

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Ваулин С. Д.	
Пользователь: vaulinsd	
Дата подписания: 03.11.2021	

С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** В.1.11 Аддитивные технологии  
**для направления** 15.03.01 Машиностроение  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки** Оборудование и технология сварочного производства  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Процессы и машины обработки металлов давлением

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 03.09.2015 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.

Л. В. Радионова

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Радионова Л. В.	
Пользователь: radiionova	
Дата подписания: 01.11.2021	

Разработчик программы,  
старший преподаватель (-)

В. А. Иванов

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Иванов В. А.	
Пользователь: ivanovcha	
Дата подписания: 01.11.2021	

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Оборудование и технология  
сварочного производства  
к.техн.н., доц.

М. А. Иванов

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Иванов М. А.	
Пользователь: ivanovcha	
Дата подписания: 02.11.2021	

Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины - В соответствии с требованиями основной целью курса «Аддитивные технологии» является формирование инженерных компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий с использованием аддитивных технологий; в области разработки и внедрения аддитивных технологий изготовления машиностроительных изделий; в области модернизации действующих и проектировании новых эффективных машиностроительных производств различного назначения; а также применения систем экологической безопасности машиностроительных производств. Задачи дисциплины: - сформировать системное представление о исторических предпосылках появления аддитивных технологий; - изучение информации о машинах и оборудовании для выращивания металлических изделий; - усвоение алгоритма изготовления технологической оснастки с применением 3D принтера - приобретение навыки проведения контроля качества готового изделия с использованием 3D сканера (координатно-измерительной машины)

## **Краткое содержание дисциплины**

Программа призвана обеспечивать наращивание профессиональных компетенций специалистов по разработке технологий аддитивного производства в области лазерных процессов. Предметом дисциплины «Аддитивные технологии в металлургии» являются технологические приемы послойного построения моделей, форм, мастер-моделей и т.д. путем фиксации слоев модельного материала и их последовательного соединения между собой разными способами: спеканием, сплавлением, склеиванием, полимеризацией - в зависимости от нюансов конкретной технологии. Идеология аддитивных процессов базируется на технологиях, в основе которых - цифровое описание изделия, его компьютерная модель или, так называемая, CAD-модель. При использовании аддитивных технологий все стадии реализации проекта - от идеи до материализации (в любом виде - промежуточном или в виде готовой продукции) - находятся в «дружественной» технологической среде, в единой технологической цепи, где каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD/CAM/CAE-системе. Дисциплина «Аддитивные технологии в металлургии» включает в себя следующие основные разделы: 1. Аддитивные технологии. 2. Методы оцифровки и контрольно-измерительные машины. 3. Методы создания и корректировки компьютерных моделей. 4. Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза. 5. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Дисциплина «Аддитивные технологии» состоит из следующих занятий: лабораторных занятий. При построении курса используются следующие принципы: - профессиональная направленность - преподавание курса строится таким образом, чтобы студенты реально представляли, что без знаний о современных аддитивных технологий и аппаратуры для их реализации предприятие не может создавать конкурентоспособную технически сложнопроизводимую продукцию. Во время занятий студенты знакомятся с видами и особенностями аддитивных технологических процессов, методами и средствами исследования и моделирования и проектирования изделий и оснастки,дается анализ влияния различных факторов на условия протекания процесса производства изделий машиностроения на аддитивных машинах. Практические занятия позволяют магистрам более подробно

освоить применение различных методов автоматизированного проектирования для получения высококачественных конкретных деталей и изделий, методы их экспериментального исследования и физической интерпретации полученных результатов. - принцип научности - знания, полученные при изучении теоретического материала, позволяют студенту научно, обоснованно производить анализ целесообразности применения тех или иных средств при решении конкретных производственных задач; - принцип доступности - курс является необходимой составной частью подготовки современного специалиста в области машиностроительных производств. Разделы курса органично связаны с изучаемыми ранее дисциплинами; - от общего к частному - при построении курса используется принцип «от простого к сложному». Теоретический материал, изучаемый магистрантом в процессе самостоятельной подготовки, закрепляется во время практических занятий и лабораторных работ. Эти занятия являются эффективной стадией обучения, во время которой студент реализует в практической разработке теоретические знания, которые он получил при изучении теоретических основ курса.

