.)		Практики (час.)	Самостоятельная работа (час.)	Дистанционное обучение (час.)	Форма контроля
			Теоретические	Практические				
1	2	3	5	6	7	8	9	10
	Теоретическое обучение	30	30					
1.	Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг	2	2					уст. опр. выполнение реферативной работы
2.	Технологии 3D-печати и 3D-сканирования	2	2					уст. опр
3.	Основы моделирования для аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга	10	10					уст. опр
4.	Технологии и процессы аддитивного производства	2	2					уст. опр. выполнение реферативной работы
5.	Технологии и процессы реверсивного инжиниринга	2	2					уст. опр
6.	Создание и оптимизация деталей с использованием аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга	10	10					уст. опр. выполнение реферативной работы
7.	Управление качеством и контроль производства	2	2					уст. опр
	Практическая подготовка	28		28				диф. зачет
	Консультации:	2						
	Квалификационный экзамен	4						э
	ИТОГО:	64	36	28				

2.3. Рабочие программы модулей (дисциплин)

Наименование разделов (модулей)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект)		
Теоретическое обучение			
	№п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов
Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг	1.	Обзор АТ и РИ. Применение АТ и РИ в различных отраслях. Оборудование и материалы для АТ и РИ.	2
Технологии 3D-печати и 3D-сканирования	1.	Технологии FDM, SLA, SLS, SLM и др. 3D сканирование: оптическое, лазерное, структурированное освещение.	2
Основы моделирования для аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга	1.	Твердотельное моделирование (Компас 3д).	4
	2.	Создание и редактирование моделей.	4
	3.	Подготовка моделей к печати.	2
Технологии и процессы аддитивного производства	1.	Послойное производство (SLA, SLS). Селективное лазерное спекание (SLS). Лазерное сплавление (SLM). Производство металлов (DMLS). Технологии ламинирования (LOM).	2
Технологии и процессы реверсивного инжиниринга	1.	Оптические и лазерные 3D сканеры. Структурированное освещение и методы сканирования. Обработка данных сканирования. Интеграция данных сканирования и CAD-моделей.	2
Создание и оптимизация деталей с использованием аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга	1.	Анализ и оценка деталей.	2
	2.	Улучшение геометрии деталей.	6
	3.	Выбор оптимального процесса АТ и РИ для детали.	2
Управление качеством и контроль производства	1.	Контроль качества деталей АТ и РИ. Методы контроля и измерения. Корректировка и устранение дефектов.	2
Практическое обучение			
Применение аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга на практике	1.	Создание STL-файлов на основе CAD моделей и управление точностью представления геометрии.	4
	2.	Выбор способа аддитивного производства для изготовления определенной детали или узла на основе требуемых характеристик получаемого изделия.	2

	3.	Освоение основных приемов трехмерного моделирования в среде КОМПАС-3D.	8
	4.	Изучение принципа работы 3D-СКАНЕРА. Основные действия при создании 3d модели.	6
	5.	Освоение приемов работы при 3d сканировании ручным сканером.	4
	6.	Подготовка 3D модели к печати на FDM 3D-принтере.	4
Итоговая работа (защита проекта)			4
Используемые образовательные технологии		Проведение лекционных занятий основывается на активном методе обучения, при котором обучающиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом. Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний. При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей. Проблемное обучение. Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности слушателей по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности. Проектные методы обучения. Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности слушателей, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению. Исследовательские методы в обучении. Дает возможность слушателям самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при	

		формировании мировоззрения. Это важно для определения индивидуальной траектории развития каждого слушателя.	
Перечень рекомендуемых учебных изданий , интернет -ресурсов, дополнительной литературы		Основные источники: 1. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021 - Часть 1 - 2021. - 173 с. - ISBN 978-5-7339-1397-1. - Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/182474 (дата обращения: 01.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. 2. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021 - Часть 2 - 2021. - 164 с. - ISBN 978-5-7339-1398-8. - Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/182471 (дата обращения: 01.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. 3. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. - 56 с. - ISBN 978-5-7579-2360-4. - Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/144008 (дата обращения: 01.12.2021). - Дополнительные источники: 1. Красильников Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений, - СПб.: БХВ-Петербург, 2011.. Интернет-ресурсы: 1. http://can-touch.ru/3d-scanning/ Принципы работы 3D сканеров. 2. http://www.3d-format.ru/3dscanning/ Виды и модификации сканеров.	

