

**Министерство образования и науки Республики Дагестан
ГБПОУ РД «Колледж машиностроения и сервиса им. С.Орджоникидзе»**



«Утверждаю»
и.о. директора
Л.Ю. Шабанова
_____ 2021г.

**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации «Аддитивное производство
(с учетом стандарта Ворлдскиллс по компетенции
«Аддитивное производство»)**

РАССМОТРЕНА

на заседании методического совета _____
Протокол № _____ от « ____ » _____ 202__ г.

Организация-разработчик: ГБПОУ РД «Колледж машиностроения и сервиса им.
С.Орджоникидзе»

Разработчик:

Магомедова М.М., преподаватель, эксперт с правом оценки демонстрационного экзамена

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Аддитивное производство и реверсивный инжиниринг (с учетом стандарта Ворлдскиллс по компетенции «Аддитивное производство»)» (далее – Программа) разработана на основании следующих нормативно-правовых документов:

- Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г, ст.76;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- профессиональным стандартом «40.031 "Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13 марта 2017 г. N 274н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 10 мая 2017 г., регистрационный N 46666)
- Спецификация стандартов Ворлдскиллс по компетенции «Аддитивное производство».

**1. Дополнительная профессиональная программа повышения
квалификации
«Аддитивное производство и реверсивный инжиниринг
(с учетом стандарта Ворлдскиллс по компетенции
«Аддитивное производство»)»**

1. Цель программы

Приобретение компетенций, связанных с особенностями проектирования изделий для производства с помощью аддитивных технологий, применяемых на различных стадиях жизненного цикла изделия, а также реализации технологических приемов послойного построения изделий различного отраслевого назначения путем фиксации слоев материала и их последовательного соединения между собой разными способами в зависимости от нюансов конкретной технологии.

2. Планируемые результаты обучения:

2.1. Знание (осведомленность в областях)

2.1.1. Знать основные технологические, эксплуатационные, эстетические, экономические и управленческие параметры изделий машиностроительных производств;

2.1.2. Знать способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей;

2.2. Умение (способность к деятельности)

2.2.1. Уметь проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа;

2.2.2. Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы для изделий машиностроительных производств

2.3. Навыки (использование конкретных инструментов)

2.3.1 Владеть навыками по разработке проектов машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации;

2.3.2. Владеть современными методами разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, а также применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов

3. Категория слушателей (возможно заполнение не всех полей)

3.1. Высшее / среднее профессиональное. Допускается прием на обучение по программе лиц, получающих высшее или среднее профессиональное образование при предоставлении справки с места обучения. При этом по завершении освоения программы таким лицам выдается справка об обучении, удостоверение о повышении квалификации выдается впоследствии при предоставлении копии диплома о высшем или среднем профессиональном образовании.

4. Учебный план программы «Аддитивные технологии»

№ п/п	Модуль	Всего, час	Виды учебных занятий		
			лекции	практические занятия	самостоятельная работа
1	Модуль 1. Общая характеристика и области применения аддитивных технологий.	24	6	6	12
2	Модуль 2. Оборудование и материалы для аддитивных технологий	24	6	6	12
3	Модуль 3. Компьютерные методы в аддитивных технологиях	24	6	6	12
Итоговая аттестация			Зачет		
		72			

5. Календарный план-график реализации образовательной программы «Аддитивное производство»

№ п/п	Наименование учебных модулей	Трудоёмкость (час)	Сроки обучения
1	Модуль 1. Общая характеристика и области применения аддитивных технологий.	24	1 неделя
2	Модуль 2. Оборудование и материалы для аддитивных технологий	24	2 неделя
3	Модуль 3. Компьютерные методы в аддитивных технологиях	24	3 неделя
4	Итоговая аттестация		4 неделя
Всего:		72	

6. Учебно-тематический план программы «Аддитивные технологии»

№ п/п	Модуль / Тема	Всего, час	Виды учебных занятий			Формы контроля
			лекции	Практич. занятия	Самост. работа	
1	Модуль 1. Общая характеристика и области применения аддитивных технологий.	24	6	12	6	Тест
1.1	Аддитивные технологии: термины, определения	8	2	4	2	
1.2	Классификации технологий аддитивного производства	8	2	4	2	