6. Эксплуатация аддитивных установок. 7. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий. 8. Методы получения нанокристаллических материалов. 9. Системы бесконтактной оцифровки и области их применения. 10. Принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки. 11. Правила осуществления работ по бесконтактной оцифровки для целей производства. 12. Устройство, правила калибровки и проверки на точность систем бескон-тактной оцифровки. 13. Требования к компьютерным моделям, предназначенным для производства на установках послойного синтеза. 14. Особенности и требования технологий последующей обработки деталей на токарных и фрезерных станках с ЧПУ. 15. Особенности использования синтезированных объектов для литья в качестве выплавляемых или выжигаемых моделей, литейных форм и стержней. 16. Технические параметры, характеристики и особенности современных то-карных и фрезерных станков с ЧПУ. 17. Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки и сис-тем бесконтактной оцифровки. 18. Порошковая металлургия (компактирование нанопорошков). 19. Кристаллизация из аморфного состояния. 20. Различные методы нанесения наноструктурных покрытий.

## **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНЫ)
ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения	Знать: Уметь:составлять отчетную документацию, делать корректные выводы на основе полученных данных. Владеть:
ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Знать:предметную область аддитивных технологий, ключевые характеристики аддитивных технологий, их достоинства и недостатки Уметь:работать с научно-технической информацией по аддитивным технологиям, обобщать и систематизировать имеющуюся

информацию
------------

Владеть:
----------

### **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.18 Материаловедение, Б.1.09.03 Компьютерная графика	Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.09.03 Компьютерная графика	знать возможности основных CAD систем, уметь строить 3D-модели деталей и сборочных единиц по заданным размерам, импортировать 3D модели с заданной точностью в формат .stl
Б.1.18 Материаловедение	знать основные свойства полимерных материалов, металлов и сплавов, методы анализа микроструктуры, свойства порошковых материалов.

### **4. Объём и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>		
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40
Подготовка к зачету	6	6
Подготовка отчетов по практическим работам	18	18
Ответы на контрольные вопросы по разделам	16	16
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

### **5. Содержание дисциплины**

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

1	Введение. Аддитивные технологии. Классификация. Стандарты.	2	2	0	0
2	Материалы для аддитивных технологий	6	2	0	4
3	Технологии для работы с полимерными материалами	4	2	0	2
4	Технологии для работы с металлическими материалами	2	2	0	0
5	Технологии работы с керамическими материалами	2	2	0	0
6	Качество изделий полученных аддитивными методами. Контроль качества.	8	2	0	6
7	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях	8	4	0	4

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Аддитивные технологии. Классификация. Стандарты. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий.	2
2	2	Материалы для аддитивных технологий. Полимерные материалы. Металлические порошки. Керамические материалы. Ключевые характеристики. Марки. Технологии получения.	2
3	3	Технологии для работы с полимерными материалами. FDM, SLA/DLP, MJM, BJ. Оборудование, технологические режимы. Требования к конструкции деталей. Типичные дефекты.	2
4	4	Технологии для работы с металлическими материалами. BJ, SLS/SLM, DMD. Оборудование, технологические режимы. Требования к конструкции деталей. Типичные дефекты.	2
5	5	Технологии работы с керамическими материалами. FDM, MJM, BJ. Оборудование, технологические режимы. Требования к конструкции деталей. Типичные дефекты.	2
6	6	Качество изделий полученных аддитивными методами. Размерная точность, шероховатость, характерные дефекты. Сравнительная оценка. Контроль качества. Координатно измерительные машины. 3D-сканирование. Микроструктура и свойства.	2
7	7	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях. Обзор технологий. Программные решения. Программное обеспечение для 3D-сканирования. Программное обеспечение для топологической оптимизации.	2
8	7	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях. Программное обеспечение для моделирования технологического процесса SLS/SLM.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Материалы для аддитивных технологий. Определение плотности полимерных материалов	2

2	2	Материалы для аддитивных технологий. Гранулометрический состав и морфология частиц металлических порошков.	2
3	3	Технологии для работы с полимерными материалами. FDM. Плотность заполнения.	2
4	6	Качество изделий полученных аддитивными методами. Контроль качества. FDM. Коробление изделий в следствие неравномерной усадки.	2
5	6	Качество изделий полученных аддитивными методами. Контроль качества. DMD. Контроль микроструктуры и макродефектов.	2
6	6	Качество изделий полученных аддитивными методами. Контроль качества. SLS/SLM. Влияние расположения треков сплавления на прочность при сжатии.	2
7	7	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях. 3D-сканирование.	2
8	7	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях. Моделирование технологического процесса изготовления детали типа "Кубик" методом SLS. Подготовка модели. Расчет. Анализ результатов.	2

