Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аддитивные технологии

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(направленность (профиль): «Материаловедение и технологии конструкционных и функциональных материалов (в)»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 14-04-2026 13:34:04 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– обеспечить обучающихся необходимыми знаниями и навыками в области аддитивных технологий для эффективного применения их при создании сложных деталей в области материаловедения и технологии материалов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение основных существующих понятий и принципов, а также современных методов в области аддитивных технологий;
– ознакомление с различными методами и инструментами аддитивного производства, включая 3D-печать и другие современные технологии;
– разработка навыков моделирования и проектирования деталей для аддитивного производства в области материаловедения и технологии материалов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Введение в систему непрерывных улучшений;
– Основы проектной деятельности;
– Прочность и разрушение материалов;
– Материаловедение;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Введение в профессиональную деятельность;
– Физическое металловедение;
– Основы производства материалов;
– Термическая обработка материалов.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Прецизионные сплавы;
– Анализ и контроль качества материалов;
– Получение и свойства высокопрочных материалов;
– Новые функциональные материалы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен разрабатывать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	ПК-1.1 Устанавливает требования к физико-механическим, технологическим и эксплуатационным свойствам материалов и изделий машиностроения	– знать: принципы работы и применения аддитивных систем и оборудования при эксплуатации материалов и изделий машиностроения. – уметь: применять методы аддитивных технологий в области материаловедения и технологии материалов .
	ПК-2: Способен осуществлять сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	ПК-2.3 Устанавливает возможность замены материалов для деталей и инструмента при сопровождении типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	– знать: принципы работы и применения аддитивных технологий для создания материалов для деталей и инструмента. – уметь: осуществлять сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***40***	*40*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Понятие аддитивного производства (Принципы формообразования изделий. Быстрое прототипирование или аддитивное производство. Назначение изделий аддитивного производства. Типовой процесс аддитивного производства. Основные термины, используемые для обозначения аддитивных технологий.);

Раздел 2 Подготовка аддитивного производства (Подготовка CAD-модели. Генерация и обработка STL данных. Ориентация детали и генерация поддерживающих структур. Разрезка модели на слои и организация контуров сечений. Генерация траектории движения инструмента.);

Раздел 3 Процессы и технологии аддитивного производства (Процессы аддитивного производства на основе жидких материалов. Аддитивные процессы на использования расплавов. Процессы на основе использования порошковых материалов. Аддитивные процессы на основе сплошных материалов.);

Раздел 4 Материалы для аддитивных процессов (Фотополимерные материалы. Порошкообразные пластики. Металлы. Термопластичные материалы.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Понятие аддитивного	2	

	производства		
Раздел 2.	Подготовка аддитивного производства	2	
Раздел 3.	Процессы и технологии аддитивного производства	8	
Раздел 4.	Материалы для аддитивных процессов	4	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Аддитивные технологии и их применение.	16	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	2	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала;	10	

	2. Подготовка к практическому занятию.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	8	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**76**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Реферат; 6. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о

		практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ или в бумажном варианте.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; реферат; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию реферата

Написание реферата предполагает глубокое изучение обозначенной проблемы.

Критерии оценки реферата

Наименование параметра оценки	Оценка
Выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, достигнуто пороговое значение оригинальности реферата.	отлично
Основные требования к реферату выполнены, в том числе достигнуто пороговое значение оригинальности реферата, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются недочеты в оформлении.	хорошо
При достигнутом пороговом значении оригинальности реферата имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема реферата освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата.	удовлетворительно
Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание в содержании проводимого исследования, невыполнение порогового значения оригинальности реферата (превышение объема некорректных заимствований).	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно

9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 343 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20145-1. – URL: https://urait.ru/viewer/modelirovanie-sistem-582696 (дата обращения: 10.04.2026);

2 Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебник для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; под общей редакцией А. Л. Галиновского. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 145 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-

16005-5. – URL: https://urait.ru/viewer/additivnye-tehnologii-v-proizvodstve-izdeliy-aerokosmicheskoy-tehniki-587827#page/1 (дата обращения: 10.04.2026);

3 Литейное и сварочное производство : учебное пособие : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.03.02 Металлургия / Н. А. Козырев, С. В. Князев, А. А. Усольцев, Н. В. Кибко, М. А. Малюх ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет, Кафедра материаловедения, литейного и сварочного производства . – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – ISBN 978-5-7806-0580-5. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=70&lngEdition=7532&lngFile=7344&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 10.04.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. –

URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– T-FLEX CAD;
– КОМПАС-3D;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную муфельными печами и оснасткой для литья (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Составитель(и):

ведущий инженер Горбатюк Екатерина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК);
доцент Строкина Ирина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Гл. калибровщик
рельсобалочного цеха
ПАО «ЕВРАЗ» филиал «ЗСМК»,
д.т.н.  В.В. Дорофеев

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. В каком агрегатном состоянии может находиться любое вещество?

