

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине
«Основы аддитивных технологий»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль)
образовательной
программы:** Технологии цифрового проектирования и
производства в машиностроении

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Технические дисциплин

Форма обучения: Очная, очно-заочная, заочная

Курс: 3 **Семестр:** 5 (6)

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 (6) семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана). В семестре предусмотрены аудиторские лекционные, и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	ТО	ОПР	Т/КР	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1 Знает современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств, основные информационные технологии и программные средства, используемые для моделирования технологических процессов	ТО		T1 T2 T3 КР1	ТВ
3.2 Знает особенности функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях, способы и методы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроительных производствах, современные малоотходные, энергосберегающие и экологически чистые машиностроительные технологии, принципы рацио-	ТО		T1 T2 T3 T4 КР2	ТВ

нального и безопасного использования природных ресурсов, энергии, материалов.				
3.3.Знает методы достижения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения, организацию контроля качества и управления технологическими процессами, правила разработки технологических процессов.	ТО ТО		T2 T3 T4 KP2	ТВ
Освоенные умения				
У.1.Умеет использовать программные средства для моделирования технологических процессов, разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств		ОПР1 ОПР2 ОПР3	KP1 KP2	ПЗ
У.2.Умеет оценивать безопасность машиностроительного производства, выполнять конструкторские и технологические разработки с учётом возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и определять их риски, применять способы, методики и подходы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроительных производствах.		ОПР1 ОПР2 ОПР3	KP1 KP2	ПЗ
У.3.Умеет осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины.		ОПР1 ОПР2 ОПР3 ОПР4	KP1 KP2	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1.Владеет навыками использования современных цифровых программ проектирования технологических приспособлений и программных средств для моделирования технологических процессов.		ОПР1 ОПР2 ОПР3	KP1 KP2	КЗ
В.2.Владеет навыками разработки проектов изделий машиностроения и технологий с учетом современных подходов рационального использования материалов и энергии, требований по экологической чистоте работы предприятий; опытом разработки и использования методов обеспечения экологической безопасности машиностроительных производств.		ОПР1 ОПР2 ОПР3	KP1 KP2	КЗ
В.3.Владеет навыками отработки конструкций на технологичность, опытом участия в разработке проектов изделий машиностроения		ОПР1 ОПР2 ОПР3 ОПР4	KP1 KP2	КЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; КЗ – комплексное задание (индивидуальное задание); ОПР – отчет по практической работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание. КЗ - комплексное задание экзамена

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) в форме защиты практических работ, рубежных контрольных работ и рубежного тестирования.

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 4 практических занятия. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами лекционного и практического материала. Первая КР - «Разработка управляющей программы для печати изделия по технологии FDM печати», вторая КР - «Разработка управляющей программы для печати изделия по технологии LCD печати».

Типовые задания первой КР:

1. Разработка управляющей программы для изготовления изделия «Кронштейн» методом FDM печати
2. Разработка управляющей программы для изготовления изделия «Прошина» методом FDM печати
3. Разработка управляющей программы для изготовления изделия «Лопатка» методом FDM печати

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые задания второй КР:

1. Разработка управляющей программы для печати изделия «многозаходное болтовое соединение» по технологии LCD печати
2. Разработка управляющей программы для печати изделия «Турбина авиационного двигателя» по технологии LCD печати
3. Разработка управляющей программы для печати изделия «Планетарный редуктор с шевронным зацеплением» по технологии LCD печати

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Рубежное тестирования

Запланировано 4 рубежных тестирования (Т) после освоения студентами лекционного и практического материала. Первое Т по разделу 1 «Общие принципы аддитивного производства», второе Т по разделу 2 «Машины и оборудование», третье Т по разделу 3 «Аддитивные технологии и быстрое прототипирование», четвертое Т по разделу 4 «Методы моделирования и оценки точности изделий».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования приведены в общей части ФОС образовательной программы.

**Типовые тестовые задания
по разделу 1 «Общие принципы аддитивного производства»**

1. Выберите из предложенных вариантов те, которые отражают достоинства АФ технологии относительно традиционных методов изготовления деталей машиностроения?

- а) Точность изготовления и качество поверхностей;
- б) Высокая размерная точность исходной заготовки;
- в) Повышение КИМ;
- г) Сокращение производственных издержек;
- д) Скорость изготовления.

2. Согласно классификации ASTM от 2012года, аддитивные технологии заключают в себе 7 классификационных групп. Что в переводе на русский язык означает классификационная группа «MaterialJetting».

_____ (Вписать правильный ответ)

3. Назовите основные этапы производства согласно АФ технологиям.