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка отчетов к лабораторным работам	1. Задание на лабораторные работы 2. Требования к оформлению 3. Конспект лекций, основная и дополнительная литература	30
Подготовка к зачету	Конспект лекций, основная и дополнительная литература	10

#### 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерные симуляторы	Лекции	Симуляция технологических процессов аддитивных технологий	4

#### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

#### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

##### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля	№№
--------------	---------------------------------	--------------	----

разделов дисциплины		(включая текущий)	заданий
Все разделы	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	1-5
Все разделы	ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения	Лабораторные работы (текущий контроль)	6-9
Все разделы	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Зачет (промежуточная аттестация)	9
Все разделы	ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения	Зачет (промежуточная аттестация)	9

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенной лекции. Блок контрольных вопросов зачитывается если получены полные, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов.	Зачтено: Получены правильные, полные ответы на не менее чем 4 вопроса из 6 Не зачтено: Получены правильные, полные ответы на 3 и менее вопросов из 6
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенной лекции. Блок контрольных вопросов зачитывается если получены полные, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов.	Зачтено: Получены правильные, полные ответы на не менее чем 3 вопроса из 5 Не зачтено: Получены правильные, полные ответы на 2 и менее вопросов из 5
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенной лекции. Блок контрольных вопросов зачитывается если получены полные, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов.	Зачтено: Получены правильные, полные ответы на не менее чем 3 вопроса из 5 Не зачтено: Получены правильные, полные ответы на 2 и менее вопросов из 5
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенной лекции. Блок контрольных вопросов зачитывается если получены полные, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов.	Зачтено: Получены правильные, полные ответы на не менее чем 3 вопросы из 4 Не зачтено: Получены правильные, полные ответы на 2 и менее вопросов из 4
Ответы на контрольные	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале	Зачтено: Получены правильные, полные ответы на не менее чем 3

вопросы (текущий контроль)	Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенной лекции. Блок контрольных вопросов зачитывается если получены полные, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов.	вопроса из 5 Не засчитано: Получены правильные, полные ответы на 2 и менее вопросов из 5
Лабораторные работы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенного практического занятия. Оценивается качество выполнения отчета по практическому занятию и правильность расчетов и выводов	Засчитано: Задание выполнено полностью, оформлено в соответствии с требованиями методических рекомендаций. Расчеты выполнены корректно, в них нет ошибок значительно искажающих правильность выводов. По работе сделаны корректные выводы, соотносящиеся с целями и задачами практической работы. Не засчитано: Работа не выполнена. Расчеты отсутствуют или содержат грубые ошибки, выводы не отражают целей и задач работы, содержат заключения не соответствующие полученным данным.
Лабораторные работы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенного практического занятия. Оценивается качество выполнения отчета по практическому занятию и правильность расчетов и выводов	Засчитано: Задание выполнено полностью, оформлено в соответствии с требованиями методических рекомендаций. Расчеты выполнены корректно, в них нет ошибок значительно искажающих правильность выводов. По работе сделаны корректные выводы, соотносящиеся с целями и задачами практической работы. Не засчитано: Работа не выполнена. Расчеты отсутствуют или содержат грубые ошибки, выводы не отражают целей и задач работы, содержат заключения не соответствующие полученным данным.
Лабораторные работы (текущий контроль)	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенного практического занятия. Оценивается качество выполнения отчета по практическому занятию и правильность расчетов и выводов	Засчитано: Задание выполнено полностью, оформлено в соответствии с требованиями методических рекомендаций. Расчеты выполнены корректно, в них нет ошибок значительно искажающих правильность выводов. По работе сделаны корректные выводы, соотносящиеся с целями и задачами практической работы. Не засчитано: Работа не выполнена. Расчеты отсутствуют или содержат грубые ошибки, выводы не отражают целей и задач работы, содержат заключения не соответствующие полученным данным.
Зачет (промежуточная аттестация)	Зачет проводится в письменной форме. В билете содержится 2 теоретических вопроса и практическое задание. Время	Засчитано: 1. Для получения зачета необходимо набрать не менее 60% от максимального возможного количества