1) в твердом, жидком, газообразном, плазма
2) кристаллическом
3) аморфном
4) сверхпластичном
5) хрупком

2. Влияние изменений, которые происходят в равновесной химической системе под влиянием внешних воздействий, определяется

1) принципом ЛеШателье
2) принципом квазистационарности
3) правилом Вант-Гоффа
4) правилом фаз Гиббса

3. Какие реакции называются гомогенными?

1) между веществами, находящимися в одной фазе
2) реакции, протекающие на поверхности раздела фаз
3) продукты реакции и исходные вещества находятся в одной фазе
4) продукты реакции и исходные вещества находятся в разных фазах

4. 7. Сколько составляет объем одного моль газа?

1) 22,4 литра
2) 1 литр
3) 44,8 литра
4) 0,1 литр

5. Кто открыл закон сохранения массы вещества?

1) Амадео Авогадро
2) Ломоносов М.В.
3) Гиббс Д.У.
4) Менделеев Д.И.

6. Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронах.

2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке.

3) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

4) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

7. Среди перечисленных веществ к сложным веществам относится:

1) ацетон

2) аргон

3) ксенон

4) озон

8. Как называется наименьшая частица вещества, обуславливающая его свойства?

1) Атом

2) Ядро

3) Молекула

4) Ион

9. Что является продуктами в процессе обогащения полезных ископаемых?

1) Хвосты, в котором содержание ценных компонентов отсутствует;

2) Концентрат с содержанием ценных компонентов выше, чем в исходном сырье и хвосты;

3) Концентрат с содержанием ценных компонентов ниже, чем в исходном сырье и хвосты.

10. Что такое шлак?

1) это сплав сульфидов;

2) это сплав силицидов;

3) это сплав оксидов.

11. Алюминиевые сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью. Почему?

1) Из-за присутствия в сплавах Cu;

2) Из-за образования на поверхности изделий защитной пленки из Al_2O_3;

3) Из-за присутствия в сплавах Si.

12. Что такое пирометаллургические процессы?

1) Это процессы, происходящие при низких температурах;

2) Это процессы, происходящие при средних температурах без расплавления материала;

3) Это процессы, происходящие при высоких температурах, в основном, с расплавлением материала.

13. Гидрометаллургические процессы – это:

1) процессы, проводимые в жидких средах при температурах более 300 ^{0}C;

2) процессы, проводимые в жидких средах при температурах не более 300 ^{0}C;

3) процессы, проводимые в газовых средах при температурах не более 300 ^{0}C.

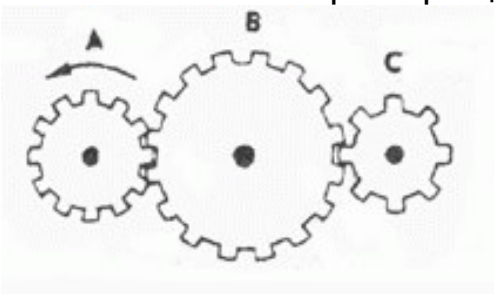
14. Единица измерения количества вещества?

1) кг
2) моль
3) количество молекул
4) л

15. Укажите молекулярную формулу этана:

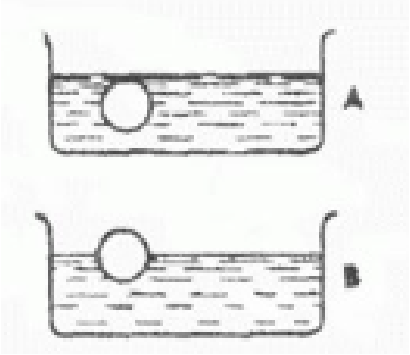
1) CH,
2) C_2H_4
3) C_2H_6,
4) CH_4.