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Организационно-педагогические условия реализации программы должны обеспечивать реализацию программы в полном объеме, соответствие качества подготовки обучающихся установленным требованиям. Теоретическое обучение проводится в оборудованных учебных кабинетах с использованием учебно-материальной базы, соответствующей установленным требованиям. Наполняемость учебной группы не должна превышать 30 человек. Продолжительность учебного часа теоретических и практических занятий должна составлять 1 академический час (45 минут).

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

ГБПОУ СПТ им. Б.Г.Музрукова располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов практических занятий, предусмотренных учебным планом. Для организации учебного процесса по данной программе используется:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория (1 шт.)	Лекции	компьютер, мультимедийный проектор
1. Лаборатория «Автоматизированного проектирования технологических процессов и программирование систем ЧПУ» 2. Мастерская Аддитивных технологий	Практические занятия	Компьютеры с необходимым программным обеспечением (КОМПАС-3D, веб-браузер Google Chrome, в случае обучения с применением дистанционных технологий - платформа для проведения вебинаров) и выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска ПК -(персональный компьютер) с комплексом САПР Сканеры (разных видов); Принтеры для 3D печати; мультимедиа проектор; интерактивная доска; 3D- принтер FDM-типа (расплавление пластиковой нити) (1 шт. на 2 обучающихся) расходные материалы для вышеперечисленных установок пластиковая нить PLA / ABS и пр. настольное вытяжное устройство пылесос промышленный персональный компьютер и комплектующие персонального компьютера; Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем: Операционная система Microsoft Windows 7 Пакет офисного программного

		обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2019 Браузер Mozilla Firefox Браузер Google Chrome Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC Kaspersky Endpoint Security для Windows
--	--	--

3.2. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Реализация образовательной программы обеспечивается педагогическими работниками образовательной организации, имеющими высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), а также лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на условиях гражданско-правового договора, в том числе из числа руководителей и работников организаций, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности и имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет. Квалификация педагогических работников образовательной организации должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в профессиональном стандарте «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденном приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38993). Педагогические работники, привлекаемые к реализации образовательной программы, должны получать дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в организациях, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности, не реже 1 раза в 3 года с учетом расширения спектра профессиональных компетенций.

4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Промежуточная аттестация слушателей проводится в форме зачета по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и настоящей рабочей программой. При этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Формы текущего контроля:

- устный опрос;
- выполнение лабораторных и практических работ (если они предусмотрены);
- выполнение реферативной работы; выполнение самостоятельных (контрольных) работ.

Оценка степени достижения слушателей планируемых результатов обучения проводится преподавателем, ведущим занятия методом экспертной оценки. Примерный перечень вопросов к зачету приведен в приложении 1 к настоящей рабочей программы. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

Формой итоговой аттестации обучающихся является экзамен. Экзамен включает в себя практическую квалификационную работу (приложение 2) и проверку теоретических знаний (приложение 3).

Экзамен проводится ГБПОУ СПТ им.Б.Г.Музрукова для определения соответствия полученных знаний, умений и навыков по программе. Экзамен считается сданным при условии успешного выполнения работы и успешной сдачи теоретической части программы.

Экзамен по итогам теоретического обучения проводится по разработанным на основе пройденного материала экзаменационным билетам. Возможно тестирование. При этом необходимо ответить на все вопросы по билету (или на 90% вопросов при тестировании).