1.3	Области применения изделий аддитивного производства	8	2	4	2	
2	Модуль 2. Оборудование и материалы для аддитивных технологий	24	6	12	6	Тест
2.1	Технологическое оборудование для аддитивного производства	8	2	4	2	
2.2	Материалы для аддитивного производства	8	2	4	2	
2.3	Технологические основы процессов получения материалов для аддитивного производства	8	2	4	2	
3	Модуль 3. Компьютерные методы в аддитивных технологиях	24	6	12	3	Тест
3.1	Обзор программного обеспечения для аддитивного производства.	8	2	4	2	
3.2	Программное обеспечение для подготовки 3D моделей для аддитивного производства с учетом технологических особенностей конкретной технологии.	8	2	4	2	
3.3	Программное обеспечение для подготовки управляющих программ для машин аддитивного производства.	8	2	4	2	

7. Учебная (рабочая) программа повышения квалификации «Аддитивные технологии»

Модуль 1. Общая характеристика и области применения аддитивных технологий.

Тема 1.1. Аддитивные технологии: термины, определения (2 часа)

Аддитивные технологии и аддитивное производство. Быстрое прототипирование.

Нормативные документы в сфере аддитивного производства.

Тема 1.2. Классификации технологий аддитивного производства (2 часа)

Классификация по методу формирования слоя. Классификация по методу фиксации слоя.

Классификация по типу конструкционного материала. Классификация по ключевой технологии.

Тема 1.3. Области применения изделий аддитивного производства (2 часа)

Области применения изделий, изготовленных из полимерных материалов. Области применения изделий, изготовленных из металлических материалов. Области применения изделий, изготовленных из песчаных материалов.

Модуль 2. Оборудование и материалы для аддитивных технологий

Тема 2.1. Технологическое оборудование для аддитивного производства (2 часа)

Обзор технологического оборудования для аддитивного производства и его техническое обслуживание.

Тема 2.2. Материалы для аддитивного производства (2 часа)

Обзор конструкционных материалов и областей их применения.

Тема 2.3. Технологические основы процессов получения материалов для аддитивного производства (2 часа)

Технологические основы процессов получения металлических материалов для аддитивного производства.

Модуль 3. Компьютерные методы в аддитивных технологиях

Тема 3.1. Обзор программного обеспечения для аддитивного производства (2 часа)

Обзор ПО для аддитивного производства. Классификация и области применения.

Тема 3.2. Программное обеспечение для подготовки 3D моделей для аддитивного производства с учетом технологических особенностей конкретной технологии (2 часа)

Особенности проектирования элементов фиксации частей конструкции. ПО для трехмерного сканирования и обмен данными.

Тема 3.3. Программное обеспечение для подготовки управляющих программ для машин аддитивного производства (2 часа)

Особенности подготовки управляющих программ для оборудования аддитивного производства. Преимущества и недостатки использования автоматического метода генерации управляющих программ.

Описание практико-ориентированных заданий и кейсов

	Номер темы/модуля	Наименование практического занятия	Описание
1.1	Аддитивные технологии: термины, определения	Технологии аддитивного производства: выбор и обоснование применения в различных отраслях.	Преимущества и недостатки аддитивного производства. Обоснование целесообразности применения аддитивного производства в различных отраслях (машиностроение, медицина, авиастроение и т.д.).
1.2	Классификации технологий аддитивного производства	Технологии аддитивного производства: выбор и обоснование применения в различных отраслях.	Различия между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ (материал, скорость изготовления, сложность, геометрическая форма, особенности программирования). Определение аддитивной технологии по набору

			классификационных признаков.
1.3	Области применения изделий аддитивного производства	Оценка перспективности применения технологий аддитивного производства на основании статистических данных	Технологии, связанные с технологиями аддитивного производства. Определение потребности в применении аддитивных технологий в различных отраслях.
2.1	Технологическое оборудование для аддитивного производства	Изучение конструктивных особенностей, технологических возможностей и принципа работы установок аддитивного производства: Makerbot replicator 2; Odjet 30 Pro; ProJet 1200; Concept Laser M2.	Техническое обслуживание оборудования. Вопросы подготовки, обслуживания и хранения материалов. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства. Выбор технологического оборудования для аддитивного производства на основании технических требований к изделию.
2.2	Материалы для аддитивного производства		Обзор вспомогательных материалов и областей их применения. Выбор конструкционных и вспомогательных материалов для изготовления изделий с применением различных технологий.
			применением различных технологий.