_____ (Вписать правильный ответ)

4. Группа методик, используемых для быстрого изготовления масштабной модели физической детали или сборной детали с использованием данных систем автоматизированного проектирования (САПР)

_____ (Вписать правильный ответ)

5. Аддитивные технологии – это?

_____ (Вписать правильный ответ)

6. Выберите дату первых исторических предпосылок зарождения аддитивных технологий.

- а) 1990г.
- б) 1890г.
- в) 1980г.
- г) 1981г.

7. Автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования. Представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

_____ (Вписать правильный ответ)

8. Автоматизированная система, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Под термином понимаются как сам процесс компьютеризированной подготовки производства, так и программно-вычислительные комплексы, используемые инженерами-технологами.

_____ (Вписать правильный ответ)

9. Разнообразные программные продукты, позволяющие при помощи расчётных методов (метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объёмов) оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации.

_____ (Вписать правильный ответ)

10. Назовите, в чем выжалось первое приближение к технологии трехмерного представления реальных объектов, которое было в 1980 году.

_____ (Вписать правильный ответ)

11. выберите правильный вариант ответа. В каких областях человеческой деятельности было реализовано первое применение аддитивных технологий, представленных компанией 3D systems

- а) НИОКР
- б) Искусство
- в) ТПП
- г) Бытовые нужды
- д) образование.

12. Что в переводе на русский язык представляет собой технология SHEET LAMINATION

_____ (Вписать правильный ответ)

13. Назовите методы подвода энергии для формирования слоя

_____ (Вписать правильный ответ)

14. Всегда ли установка аддитивного производства оснащена лазером, чтобы обеспечить формирование слоя?

_____ (Вписать правильный ответ)

15. Оказывает ли интеграция аддитивных технологий положительное влияние на окружающую среду?

_____ (Вписать правильный ответ)

16. Обеспечивает ли применение аддитивных технологий экономическую эффективность в условиях массового производства?

_____ (Вписать правильный ответ)

17. Существует ли ограничение по применяемым строительным материалам в аддитивном производстве?

_____ (Вписать правильный ответ)

18. Исключите неверный вариант.

а) Первым приближением к стереолитографии в современном понимании стала идея OttoMunz (1956 г.), который предложил способ селективной (послойной) экспозиции прозрачной фотоэмульсии.

б) В 1981 г. R.F. Housholder (Пат. США № 4247508) предложил способ формирования тонкого слоя порошкового материала путем нанесения его на плоскую платформу

в) В 1977 г. WynKellySwainson (Пат. США № 4041476) предложил способ получения трехмерных объектов посредством отверждения фоточувствительного полимера посредством применения УФ лампы

19. Выберите правильный вариант ответа. Лидером по применению аддитивных технологий в человеческой деятельности является:

- а) USA
- б) Germany
- в) France
- г) Japan

20. Выберите правильный вариант ответа. Основным производителем SLA машин является:

- а) 3D systems
- б) SLM Solution
- в) ExOne
- г) Stratasys

Типовые тестовые задания по разделу 2 «Машины и оборудование»

1. Как называется группа станков, где реализуется осаждение материала непосредственно в зону построения детали?

_____ (Вписать правильный ответ)

2. Как называется группа станков, где подвод энергии реализуется на заранее сформированную высоту слоя?

_____ (Вписать правильный ответ)

3. Какие типы материалов применяются при использовании трехмерной печати по технологии FDM?

_____ (Вписать правильный ответ)

4. Какие типы материалов применяются при трехмерной печати, реализованной на основе принципа фотополимеризации?

_____ (Вписать правильный ответ)

5. По применяемым строительным материалам аддитивные технологии подразделяются на.....

_____ (Вписать правильный ответ)

6. На какие две группы разделяется рынок машин для аддитивного производства?

_____ (Вписать правильный ответ)

7. В каком виде исходного материала могут быть представлены металлы при приме-

нии технологии LMD/ EBF?

_____ (Вписать правильный ответ)

8. Какие классы полимерных материалов могут быть применены в аддитивном производстве?

_____ (Вписать правильный ответ)

9. Выберите правильный ответ. На основе каких классов металлических материалов изготавливаются порошки для аддитивного производства?

- а) Бронза
- б) Медь
- в) Железо
- г) Никель
- д) Кобальт
- е) Титан
- ж) алюминий

10. Какими отличительными свойствами обладают изделия, изготовленные из металлопорошка с включением кобальта?

_____ (Вписать правильный ответ)

11. Какими отличительными свойствами обладают изделия, изготовленные из металлопорошка с включением титана?