	<p>на подготовку ответа 120 минут. За ответ на каждый теоретический вопрос - максимум 20 баллов. За практическое задание - 60 баллов. Критерии оценивания ответов на теоретические вопросы: 0 баллов - нет ответа на вопрос 5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров. 10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры. 15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры. 20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры. Критерий оценивания результатов практического задания: 0 баллов - задание не выполнено. Если задание выполнено, то от максимального количества баллов вычитаются штрафные баллы: - 20 баллов - не выполнена многокритериальная оптимизация - 40 баллов - не подготовлен базовый вариант модели и не выполнена многокритериальная оптимизация. - 2 балла за каждое отступление от заданной в задании геометрии в исходной 2D модели. - 2 балла за каждую отступление от исходных данных при постановке задачи. - 2 балла за некорректно заданные критерии оптимизации - 2 балла за некорректно заданные ограничения при выполнении оптимизации.</p> <p>Промежуточная аттестация проводится согласно пп 2.5. и 2.6. Положения о балльно-рейтинговой системе. Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля в семестре. Для получения зачета необходимо набрать не</p>	<p>баллов за мероприятия текущего контроля.</p> <p>2. Оценка зачтено выставляется если студент получил за теоретическую и практическую часть не менее 60% от максимально возможного количества баллов.</p> <p>Не зачтено: Если студент набрал менее 60% баллов за зачет или набрал менее 60% баллов за мероприятия текущего контроля и при этом не выполнил все мероприятия текущего контроля, студент получает отметку незачтено.</p>
--	---	--

	<p>менее 60% от максимально возможного количества баллов за мероприятия текущего контроля. Если набрано менее 60% баллов, но при этом выполнены все мероприятия текущего контроля, студент допускается к зачету. Зачет состоит из теоретической и практической части. В теоретической части необходимо дать ответ на 2 вопроса по содержанию курса.</p> <p>В практической части необходимо смоделировать процесс получения изделия методом SLS, согласно варианту задания. На выполнение теоретической и практической части отводится 120 минут.</p> <p>Оценка зачтено выставляется если студент получил за теоретическую и практическую часть не менее 60% от максимально возможного количества баллов. Если студент набрал менее 60% баллов за зачет или набрал менее 60% баллов за мероприятия текущего контроля и при этом не выполнил все мероприятия текущего контроля, студент получает отметку незачтено.</p>	
--	---	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Что такое аддитивное производство (аддитивные технологии)?</li> <li>В чем существенное отличие аддитивных технологий от традиционных?</li> <li>Что такое FDM метод: оборудование, материалы, типичные изделия?</li> <li>Чем похожи и чем отличаются методы DLP и SLA?</li> <li>Что такое DMD методы: оборудование, материалы, типичные изделия?</li> <li>Перечислите и обоснуйте достоинства и недостатки аддитивных методов по сравнению с традиционными технологиями?</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 1.pdf</p>
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Какие виды материалов применяются для аддитивных технологий?</li> <li>Что такое филаменты?</li> <li>Типичный состав фотополимеров?</li> <li>В чем разница между основными классами фотополимеров?</li> <li>В чем ключевые отличия обычных металлических порошков от порошков для аддитивных технологий?</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 2.pdf</p>
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перечислите и кратко охарактеризуйте основные аддитивные технологии для работы с полимерными материалами</li> <li>В чем состоит идея технологии Binder Jetting, укажите ключевые параметры технологии (материалы, размеры области построения, размерная точность, толщина слоя).</li> <li>Укажите преимущества технологии SLA по сравнению с FDM.</li> <li>Перечислите и охарактеризуйте основные дефекты технологии FDM (причины).</li> <li>Приведите основные требования к конструкции детали при</li> </ol>