16. Какая из шестерен вращается быстрее?



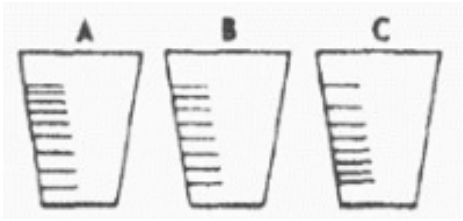
1) Шестерня A,
2) Шестерня B,
3) Шестерня C.

17. Одинаковый ли плотности заполнены емкости или одна из жидкостей более плотная, чем другая (шары одинаковые)?



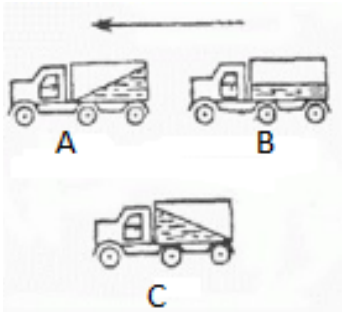
1) Обе жидкости одинаковые по плотности;
2) Жидкость А плотнее;
3) Жидкость В плотнее.

18. На какой емкости правильно нанесены риски, обозначающие равные объемы?



1) На емкости А,
2) На емкости В,
3) На емкости С.

19. Какая из машин с жидкостью в бочке тормозит?



1) Машина А;
2) Машина В;
3) Машина С.

20. Назовите исходные материалы для получения чугуна.
1) железная руда, топливо, флюс
2) железная руда, кокс
3) железная руда и руды цветных металлов
4) железная руда и пустая порода
5) железная руда, магнезит

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам учебной дисциплины

Раздел 1. Понятие аддитивного производства.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 В чем заключается основной принцип методов консервативного формообразования объектов?

2 В чем заключается основной принцип методов субтрактивного формообразования объектов?

3 В чем заключается основной принцип методов аддитивного формообразования объектов?

4 Чем объясняется появление и распространение аддитивных технологий в промышленности?

5 Что в настоящее время понимается под термином «Быстрое прототипирование»?

6 По какой причине наблюдается постепенный переход от термина «Быстрое прототипирование» к термину «Аддитивное производство»?

7 Что является ключевой особенностью работы процессов аддитивного производства

8 Для каких целей в настоящее время используются изделия аддитивного производства?

9 Какие основные этапы включает в себя типовой процесс аддитивного производства?

10 Что понимается под термином «Автоматизированное формообразование»?

11 На чем делается основной акцент при использовании терминов «Свободное формообразование или твердотельное свободное формообразование»?

12 С чем связана популярность термина «3D печать» для обозначения аддитивных технологий?

Раздел 2. Подготовка аддитивного производства.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие основные требования предъявляются к CAD-моделям, используемым для аддитивного производства?

2 Что собой представляет схема реализации CAD-моделей, основанная на твердотельной конструктивной геометрии?

3 Что собой представляет схема реализации CAD-моделей, основанная на контурном представлении?

4 В чем заключаются особенности представления геометрии моделей в формате STL?

5 Какие топологические проблемы могут наблюдаться при использовании геометрических моделей в формате STL?

6 Какие геометрические проблемы могут иметь место при использовании геометрических моделей в формате STL?

7 Какие основные характеристики определяют ориентацию детали при ее построении аддитивными методами?

8 Какие функции выполняет поддержка детали при ее построении аддитивными методами?

9 Из каких функциональных зон состоит поддержка детали?

10 Какие виды поддерживающих структур используются при построении деталей аддитивными методами?

11 Каким образом осуществляется разрезка модели на слои одинаковой толщины при подготовке к построению аддитивными методами?

12 На чем основан алгоритм идентификации внешних и внутренних контуров модели?

13 Какие этапы включает в себя процедура адаптивной разрезки модели на слои переменной толщины?

14 В каких случаях используются зигзагообразные траектории инструмента при построении моделей?

15 В каких случаях используется построчное сканирование при построении моделей?

Раздел 3. Процессы и технологии аддитивного производства.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 В чем заключаются основные особенности процесса стереолитографии?

2 Что является достоинствами и недостатками процесса стереолитографии?

3 Что собой представляет схема построения изделий методом отверждения на твердой основе?