2.3	Технологические основы процессов получения материалов для аддитивного производства		Технологические основы процессов получения полимерных материалов для аддитивного производства. Оценка преимуществ и недостатков технологических процессов получения конструкционных материалов.
3.1	Обзор программного обеспечения для аддитивного производства.	Изучение особенностей ориентации моделей при использовании различных технологий аддитивного производства.	Особенности проектирования изделий для аддитивного производства. Погрешности и пути их устранения при подготовке 3D моделей для аддитивного производства. Подбор оптимального расположения модели с учетом технологических особенностей процесса производства.
3.2	Программное обеспечение для подготовки 3D моделей для аддитивного производства с учетом технологических особенностей конкретной технологии.		Преимущества и недостатки использования автоматической и ручной подготовки модели к производству. Ориентация изделия, постобработка полученных изделий. Оценка производительности, материалоемкости и трудоемкости постобработки изделий.
3.3	Программное обеспечение для подготовки управляющих программ для машин аддитивного производства.	Разработка управляющей программы установки аддитивного производства.	Обзор существующих программных продуктов для генерации управляющих программ. Назначение технологических параметров изготовления. Разработка управляющей

			программы для различных классов деталей, изготавливаемых с применением аддитивных технологий.
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------

8.Оценочные материалы по образовательной программе

8.1. Вопросы тестирования по модулям

№ модуля	Вопросы входного тестирования	Вопросы промежуточного тестирования	Вопросы итогового тестирования
1		<p>Какова общая последовательность процесса аддитивного производства? Укажите основные этапы аддитивного производства. Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР. Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы. Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка. Настройка оборудования для аддитивного производства. Процесс построения изделия. Постобработка изделия. Различия технологий аддитивного производства (фотополимеры, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы). Особенности использования подложек Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса.</p> <p>Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства. Ориентация изделия на платформе Удаление опорных элементов. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.</p>	<p>Какова общая последовательность процесса аддитивного производства? Укажите основные этапы аддитивного производства. Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР. Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы. Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка. Настройка оборудования для аддитивного производства. Процесс построения изделия. Постобработка изделия. Различия технологий аддитивного производства (фотополимеры, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы). Особенности использования подложек. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства. Ориентация изделия на платформе Удаление опорных элементов. Особенности создания элементов фиксации</p>

			частей конструкции и ребер жесткости.
2		<p>Идентификационная маркировка изделий при аддитивном производстве. Аддитивное производство изделий на основе медицинских данных.</p> <p>Аддитивное производство изделий на основе данных реверс-инжиниринга. Дальнейшие перспективы развития и применения аддитивного производства.</p> <p>Какие проблемы могут возникнуть при использовании поверхностного моделирования при создании трехмерных моделей изделий для аддитивного производства?</p>	<p>Идентификационная маркировка изделий при аддитивном производстве. Аддитивное производство изделий на основе медицинских данных. Аддитивное производство изделий на основе данных реверс-инжиниринга. Дальнейшие перспективы развития и применения аддитивного производства. Какие проблемы могут возникнуть при использовании поверхностного моделирования при создании трехмерных моделей изделий для аддитивного производства? Методы выбора процесса аддитивного производства изделий. Теория принятия решений. Методы определения приемлемости. Планирование производства и предварительная обработка. Изготовление детали и постобработка. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства.</p>

			<p>Недостатки бюджетных систем аддитивного производства.</p> <p>Подготовка трехмерных моделей. Проблемы STL/AMF файлов.</p> <p>Задачи расчета каждого профиля сечения. Прямое разбиение модели САПР.</p> <p>Форматы файлов для аддитивного производства.</p> <p>Моделирование процессов аддитивного производства с помощью конечно-элементного анализа.</p> <p>Применение STL файлов при механической обработке.</p>
3		<p>Методы выбора процесса аддитивного производства изделий.</p> <p>Теория принятия решений.</p> <p>Методы определения приемлемости.</p> <p>Планирование производства и предварительная обработка.</p> <p>Изготовление детали и постобработка.</p> <p>Преимущества бюджетных систем аддитивного производства.</p> <p>Недостатки бюджетных систем аддитивного производства.</p> <p>Подготовка трехмерных моделей. Проблемы STL/AMF файлов.</p> <p>Задачи расчета каждого профиля сечения.</p> <p>Прямое разбиение модели САПР.</p> <p>Форматы файлов для аддитивного производства.</p> <p>Моделирование процессов аддитивного производства с помощью</p>	

		конечно- элементного анализа. Применение STL файлов при механической обработки.	

8.2. описание показателей и критериев оценивания, шкалы оценивания

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	Зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Высокий уровень
74-90	Зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой	Продвинутый уровень
		обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	

61-73	Зачтено	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	Пороговый уровень
Менее 60	Не зачтено	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы

8.3. Примеры контрольных заданий по модулям или всей образовательной программе

Модуль 1 .Общая характеристика и области применения аддитивных технологий.