Примерный перечень оценочных средств (ОС) по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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 также собственные взгляды на неё.	Примерная тематика рефератов (см. приложение 4)
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с слушателями 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
4	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации студента, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект контрольных вопросов (см. приложение 1)

Система оценки результатов освоения программы

Приложение1

Примерный перечень контрольных вопросов устного зачета по курсу программы «Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг»

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.

Приложение 2

Пример тестовых заданий теоретической части экзамена

Вопрос 1

К преимуществам аддитивных технологий можно отнести:

Варианты ответов

- Возможность кастомизации и персонализации изделий
- Снижение веса изделия
- Снижение числа деталей в сборке
- Дешевое серийное производство

Вопрос 2

В каком формате должна быть сохранена модель для печати?

Варианты ответов

- PARASOLID
- STL
- STEP

Вопрос 3

Для пластика ABS характерно следующее свойство:

Варианты ответов

- Хрупкий, «похож на стекло», трудно склеить
- Пластичный, легко склеить
- Среднее между PLA и PET-G

Вопрос 4

Как скорость печати влияет на качество печати?

Варианты ответов

- Не зависит, качество всегда одинаково
- Чем медленнее, тем качественнее
- Чем быстрее, тем качественнее

Вопрос 5

Какие материалы хорошо подходят для печати визуальных макетов?

Варианты ответов

- PLA
- ABS

Вопрос 6

Технологию LOM лучше всего использовать для изготовления...

Варианты ответов

- Дизайн-макетов

- Функциональных прототипов
- Масок

Вопрос 7

С какой технологии в 1982 году началось развитие аддитивных технологий?

Варианты ответов

- FDM
- SLA
- SLM

Вопрос 8

Что входит в полный цикл 3D-печати?

Варианты ответов

- Проектирование элементов 3D-принтера
- Печать на 3D-принтере
- Постобработка
- Проектирование 3D-модели
- Слайсинг (разбивка модели на слои)

Вопрос 9

Что такое аддитивные технологии?

Варианты ответов

- Это обобщённое название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров.
- Это метод создания трехмерных объектов, деталей или вещей путем послойного добавления материала: пластика, металла, бетона и, возможно, в будущем — человеческой ткани
- Это направление науки, специализирующееся на разработке и применении объектов, размер которых составляет от единиц до нескольких сотен нанометров
- Это последовательность действий, направленных на поэтапное, выверенное возведение строящихся объектов с учетом всех запланированных мероприятий в проекте

Вопрос 10

Из предложенных вариантов выберите преимущества аддитивных технологий и их отличие от традиционного производства

Варианты ответов

- Безотходное производство

- Отсутствие швов и сварных соединений
- Низкая себестоимость
- Быстрота изготовления
- Простота изготовления

Вопрос 11

Установите соответствие между методом изготовления 3D-изделий и его описанием

- самая первая технология 3D-печати, когда модели изготавливаются из жидких фотополимерных смол с помощью ультрафиолетового лазера или его аналога.

Варианты ответов

- Лазерная стереолитография (Stereolithography, LSA)
- Послойное наплавление (Fused Deposition Modeling, FDM)
- Селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting, SLM)

Вопрос 12

Установите соответствие между методом изготовления 3D-изделий и его описанием

- самая простая и распространенная технология. Она поддерживается всеми программами для проектирования. Трехмерный объект «выращивается» из нагретой пластиковой нити. Недорогие домашние 3D-принтеры обычно работают на этой технологии.

Варианты ответов

- Лазерная стереолитография (Stereolithography, LSA)
- Послойное наплавление (Fused Deposition Modeling, FDM)
- Селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting, SLM)

Вопрос 13

Установите соответствие между методом изготовления 3D-изделий и его описанием

- это самый распространенный метод 3D-печати металлом. Используя порошки из стали, титана, алюминия или других металлов, можно изготовить геометрически сложные изделия, детали машин и двигателей для промышленности.