4 Что является основным отличием аддитивного процесса, основанного на использовании маски?

5 Какой принцип положен в основу процесса прототипирования на основе быстрой заморозки (Rapid Freeze Prototyping)?

6 В каких практических областях возможно применение изделий, получаемых быстрой заморозкой?

7 Что собой представляет аддитивный процесс на основе тепловой полимеризации жидкости?

8 Что собой представляет аддитивный процесс на основе интерференции лазерных лучей?

9 Каким образом реализуется аддитивный процесс на основе использования электрочувствительной жидкости?

10 В чем заключаются особенности построения изделий путем баллистического осаждения частиц?

11 На каких принципах основано моделирование методом наплавления?

12 В каких практических областях применяются изделия, моделируемые методом наплавления?

13 Что собой представляет процесс микролитья, используемый в производстве наращиванием формы?

14 На чем основан процесс трехмерной сварки?

15 В чем заключаются основные особенности процесса селективного лазерного спекания?

16 Что является достоинствами и недостатками процесса селективного лазерного спекания?

17 В чем заключаются особенности процесса трехмерной печати (3DP)?

18 Что является уникальной особенностью технологии трехмерной печати?

19 Какие этапы включает в себя процесс лазерного формообразования?

20 Какие этапы включает в себя процесс отверждения многофазной струи?

21 Какие этапы включает в себя процесс электронно-лучевой плавки?

22 Что собой представляет аддитивный процесс изготовления объектов с использованием ламинирования?

23 В чем заключаются особенности процесса селективно-наращиваемого наслоения?

24 На чем основано построение объектов методом ультразвукового объединения?

25 В каких практических областях могут использоваться изделия, получаемые в процессе ультразвукового объединения?

Раздел 4. Материалы для аддитивных процессов.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 В чем выражается взаимосвязь между технологиями 3D печати и используемыми в них материалами?

2 Что необходимо учитывать при выборе материалов для аддитивного производства объектов?

3 Какими общими характеристиками обладают фотополимерные материалы для процесса стереолитографии?

4 Какие механические свойства имеет большинство жестких материалов, используемых в технологии PolyJet?

5 Для чего обычно используются PolyJet и SL материалы?

6 Что является ограничениями фотополимерных материалов?

7 На чем основано использование в аддитивном производстве полиамидных порошковых материалов?

8 Какими характеристиками обладают полиамидные порошки?

9 Какие наполнители могут использоваться для армирования полиамидных материалов?

10 Для чего наилучшим образом подходят полиамидные порошковые материалы, подвергаемые селективному лазерному спеканию?

11 Какие преимущества имеет металлическое аддитивное производство над традиционными технологиями обработки металлов?

12 Какие металлические материалы в основном используются для 3D печати?

13 Что отличает металлические детали, получаемые 3D печатью?

14 Какими свойствами обладают термопласты общего назначения, используемые при моделировании изделий методом наплавления?

15 В каких практических областях преимущественно применяются FDM термопласты?

Подготовка реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1 Материалы для 3D-печати: металлы, сплавы, керамика и оксиды;

2 Новые композиционные материалы для функциональной 3D-печати;

3 Контроль качества материалов для аддитивного производства: порошки, прутки, смолы;

4 Использование термопластичных полимеров в аддитивных технологиях;

5 Применение 3D-печати в авиакосмической отрасли для снижения веса изделий;

6 Аддитивные технологии в машиностроении: изготовление деталей сложной конфигурации;

7 Пост-обработка изделий, полученных методами аддитивного производства.

8 Прогнозирование механических свойств деталей при аддитивном производстве;

9 Глобальные тенденции и будущее развитие 3D-печати;

10 Экономическая эффективность внедрения аддитивных технологий на производстве.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО
СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1 Что означает термин «аддитивное производство»?

А) Сборка изделия из готовых деталей.

Б) Ручное изготовление изделия.

В) Послойное создание объекта из материала.

2 Какой формат файла наиболее распространен для передачи 3D-модели на печать?

А) .doc

Б) .STL

В) .jpg

Г) .exe

3. Технология, при которой деталь создается путем выдавливания расплавленной пластиковой нити, называется:

А) SLA (лазерная стереолитография)

Б) SLS (селективное лазерное спекание)

В) FDM/FFF (моделирование методом послойного наплавления)

4. В каком из методов 3D-печати в качестве материала используется фотополимерная смола?