1. Какой из классификационных признаков является наиболее значимым?

Метод формирования слоя.

Применяемые строительные (модельные) материалы.

Способ подвода энергии для фиксации слоя построения.

2. По виду ключевой технологии, применяемой для связывания (соединения) отдельных частиц материала, аддитивные технологии подразделяют на....

Лазерные и не лазерные.

Bed deposition и direct deposition.

Сплавление и склеивание.

3. На какое количество групп, в соответствии со стандартом ASTM, можно разделить аддитивные технологии?

4. В чем принципиальное отличие методов Bed Deposition и Direct Deposition?

В методе формирования слоя.

В методе фиксации слоя.

Отличий нет.

5. Какая из организаций первой в России создала аддитивное производство полного цикла? **ВИАМ**

ЦИАМ

ОДК-Сатурн

6. Что является основным эффектом от использования аддитивных технологий в авиационной промышленности?

снижение веса деталей (коэффициент Buy-to-Fly ratio) повышение стоимости и скорости производства изделий значимого эффекта не выявлено

7. Чем ограничивается применение аддитивных технологий в авиационной промышленности?

жесткими сертификационными требованиями в этой отрасли

отсутствием порошковых материалов требуемого состава высокой себестоимостью изготовленных изделий

8. Какие корпорации являются мировыми лидерами по применению аддитивных технологий?

Boeing, General Electric (GE), Lockheed Martin

Boeing, General Electric (GE), ОДК Сатурн

Boeing, ВИАМ

9. Каковы области применения аддитивных технологий в литейном производстве?

изготовление литейных моделей, мастер-моделей, литейных форм и литейной

оснастки изготовление отливок сложной формы из тугоплавких материалов

изготавливаются конечные продукты как альтернатива литейному производству

10. Какие конструкционные материалы наиболее часто применяются для изготовления литейных моделей? **порошковый полистирол и фотополимерные композиции** любой материал с низкой температурой плавления

специализированные металлические порошковые материалы для литейного производства

11. Какие технологии аддитивного производства используются для изготовления песчаных литейных форм? **послойное спекание плакированного песка лазерным лучом** послойное нанесение связующего состава **все перечисленные**

12. Позволяет ли улучшить охлаждение пресс-форм применение аддитивных технологий изготовления? **да, за счет изготовления конформной системой охлаждения** нет, данные методы обладают такими же технологическими возможностями по сравнению с другими

да, за счет использования более теплопроводящих материалов, которые не возможно обработать другими технологиями

13. Какие задачи позволяет решать применение аддитивных технологий в автомобилестроении?

создание функциональных прототипов, создание выжигаемых и выплавляемых моделей для литья, производство оснастки и пресс-форм, мелкосерийное производство изделий

создание выжигаемых и выплавляемых моделей для литья, производство оснастки и пресс-форм, мелкосерийное производство изделий

создание функциональных прототипов, создание выжигаемых и выплавляемых моделей для литья

14. Какой автомобильный концерн одним из первых в 1988 году начал использовать 3D-принтеры для печати отдельных элементов прототипов?

Ford

Toyota

Daimler AG (Mercedes-Benz)

15. Кто является автором первого 3d прототипа автомобиля?

Kor Ecologic

Toyota

Daimler AG (Mercedes-Benz)

16. Какую цель преследовали разработчики бионического каркаса кузова автомобиля?
универсализация кузова автомобиля повышение жесткости кузова автомобиля
снижение расхода топлива

Модуль 2. Оборудование и материалы для аддитивных технологий

1. Какую технологию считают предшественницей современных аддитивных технологий?
создание фотоскульптур (Photosculpture)

стереолитографию

стереофотографию

2. Кто является автором первых работ по фотополимеризации?

Hideo Kodama

Otto Munz

Osumi Yoshinori

3. Кто из ученых ввел в оборот термин «стереолитография»?

Charles W. Hull

R.F. Housholder

Isao Morioka

4. В каком году компанией 3D Systems была создана первая коммерческая установка для аддитивного производства? **1987**

1986

1997

5. Каким нормативным документом регламентируются на международном уровне процессы аддитивного производства?