_____ (Вписать правильный ответ)

12. Какими отличительными свойствами обладают изделия, изготовленные из металлопорошка с включением алюминия?

_____ (Вписать правильный ответ)

13. Какими отличительными свойствами обладают изделия, изготовленные из металлопорошка из чугуна?

_____ (Вписать правильный ответ)

14. Назовите три сегмента рынка аддитивных машин.

_____ (Вписать правильный ответ)

15. В каком типе и виде процесса выращивания изделий применяются керамические материалы?

_____ (Вписать правильный ответ)

16. В каком типе и виде процесса выращивания изделий применяются органические материалы?

_____ (Вписать правильный ответ)

17. В каком типе и виде процесса выращивания изделий применяется воск?

_____ (Вписать правильный ответ)

18. Какими свойствами обладают изделия, изготовленные из угленаполненного полиамида 12?

_____ (Вписать правильный ответ)

19. Назовите основные области применения изделий из стали?

_____ (Вписать правильный ответ)

20. Назовите основные области применения изделий из алюминиевых сплавов?

_____ (Вписать правильный ответ)

Типовые тестовые задания по разделу 3 «Аддитивные технологии и быстрое прототипирование»

1. Технология трехмерной печати, где в качестве источника энергии используется ультрафиолетовое облучение.

_____ (Вписать правильный ответ)

2. Как называется тип дефектов, который встречается при FDM печати и выражается наличием инородных включений в тело детали?

_____ (Вписать правильный ответ)

3. Как называется тип дефектов, который встречается при FDM печати и выражается текучестью краевых слоев стенки?

_____ (Вписать правильный ответ)

4. Технология трехмерной печати изделий, заключающаяся в послойном склеивании листовых материалов (фольга, ламинаты, пленки и т.д.), где контур каждого слоя формируется путем вырезания лазерным лучем.

_____ (Вписать правильный ответ)

5. Технология аддитивного производства, в которой используется мощный лазер для спекания мелких частиц полимерного порошка в прочную структуру на основе 3D-модели

_____ (Вписать правильный ответ)

6. Это аддитивная технология, имеющая, как правило, отношение к 3D-печати, позволяющая с помощью источника света слой за слоем, посредством избирательного воздействия в результате фотополимеризации преобразовывать жидкие материалы в твердые объекты

_____ (Вписать правильный ответ)

7. Выберите правильный ответ. К основным достоинствам лазерной стереолитографии относятся:

- а) Высокая производительность
- б) Стабильная точность при увеличении размеров печати
- в) Точность
- г) Низкая шероховатость

8. Технология послойного синтеза изделия путем экструзии исходного материала по траектории слоя детали

_____ (Вписать правильный ответ)

9. Технология послойного синтеза изделия реализованная путем применения проектора с ультрафиолетовым излучением

_____ (Вписать правильный ответ)

10. На какие три основные категории материалов подразделяются фотополимерные смолы?

_____ (Вписать правильный ответ)

11. Какой вид кинематической схемы применяется в бытовых 3д принтерах?

_____ (Вписать правильный ответ)

12. Кинематическая схема, которая позволяет обеспечить изготовление деталей сложной формы благодаря 8ми степеням свободы механизма.

_____ (Вписать правильный ответ)

13. Выберите правильный ответ. К ряду недостатков полярной кинематики 3д принтеров относятся:

- а) Дороговизна
- б) Низкая точность
- в) Вогнутость и выпуклость боковых граней
- г) Сложность программирования
- д) Ограниченный перечень используемых материалов

14. Технология послойного синтеза изделий, в основе которой заключается принцип работы струйного принтера. Отличительной чертой является одновременное использование нескольких видов материалов и одновременное формирование, как основной конфигурации изделия, так и вспомогательных элементов(поддержек).

_____ (Вписать правильный ответ)

15. Назовите варианты жидкофазного состояния материала при технологии SLS.

_____ (Вписать правильный ответ)

16. Является ли проблема порообразования при использовании аддитивных технологий ключевым направлением исследований?

_____ (Вписать правильный ответ)

17. Назовите не менее трех типов материалов применяемых в технологии ламинирования(LOM).

_____ (Вписать правильный ответ)

18. Технология послойного синтеза изделия реализованная одновременным подводом энергии в зону печати, исходного материала и газа.

_____ (Вписать правильный ответ)

19. Какие виды постобработки применяются для повышения качества изделий полученных методами стереолитографии?

_____ (Вписать правильный ответ)

20. Назовите основные режимы трехмерной печати, влияющие на качество поверхности получаемой при селективном лазерном спекании.

_____ (Вписать правильный ответ)

Типовые тестовые задания по разделу 4 «Методы моделирования и оценки точности изделий»

1. Назовите две группы методов, используемых для получения металлопорошков в порошковой металлургии.