А) SLS

Б) SLA

В) FDM

5. Что является ключевым преимуществом аддитивных технологий перед традиционными (обработка резанием)?

А) Высокая скорость серийного производства.

Б) Возможность создания геометрически сложных изделий.

В) Невозможность использования металлических материалов.

6. Какой этап следует за процессом 3D-печати и включает удаление поддержек?

А) Слайсинг (подготовка данных).

Б) Моделирование в САПР.

В) Постобработка.

7. Какая технология используется для печати металлическими порошками высокой плотности?

А) FDM

Б) SLM/DMLS

В) Fused Deposition Modeling

8. Основной недостаток аддитивных технологий:

А) Высокая стоимость материалов при низком качестве.

Б) Необходимость использования поддержек.

В) Отсутствие возможности автоматизации.

9. С какой технологии началась история 3D-печати в 1980-х годах?

А) FDM

Б) SLA (стереолитография)

В) SLS

10. Для чего предназначена программа-слайсер (slicer)?

А) Для создания 3D-модели.

Б) Для разбивки 3D-модели на слои и создания G-кода для принтера.

В) Для постобработки изделий.

11. Какой из перечисленных процессов является аддитивной технологией?

А) Литье

Б) 3D-печать

В) сварка

12. Какой из перечисленных процессов не относится к аддитивным технологиям?

А) FDM

Б) SLS

В) ЧПУ-фрезеровка

13. Какие объекты чаще всего создают с помощью аддитивных технологий?

А) только игрушки

Б) комплектующие для техники, прототипы, медицинские имплантаты

В) архитектурные модели

14. Какова основная функция слайсера в 3D-печати?

А) создание цифровой модели

Б) распечатка модели

В) разбиение модели на слои для печати

15. Что такое “поддержка” в 3D-печати?

А) оборудование для печати

Б) дополнительные элементы, которые помогают поддерживать изделие во время печати

В) программное обеспечение

16. Какое из перечисленных отраслей не связано с аддитивными технологиями?

А) автомобилестроение

Б) производство упаковки
В) изготовление бумаги

17. Что делают фотополимеры в SLA-печати?
А) испаряются во время печати
Б) реагируют на свет и затвердевают
В) нагреваются

18. Как называется процесс, в котором используются комбинации материалов для 3D-печати?
А) мультиматериальный
Б) многослойный
В) литье

19. Какой из следующих аспектов является недостатком аддитивных технологий?
А) ограниченная скорость производства
Б) сложность в использовании
В) высокая степень индивидуализации

20. Какой материал чаще всего используется в 3D-печати?
А) сталь
Б) керамика
В) пластик

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Перечень вопросов для защиты практической работы:

1 Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D ручки используемой модели?

2 Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D ручки используемой модели.

3 Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D принтера используемой модели?

4 Какие конструкционные материалы применяются для построения изделий с использованием 3-D принтера используемой модели. Дайте им характеристику.

5 Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D принтера используемой модели.

6 Как можно оценить оптимальное расположение изделия на платформе построения с помощью предлагаемого программного обеспечения?

7 Укажите основные преимущества и недостатки 3-D сканера используемой модели.

8 Какие требования предъявляются к сканируемым объектам?

9 Укажите наиболее популярные области применения 3-D сканеров.

10 Какие параметры оказывают влияние на точность сканирования?

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 В чем заключается основной принцип методов консервативного формообразования объектов?

2 В чем заключается основной принцип методов субтрактивного формообразования объектов?

3 В чем заключается основной принцип методов аддитивного формообразования объектов?

4 Чем объясняется появление и распространение аддитивных технологий в промышленности?

5 Что в настоящее время понимается под термином «Быстрое прототипирование»?

6 По какой причине наблюдается постепенный переход от термина «Быстрое прототипирование» к термину «Аддитивное производство»?

7 Что является ключевой особенностью работы процессов аддитивного производства

8 Для каких целей в настоящее время используются изделия аддитивного производства?

9 Какие основные этапы включает в себя типовой процесс аддитивного производства?

10 Что понимается под термином «Автоматизированное формообразование»?

11 На чем делается основной акцент при использовании терминов «Свободное формообразование или твердотельное свободное формообразование»?