ISO 52900:2015

ASTM F2792.1549323-1

ISO 9001:2015

6. Какая разница между терминами Additive Manufacturing и Additive layer manufacturing?
разницы нет, это синонимы

термин Additive Manufacturing является более общим понятием

термин Additive layer manufacturing употребляется только тогда, когда слой формируется по методу «Bed deposition»

7. Каким нормативным документом регламентируются в РФ процессы аддитивного производства? **ГОСТ Р** стандартами ISO

нормативная документация по процессам аддитивного производства в РФ на сегодняшний день только разрабатывается

8. Какая разница между терминами Additive Manufacturing и Rapid Prototyping?
термин Additive Manufacturing является более общим понятием включающим понятие Rapid Prototyping разницы нет, это синонимы
термин Rapid Prototyping употребляется только для изделий из пластика

9. Кто является лидером на рынке аддитивных технологий?

США и Китай

США

Япония

10. Какими преимуществами обладают аддитивные технологии? возможность изготовления изделий из любого материала, высокая скорость изготовления изделий, универсальность оборудования

улучшенные свойства готовой продукции, большая экономия сырья, возможность изготовления изделий со сложной геометрией, мобильность производства и ускорение обмена данными

низкое энергопотребление, низкие первоначальные затраты на организацию производства, отсутствие вредных производственных факторов

11. Чем в некоторых случаях обусловлена анизотропность свойств деталей, полученных аддитивными технологиями? **послойной природой процессов аддитивного производства** применением порошковых материалов и лазерным излучением молекулярным строением применяемых материалов

Низкая скорость изготовления по сравнению с традиционными методами изготовления изделий является преимуществом или недостатком? **является недостатком** (ограничена мелкосерийным производством)

является преимуществом, т.к. позволяет получать детали с высоким качеством поверхности оба варианта правильные

12. По какой технологии работает оборудование Makerbot replicator 2?

FDM

SLM

PLA

13. По какой технологии работает оборудование Odjet 30 Pro? **PolyJet**

WaterJet

CombiJet

14. По какой технологии работает оборудование ProJet 1200?

SLA

SLS

SLM

15. По какой технологии работает оборудование Concept Laser?

SLM

SLA

SLS

16. Какое количество этапов включают процессы аддитивного производства?

8

5

11

17. С чего должно начинаться изготовление любых деталей с использованием аддитивных процессов

создания виртуальной 3D модели изделия создания

чертежа изделия

проведения маркетинговых исследований

18. Какой вид может иметь STL-файл?

текстовый (ASCII) или двоичный

только текстовый (ASCII)

только двоичный

19. Что нужно сделать, чтобы машина аддитивного производства распознала STL-файл?

его нужно разложить на слои - перевести в G-код его нужно сохранить в формате «*.stp»

его нужно скопировать на системный диск машины аддитивного производства

20. Каково функциональное назначение поддерживающих элементов?

необходимы для изготовления деталей с внутренними полостями, нависающими конструкциями, сложной детализацией и тд. необходимы для соединения изделий в сборке

необходимы только для крепления детали к платформе построения

21. Какие основные виды поддержек вы знаете?

Древовидные (Bar Support) , Линейчатые (Polyline Support), Объемные (Volume Support) простые и сложные

прямоугольные, цилиндрические, шарообразные

22. Древовидные поддержки строятся от: **точки на поверхности модели до**

точки на поверхности платформы построения линии на поверхности модели до линии на поверхности платформы построения в любом требуемом месте

23. Можно ли создавать поддержки в ручном и автоматическом режиме?

можно в некоторых программах

нельзя

зависит от настроек программного обеспечения

Какие наиболее популярные программные продукты для подготовки к «3D-печати» вы знаете?

Materialise Magics и Autodesk Netfabb

Materialise Magics и Autodesk Inventor

Autodesk Netfabb и Solid Edge

24. Какая из версий программного обеспечения Autodesk Netfabb обладает наибольшими функциональными возможностями?

Netfabb Standard
Netfabb Premium
Netfabb Ultimate

25. Обладает ли программное обеспечение Autodesk Netfabb инструментариями для моделирования завершающей стадии обработки детали? **обладает**
обладает при наличии программных продуктов PowerMill и Feature CAM
не обладает

26. С какими установками аддитивного производства обладает совместимостью программное обеспечение Materialise Magics? **со всеми**
совместимость зависит от версии программного обеспечения Materialise Magics только с установками, предназначенными для работы с металлическим порошком

Модуль 3. Компьютерные методы в аддитивных технологиях

1. Каково основное функциональное назначение специализированных программных продуктов Netfabb и ANSYS Additive Suite? **анализа термических напряжений преобразование 3D моделей в формат «stl»**
расчет производительности процесса аддитивного производства