	использовании технологии SLA. Контрольные вопросы к лекции 3.pdf
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	<p>1. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные аддитивные технологии для работы с металлическими материалами</p> <p>2. В чем состоит идея технологии SLS, укажите ключевые параметры технологии (материалы, размеры области построения, размерная точность, толщина слоя).</p> <p>3. В чем состоит идея технологии DMD, укажите ключевые параметры технологии (материалы, размеры области построения, размерная точность).</p> <p>4. Перечислите ключевые особенности технологий SLS и DMD и охарактеризуйте их.</p> <p>Контрольные вопросы к лекции 4.pdf</p>
Ответы на контрольные вопросы (текущий контроль)	<p>1. Проведите сравнительную оценку качества изделий, полученных методами FDM и SLA с качеством изделий, полученных на литьевых машинах;</p> <p>2. Проведите сравнительную оценку качества изделий, полученных методами SLS и DMD с качеством изделий, полученных методами порошковых технологий;</p> <p>3. Что такое размерная точность?</p> <p>4. Проведите сравнительную оценку анизотропии свойств изделий, полученных различными методами аддитивных технологий.</p> <p>5. Укажите ключевые особенности микроструктуры металлических изделий, полученных методом DMD.</p> <p>Контрольные вопросы к лекции 6.pdf</p>
Лабораторные работы (текущий контроль)	П31.pdf; П32.pdf
Лабораторные работы (текущий контроль)	П33.pdf
Лабораторные работы (текущий контроль)	П35.pdf
Зачет (промежуточная аттестация)	Вопросы к зачету.pdf

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

a) основная литература:

Не предусмотрена

b) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

- Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия : науч.-техн. журн. / Гос. технол. ун-т "Моск. ин-т стали и сплавов" (МИСиС), ЗАО "Калвис". С 2008 г.
- Физика металлов и металловедение ,науч.-техн. журн. ,Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Урал. отд-ние РАН. С 1955 г.
- Порошковая металлургия : международный научно-технический журнал / Нац. акад. наук Украины, Ин-т проблем материаловедения им. И. Н. Францевича. С 1962 г.

4. Физика твердого тела ,науч.-теорет. журн. ,Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Физ.-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе. С 1960 г.
5. Пластические массы : Науч.-техн. журн. / ЗАО НП "Пластические массы". С 1960 г.
6. Физическая мезомеханика : науч. журн. / Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН. С 2007 г.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Требования к оформлению пояснительной записки к выпускной квалификационной работе: методические указания / составители Л.А. Радионова, М.А. Соседкова. – Челябинск, ЮУрГУ, ПиМОМД, 2020. – 40 с.
2. Иванов В.А. Аддитивные технологии в промышленности. Методические указания к освоению дисциплины / В.А. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2021. - 31 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Требования к оформлению пояснительной записки к выпускной квалификационной работе: методические указания / составители Л.А. Радионова, М.А. Соседкова. – Челябинск, ЮУрГУ, ПиМОМД, 2020. – 40 с.
2. Иванов В.А. Аддитивные технологии в промышленности. Методические указания к освоению дисциплины / В.А. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2021. - 31 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/144008">https://e.lanbook.com/book/144008</a> (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-7765-1350-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/151709">https://e.lanbook.com/book/151709</a> (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Трофимов, А. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии : учебное пособие / А. В. Трофимов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-9239-1114-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/120060">https://e.lanbook.com/book/120060</a> (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И.

		система издательства Лань	Мисюров, Р. С. Третьяков ; под редакцией А. Г. Григорьянца. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 278 с. — ISBN 978-5-7038-4976-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/172807">https://e.lanbook.com/book/172807</a> (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треяль, О. А. Коршакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2284-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90060">https://e.lanbook.com/book/90060</a> (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Современные технологии 3D-сканирования : учебное пособие / А. Н. Новиков, А. В. Фирсов, Г. И. Борзунов, А. А. Щенников. — Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2015. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/128675">https://e.lanbook.com/book/128675</a> (дата обращения: 11.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Шишковский, И. В. Лазерный синтез функционально-градиентных мезоструктур и объемных изделий : учебное пособие / И. В. Шишковский. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 424 с. — ISBN 978-5-9221-1122-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59529">https://e.lanbook.com/book/59529</a> (дата обращения: 11.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	337 (Л.к.)	Компьютер, проектор, интернет, MS PowerPoint.
Практические занятия и семинары	339 (Л.к.)	Компьютеры, интернет. ПО: SolidWorks, Ansys Additive Technology (ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution)
Практические	340	FAB Lab. 3D-принтеры FDM, SLA. 3D-сканер. Микроскоп.

занятия и семинары |(Л.к.)| Лабораторный пресс.