12 С чем связана популярность термина «3D печать» для обозначения аддитивных технологий?

13 Какие основные требования предъявляются к CAD-моделям, используемым для аддитивного производства?

14 Что собой представляет схема реализации CAD-моделей, основанная на твердотельной конструктивной геометрии?

15 Что собой представляет схема реализации CAD-моделей, основанная на контурном представлении?

16 В чем заключаются особенности представления геометрии моделей в формате STL?

17 Какие топологические проблемы могут наблюдаться при использовании геометрических моделей в формате STL?

18 Какие геометрические проблемы могут иметь место при использовании геометрических моделей в формате STL?

19 Какие основные характеристики определяют ориентацию детали при ее построении аддитивными методами?

20 Какие функции выполняет поддержка детали при ее построении аддитивными методами?

21 Из каких функциональных зон состоит поддержка детали?

22 Какие виды поддерживающих структур используются при построении деталей аддитивными методами?

23 Каким образом осуществляется разрезка модели на слои одинаковой толщины при подготовке к построению аддитивными методами?

24 На чем основан алгоритм идентификации внешних и внутренних контуров модели?

25 Какие этапы включает в себя процедура адаптивной разрезки модели на слои переменной толщины?

26 В каких случаях используются зигзагообразные траектории инструмента при построении моделей?

27 В каких случаях используется построчное сканирование при построении моделей?

28 В чем заключаются основные особенности процесса стереолитографии?

29 Что является достоинствами и недостатками процесса стереолитографии?

30 Что собой представляет схема построения изделий методом отверждения на твердой основе?

31 Что является основным отличием аддитивного процесса, основанного на использовании маски?

32 Какой принцип положен в основу процесса прототипирования на основе быстрой заморозки (Rapid Freeze Prototyping)?

33 В каких практических областях возможно применение изделий, получаемых быстрой заморозкой?

34 Что собой представляет аддитивный процесс на основе тепловой полимеризации жидкости?

35 Что собой представляет аддитивный процесс на основе интерференции лазерных лучей?

36 Каким образом реализуется аддитивный процесс на основе использования электрочувствительной жидкости?

37 В чем заключаются особенности построения изделий путем баллистического осаждения частиц?

38 На каких принципах основано моделирование методом наплавления?

39 В каких практических областях применяются изделия, моделируемые методом наплавления?

40 Что собой представляет процесс микролитья, используемый в производстве наращиванием формы?

41 На чем основан процесс трехмерной сварки?

42 В чем заключаются основные особенности процесса селективного лазерного спекания?

43 Что является достоинствами и недостатками процесса селективного лазерного спекания?

44 В чем заключаются особенности процесса трехмерной печати (3DP)?

45 Что является уникальной особенностью технологии трехмерной печати?

46 Какие этапы включает в себя процесс лазерного формообразования?

47 Какие этапы включает в себя процесс отверждения многофазной струи?

48 Какие этапы включает в себя процесс электронно-лучевой плавки?

49 Что собой представляет аддитивный процесс изготовления объектов с использованием ламинирования?

50 В чем заключаются особенности процесса селективно-наращиваемого наслоения?

51 На чем основано построение объектов методом ультразвукового объединения?

52 В каких практических областях могут использоваться изделия, получаемые в процессе ультразвукового объединения?

53 В чем выражается взаимосвязь между технологиями 3D печати и используемыми в них материалами?

54 Что необходимо учитывать при выборе материалов для аддитивного производства объектов?

55 Какими общими характеристиками обладают фотополимерные материалы для процесса стереолитографии?

56 Какие механические свойства имеет большинство жестких материалов, используемых в технологии PolyJet?

57 Для чего обычно используются PolyJet и SL материалы?

58 Что является ограничениями фотополимерных материалов?

59 На чем основано использование в аддитивном производстве полиамидных порошковых материалов?

60 Какими характеристиками обладают полиамидные порошки?

61 Какие наполнители могут использоваться для армирования полиамидных материалов?

62 Для чего наилучшим образом подходят полиамидные порошковые материалы, подвергаемые селективному лазерному спеканию?

63 Какие преимущества имеет металлическое аддитивное производство над традиционными технологиями обработки металлов?

64 Какие металлические материалы в основном используются для 3D печати?

65 Что отличает металлические детали, получаемые 3D печатью?