2. Для работы с какими материалами предназначено специализированное программное обеспечение Netfabb и ANSYS Additive Suite? **металлическими порошковыми материалами** любыми сыпучими материалами (полимеры, металл и др.)
жидкими фотополимерами

3. Что является основным результатом использования специализированных программных продуктов Netfabb и ANSYS Additive Suite?
сокращение времени и финансовых затрат за счет сокращения количества пробных попыток
сокращение времени на подготовку процесса аддитивного производства снижение себестоимости оборудования

4. Позволяет ли использование специализированных программных продуктов Netfabb и ANSYS Additive Suite создавать детали с учетом их усадки и расширения материала?
позволяет
позволяет учитывать только процесс усадки
позволяет учитывать только процесс расширения материала под воздействием температур

5. Какое количество фаз имеет процесс распыления металла при газовой атомизации?
1
2
3

6. Какая фаза должна иметь максимальную длительность при газовой атомизации?
начальную **рабочая**
заключительная

7. За счет чего можно повысить производительность процесса газовой атомизации? **увеличения доли рабочей фазы в общем балансе времени цикла атомизации** создания высокого избыточного давления или низкого вакуума
при газовой атомизации производительность является постоянной величиной
8. Каким недостатком обладает технология плазменной атомизации (Plasma Atomization)? **необходимо наличие специального производства исходного материала** узкий диапазон фракционного состава, получаемого порошкового материала высокий процент нежелательных примесей в получаемом материале
9. Какое количество камер содержит вакуумный атомайзер?
2
3
4
10. В какой камере создается вакуум при вакуумной атомизации? **правильной распылительной**
в обеих
11. За счет чего обеспечивается сферическая форма гранул при вакуумной атомизации? **специальной подготовки исходного материала «взрыва» капли материала изнутри** действия вакуумной среды
12. В какой камере создается избыточное давление газа при вакуумной атомизации? **правильной распылительной** в обеих
13. Что является главным достоинством технологии Rotating Electrode Process? **полное исключение контакта расплава с тиглем и разливочными устройствами** низкие удельные энергозатраты
низкая себестоимость процесса
14. Что оказывает влияние на получаемую форму частиц при центробежном распылении? **состав газовой среды и перегрев расплава** состав газовой среды и скорость ее прокачки химический состав исходного сырья
15. Какие модели центробежного распыления вы знаете?
DDF (direct droplet formation), LD (ligament disintegration) и FD (film disintegration)
DDF (direct droplet formation) и LD (ligament disintegration)
LD (ligament disintegration) и FD (film disintegration)
16. В каких годах был разработан метод получения порошковых материалов центробежным распылением с торца прутковой заготовки?
1970 - х
1980- х
1960 - х
17. Расположите в логической последовательности этапы постобработки изделий **снятие внутренних напряжений-снятие детали с платформы построения - удаление вспомогательных поддерживающих элементов конструкции-механическая обработка резанием- финишная обработка**

снятие детали с платформы построения - удаление вспомогательных поддерживающих элементов конструкции-механическая обработка резанием-финишная обработка- снятие внутренних напряжений снятие детали с платформы построения -снятие внутренних напряжений- удаление вспомогательных поддерживающих элементов конструкции-механическая обработка резанием- финишная обработка

18. Какие технологические способы используются удаления поддержек?
механическое удаление и расплавление механическое удаление, расплавление и вымывание

механическое удаление, расплавление, вымывание и растворение

19. Какие технологические методы используются для снижения шероховатости поверхности изделий аддитивного производства из металла?

галтовка, шлифование и ультразвуковое полирование шлифование и ультразвуковое полирование галтовка и полирование

20. Какие технологические методы используются для снижения шероховатости поверхности изделий аддитивного производства из полимеров?

ацетоновая «баня» механическая шлифовка керосиновая «баня»

21. В каком году было разработано горячее изостатическое прессование? **1955**

1965

1972

22. На каких максимальных режимах может работать специальное оборудование для горячего изостатического прессования? **температура до 3000 °С и давление до 300 Мпа**

температура до 2000 °С и давление до 200 Мпа

значения температуры и давления не ограничены

23. С какой целью процесс горячего изостатического прессования применяется для постобработки изделий, изготовленных с применением аддитивных технологий?

снижения микропористости

снижения внутренних остаточных напряжений

снижения микропористости и внутренних остаточных напряжений

24. Какое количество основных этапов входит в состав типичного цикла процесса горячего изостатического прессования?