Варианты ответов

- Лазерная стереолитография (Stereolithography, LSA)
- Послойное наплавление (Fused Deposition Modeling, FDM)
- Селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting, SLM)

Вопрос 14

Из предложенных вариантов выберите методы 3D-печати

Варианты ответов

- Алгоритмизация
- Фотополимеризация
- Формализация
- Ламинирование
- Экструдирование
- Вит-моделирование
- Гранулирование
- CAD- и CAM-моделирование

Вопрос 15

Какой материал из перечисленных еще не доступен для 3D-печати?

Варианты ответов

- Титан
- АБС-пластик
- Шоколад
- Древесина

Вопрос 16

Как расшифровывается аббревиатура SLS?

Варианты ответов

- Выборочное/селективное лазерное плавление
- Выборочное/селективное лазерное спекание
- Выборочное тепловое спекание
- Такого метода не существует

Вопрос 17

Какая из технологий 3D печати позволяет печатать фотополимерами?

Варианты ответов

- SLA
- SLS
- MJM
- FDM

Вопрос 18

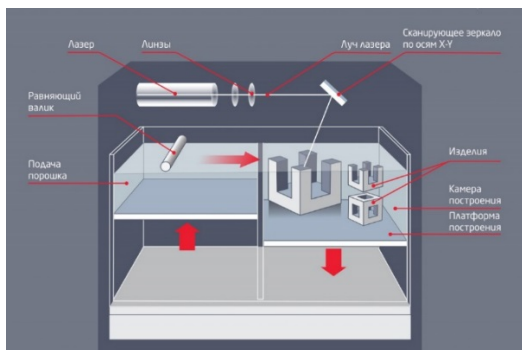


Технология какой 3D-печати показана на рисунке?

Варианты ответов

- Лазерная стереолитография
- Масочная стереолитография
- Селективное лазерное спекание
- Ламинирование

Вопрос 19



Какая технология 3D-печати показана на рисунке?

Варианты ответов

- Селективное лазерное спекание
- Селективное лазерное наплавление
- Лазерная стереолитография
- Цифровая обработка светом
- Масочная стереолитография

Вопрос 20

Укажите отличия аддитивных технологий от субтрактивных (традиционных)?

Варианты ответов

- в аддитивных технологиях используется пластик, а в субтрактивных – металл
- в аддитивных технологиях материал “наращивается”, а в субтрактивных – срезается
- нет отличий

Приложение 3

Пример заданий для практического этапа экзамена

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.

Примерная тематика проектных работ

1. Разработка 3d-модели двигателя внутреннего сгорания
2. Разработка параметрической 3d-модели термопота
3. Разработка параметрической 3d-модели робота-паука

4. Разработка параметрической 3d-модели рулетки для собак
5. Разработка параметрической 3d-модели робот-рука
6. Применение аддитивных технологий при изготовлении изделия «Звёздочка», используемая на валу
7. Использование аддитивных технологий в литейном производстве для изготовления изделия «Шкив для зубчатого ремня»
8. Разработка и изготовление оснастки типа
9. «Циркуль» для ручной фрезерной машинки.

Приложение4

Примерное задание для реферативной работы по курсу программы «Введение в аддитивные технологии и реверсивный инжиниринг»

Задание: выбрать на усмотрение студента способ трёхмерной печати и оборудование для его реализации. Представить принципиальную технологическую схему. Рассказать принцип работы и основные технические характеристики оборудования. Выполнить обзор областей применения данной технологии. Указать какие программные продукты можно использовать для создания и подготовки модели воспроизводимого объекта. Реферат должен быть представлен в виде пояснительной записки, выполненной в программе Word или аналогичном редакторе текста. В дополнение можно создать презентацию по реферату. В таком случае в презентацию выносятся: принципиально технологические схемы, фотографии, видео, технические характеристики.

Примерный перечень тем

1. Применение аддитивных технологий в машиностроении
2. Применение аддитивных технологий в металлургии
3. Применение аддитивных технологий в строительстве
4. Применение аддитивных технологий в электронной промышленности
5. Применение аддитивных технологий для реверс - инжиниринга