_____ (Вписать правильный ответ)

2. К механическим методам получения металлопорошков относятся

_____ (Вписать правильный ответ)

3. Технология получения металлопорошков, заключающаяся в атомизации материала путем действия агрессивной среды в виде действия сжиженного газа?

_____ (Вписать правильный ответ)

4. Назовите стадии процесса газовой атомизации.

_____ (Вписать правильный ответ)

5. Выберите правильный ответ. Методом газовой атомизации получают следующие металлопорошки:

- а) Никелевые и жаропрочные сплавы
- б) Высоколегированные стали
- в) Чугуны
- г) Цветные металлы

6. Технология получения металлопорошков путем действия вакуума на расплав

_____ (Вписать правильный ответ)

7. Какой удельный процент порошков, применяемых в аддитивных технологиях, получают методами диспергирования:

- а) 60%
- б) 70%
- в) 80%
- г) 90%

8. Технология получения исходной заготовки путем совмещенного получения металлической дисперсии и ее осаждения непосредственно в зону формирования исходной заготовки.

_____ (Вписать правильный ответ)

9. Назовите основные составляющие атомайзеров.

_____ (Вписать правильный ответ)

10. Какие геометрические формы позволяет обеспечить технология SprayForming

_____ (Вписать правильный ответ)

11. В какой области металлургии получает развитие технологии SprayForming?
 _____ (Вписать правильный ответ)
12. Методы получения нанокристаллических материалов.
 _____ (Вписать правильный ответ)
 _____ (Вписать правильный ответ)
13. Повышение поверхностной прочности изделий обеспечивается путем применения:
 _____ (Вписать правильный ответ)
14. Количество микродефектов в структуре образцов, полученных методом селективного лазерного спекания, можно уменьшить применяя
 _____ (Вписать правильный ответ)
15. Какие стратегии трехмерной печати и сканирования применяются с целью снижения анизотропии заготовки.
 _____ (Вписать правильный ответ)
16. Назовите методы контроля качества изделий аддитивного производства?
 _____ (Вписать правильный ответ)
17. Что применяют для анализа дефектов и внутренней структуры деталей при рентгено-структурном анализе.
 _____ (Вписать правильный ответ)
18. Назовите основные типы дефектов, которые подлежат контролю при компьютерной томографии.
 _____ (Вписать правильный ответ)
19. Какую плотность изделия позволяют получать современные методы трехмерной печати?
 _____ (Вписать правильный ответ)
20. Приведите классификацию металлопорошков по величине дисперсии.
 _____ (Вписать правильный ответ)

Ответы к приведенным тестам

Раздел 1		Раздел 2	
№	Правильный ответ	№	Правильный ответ
1	б, в, г	1	Direct Deposition
2	Разбрызгивание материала, струйные технологии	2	Bad Deposition
3	Моделирование Конвертация Разбивка на слои Подготовка АМ Изготовление Удаление с рабочей зоны Пост-обработка Эксплуатация.	3	Полимеры, керамика, органические материалы, композиты

4	Быстрое прототипирование	4	Фотополимеры, воск, органические материалы
5	Технологии послойного синтеза изделий, заключающиеся в добавлении материала на ранее сформированный слой	5	Жидкие, сыпучие, полимерные, металлопорошковые
6	б	6	BadDeposition DirectDeposition
7	CAD	7	Порошок/проволока
8	CAM	8	Термопластичные термоэластопласты термопластичные композиты
9	CAE	9	в, г, д, е, ж
10	Фотоскульптура топографические карты	10	Жаропрочность
11	а, в	11	Высокая удельная прочность/ биосовместимость
12	Склеивание листовых материалов	12	Малая масса Высокая теплопроводность
13	Тепловое воздействие, облучение ультрафиолетом, связующий состав и т.д.	13	Немагнитность Хладостойкость
14	Нет	14	- Низкий класс(офисное использование) - Средний класс(Создание прототипов деталей) - Высокий класс(изготовление функциональных изделий)
15	Да	15	Синтез на подложке Струйное нанесение связующего Экструзия
16	Нет	16	Струйное нанесение материала Экструзия
17	Да	17	Струйное нанесение связующего
18	в	18	Повышенная прочность и жесткость Высокая удельная прочность Теплопроводность Электропроводность
19	а	19	Прессформы Медицинский инструмент Функциональные детали прочее
20	а	20	Детали МГТД (Корпус компрессора, корпус направляющего аппарата, колесо компрессора)
Раздел 3		Раздел 4	
№	Правильный ответ	№	Правильный ответ
1	SLA	1	Физико-химические/ Механические
2	Ликвация	2	Размол/ Диспергирование(атомизация)
3	Коробление	3	Газовая атомизация
4	LOM	4	- Начальная (подача материала) - Рабочая (стабилизация процесса)