5

7

9

8.4. Тесты и обучающие задачи (кейсы), иные практико-ориентированные формы заданий Пример 1.

Выполнить экономический расчет стоимости порошка для аддитивных технологий, получаемого из техногенных отходов машиностроения, для обоснования эффективности аддитивного производства. При выполнении расчетов учесть стоимость исходного сырья, операции по закупке техногенных

отходов, их отмывке, размолу и рассеву, сфероидизации, а также сопутствующие расходы. Оформите отчет о выполненной работе в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

8.5. Описание процедуры оценивания результатов обучения

Итоговая аттестация в рамках изучения тем, предусмотренных программой, предполагает проведение тестирования по каждому модулю. Содержательная валидность теста обеспечивается применением контрольно-измерительных материалов, предназначенных для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений (знаний, умений) основным показателям результатов подготовки. Надежность теста обеспечивается стабильностью результатов выполнения включенных в него заданий. Параллельность вариантов достигается за счет включения взаимозаменяемых, однотипных, примерно одинаковых по уровню сложности заданий, расположенных на одних и тех же местах во всех вариантах.

Целью контроля знаний по программе является оценка качества освоения слушателями материала по завершении обучения.

Список вопросов для тестирования выдаётся преподавателем из списка вопросов, предусмотренных программой. Решение об аттестации принимается на основе оценки ответов на вопросы тестирования по 100-балльной шкале.

9. Организационно-педагогические условия реализации программы

9.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническое оснащение рабочих мест преподавателя программы и слушателя программы отражено в приложении к программе.

Материально-техническое оснащение проведения демонстрационного экзамена – в соответствии с инфраструктурным листом КОД ДЭ, используемого для проведения итоговой аттестации по программе.

Учебно-методическое обеспечение программы

- техническое описание компетенции;
- комплект оценочной документации по компетенции;
- печатные раздаточные материалы для слушателей;
- учебные пособия, изданных по отдельным разделам программы:
- Руководство по эксплуатации Сканеры оптические трехмерные RangeVision PRO - Москва, RangeVision, 2021, 108с.
- 3D-печать. Практическое руководство. Бен Рэдвуд, Филемон Шофер, Брайан Гаррэт М.: ДМК, 2020г.
- Анамова Р.Р. (отв. ред.), Леонова С.А. (отв. ред.), Пшеничнова Н.В. (отв. ред.) Инженерная и компьютерная графика. Учебник и практикум для СПО, - М.: Юрайт, 2017г.

профильная литература;

- Гребенкин, В. З. Техническая механика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. З. Гребенкин, Р. П. Заднепровский, В. А. Летягин ; под редакцией В. З. Гребенкина, Р. П. Заднепровского. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 390 с.
- Олофинская В.П. Детали машин. Краткий курс, практические занятия и тестовые задания: Учебное пособие, Издательство Форум, 2018

- Плошкин, В. В. Материаловедение : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Плошкин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 463 с.
- Сеферов Г.Г, Фоменко А.Л., Батиенков В.Т., Материаловедение: Учебник, 2018 Издательство: НИЦ ИНФРА-М
- Рогов, В. А. Технология машиностроения: учебник для среднего профессионального образования / В. А. Рогов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 351 с.
- Метрология, стандартизация, сертификация: учебник / И.П. Кошечая, А.А.Канке. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2017. — 415 с. — (Профессиональное образование)
- Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты (2-е издание). Учебник СПО.- М.: Академия, 2011
- Ганевский Г.М., Гольдин И.И. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. — М.: ПрофОбрИздат, 2011.
- Зайцев С.А., Куранов А.Д., Толстов А.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. — М.: Академия, 2011.
- Анухин В.И. Допуски и посадки. — СПб.: Питер, 2004.

- отраслевые и другие нормативные документы:
- ГОСТ 1139-80. Соединения шлицевые.
- ГОСТ 11708-82. Резьба. Термины и определения.
- ГОСТ 16093-81. Резьба метрическая. Допуски.
- ГОСТ 9150-81. Резьба метрическая. Профиль.
- ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.
- ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры.
- ГОСТ 520-89. Подшипники шариковые. Технические требования.

- электронные ресурсы:
- <https://www.gewinde-normen.de/en/index.html>
- <https://3dtoday.ru/upload/files/books/3Dprintbook.pdf>
- Комплект программно-учебных модулей по компетенции «Инженерный дизайн САД» ИЦ «Академия» 2021г.

- официальный сайт оператора международного некоммерческого движения WorldSkills International – Агентство развития профессионального мастерства – (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://worldskills.ru>;
- единая система актуальных требований Ворлдскиллс (электронный ресурс) режим доступа: <https://esat.worldskills.ru>.

Информационное сопровождение	
Электронные образовательные ресурсы	Электронные информационные ресурсы
	<p>Проблемно-ориентированный портал по программному обеспечению и аддитивным технологиям: http://www.materialise.com;</p> <p>Проблемно-ориентированный портал по аддитивным технологиям в машиностроении: http://www.arcam.com;</p> <p>Проблемно-ориентированный портал по оборудованию для аддитивного производства на основе технологий стереолитографии и выборочного лазерного спекания материалов: https://www.3dsystems.com.</p>

9.2. Материально-технические условия реализации программы

Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционные занятия	Коммуникационная платформа
Практические занятия	<p>Реализация программы предполагает доступ слушателя к персональному компьютеру, удовлетворяющему следующим техническим характеристикам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экран с диагональю не менее 17"; - разрешение экрана не ниже 1280*800 точек (для экранов с соотношением сторон 4:3 не ниже 1280*1024); - глубина цвета дисплея 16 бит (65536 цветов) или выше; - подключение к Интернету с шириной канала не менее 200 Кб/с. - процессор класса Pentium IV 3 ГГц и выше; - оперативная память 2 Гб и выше; - свободное дисковое пространство 200 Мб; - операционная система семейства MS Windows 7 и выше; - браузер.

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ

1.	Наименование компетенции	Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники	
2.	Указание типа компетенции	общекультурная/ универсальная	
		общепрофессиональная	
		профессиональная	профессиональная
		профессионально специализированная	
3.	Определение, содержание и основные существенные характеристики компетенции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные технологические, эксплуатационные, эстетические, экономические и управленческие параметры изделий машиностроительных производств; - способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа; выбирать основные и вспомогательные материалы для изделий машиностроительных производств <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками по разработке проектов машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации. 	

		- современными методами разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, а также применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов	
4.	Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням	Уровни сформированности компетенции обучающегося	Индикаторы
		Начальный уровень (Компетенция недостаточно развита. Частично проявляет навыки, входящие в состав компетенции. Пытается, стремится проявлять нужные навыки, понимает их необходимость, но у него не всегда получается.)	Знать: основные технологические и эксплуатационные параметры изделий машиностроительных производств. способы реализации основных технологических процессов Уметь: - проводить диагностику объектов машиностроительных производств; выбирать основные материалы для изделий машиностроительных производств Владеть: - навыками по разработке проектов машиностроения. современными методами разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
		Базовый уровень (Уверенно владеет навыками, способен, проявлять соответствующие навыки в ситуациях с элементами неопределённости, сложности.)	Знать: основные технологические, эксплуатационные, и управленческие параметры изделий машиностроительных производств способы реализации основных технологических процессов

		<p>Продвинутый (Владеет сложными навыками, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки в ситуациях повышенной сложности.)</p>	<p>Уметь: - проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа; выбирать основные материалы для изделий машиностроительных производств</p> <p>Владеть: - навыками по разработке проектов машиностроения. современными методами разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных</p> <p>Знать: - основные технологические, эксплуатационные, экономические и управленческие параметры изделий машиностроительных производств способы реализации основных технологических процессов, аналитические и технологий численные методы при разработке их математических моделей</p>
			<p>Уметь: - проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа; выбирать основные материалы для изделий машиностроительных производств</p>

		<p>Владеть: - навыками по разработке проектов машиностроения, средств технологического оснащения. современными методами разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий</p>
	<p>Профессиональный (Владеет сложными навыками, создает новые решения для сложных проблем со многими взаимодействующими факторами, предлагает новые идеи и процессы, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки в ситуациях повышенной сложности.)</p>	<p>Знать: - основные технологические, эксплуатационные, эстетические, экономические и управленческие параметры изделий машиностроительных производств способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей Уметь: - проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа; выбирать основные и вспомогательные материалы для изделий машиностроительных производств</p>
		<p>Владеть: - навыками по разработке проектов машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики</p>

		<p>машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации. современными методами разработки малоотходных, энергосберегающих и машиностроительных технологий, а также применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов экологически чистых</p>
<p>Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции</p>	<p>Компетенции цифровой грамотности</p>	
<p>Средства и технологии оценки</p>	<p>Тестирование</p>	