			- Заключительная (снижение концентрации металла)
5	SLS	5	а,б,г
6	SLA	6	Вакуумная атомизация
7	б, в, г	7	г
8	FDM	8	SprayForming
9	DLP	9	- Индукционная(плавильная) камера - Рабочая камера- башня(газовая/вакуумная) - Емкость для сбора дисперсии
10	Инженерные Стоматологические Литьевые	10	- Призмы - Цилиндры - Трубы
11	Картезианская	11	Интенсивная пластическая деформация. В частности Равноканальное угловое прессование
12	Роботизированная	12	- Компактирование нанопорошков - Кристаллизация из аморфного состояния - ИПД
13	б, г	13	Дробеструйной и пескоструйной обработки
14	Струйная печать MJM	14	Горячее изостатическое прессование
15	Отдельные частицы Композитные частицы Частицы с покрытием Нечеткие смеси	15	- Одно направление движения - Два направление движения - Два перекрестных направления движения - Шахматный порядок
16	Да	16	- Оптический - Тепловой - Рентгеновский - Ультразвуковой
17	Пластики Композиты Металлическая фольга Керамика Бумага Полимерная пленка	17	Томограф
18	LENS.	18	- Поры - Раковины - Включения
19	Удаление поддержек Промывка Постоблучение Механическая обработка Нанесение покрытий	19	До 100%
20	Мощность Подача	20	- нанодисперсные с $d < 0,001$ мкм, - ультрадисперсные $d = 0,01-0,1$ мкм, - высокодисперсные $d = 0,1-10$ мкм, - мелкие – $d = 10-40$ мкм, - средние – $d = 40-250$ мкм - крупные – $d = 250-1000$ мкм

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.
3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
4. Основные понятия и определения.
5. Классификация аддитивных технологий.
6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
9. FDM печать композиционных материалов.
10. Применения FDM печати.
11. Стереолитография.
12. Особенности DLP технологии.
13. Особенности LCD технологии.
14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
15. Применения стереолитографии.
16. MJM технологии.
17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их

применение.

18. SLS технология.
19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.
20. Применения SLS печати.
21. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.
22. Селективное лазерное сплавление.
23. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.
24. Лазерная наплавка.
25. Электронно-лучевая плавка.
26. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.
27. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.
28. Применения 3D печати металлами.
29. Требования к порошкам для 3D печати металлами.
30. Газовая атомизация.
31. Центробежная атомизация.
32. Плазменная сфероидизация.
33. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.
34. Binder jetting печать.
35. Применяемые в технологии Binderjetting материалы и их свойства.
36. Применения технологии Binderjetting.
37. 3d печать литейных форм.
38. 3d печать мастер моделей.
39. 3d печать выжигаемых моделей.
40. Показатели качества напечатанных деталей.
41. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий.
42. Изотропность свойств.
43. Контрольно-измерительные машины.
44. 3D сканирование.
45. Компьютерная томография.
46. Конвертация моделей в STL формат.
47. Программы-слайсеры.
48. Построение поддержек, выполняемые ими функции.
49. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
50. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.
51. Концепция «цифровых двойников».
52. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
53. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
54. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Изготовление изделия «газотурбина авиационного двигателя» методом FDMпечати
2. Изготовление изделия «планетарный редуктор с шевронным зацеплением» методом FDMпечати
3. Изготовление изделия «Подшипник Мебиуса» методом LCDпечати
4. Изготовление изделия «Зацепление Новикова» методом LCDпечати

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в форме экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра технических дисциплин
Дисциплина: «Основы аддитивных технологий»
Доцент с и.о.зав. кафедрой ТД
_____ Т.О.Сошина
Утверждены на заседании кафедры
протокол №1 от 30.08.2021 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Применения FDM печати.
2. Требования к порошкам для 3D печати металлами
3. Разработать управляющую программу для изготовления детали «Проушина» методом LCDпечати

Старший преподаватель каф.ТД

_____ А.А.Волковский

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра технических дисциплин
Дисциплина: «Основы аддитивных технологий»
Доцент с и.о.зав. кафедрой ТД
_____ Т.О.Сошина
Утверждены на заседании кафедры
протокол №1 от 30.08.2021 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Особенности LCD технологии.
2. 3d печать литейных форм
3. Разработать управляющую программу для изготовления изделия «Матрица» методом FDM печати

Старший преподаватель каф.ТД

_____ А.А.Волковский

