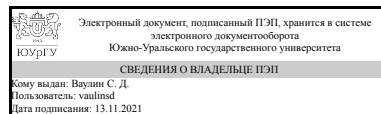


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



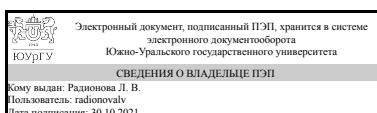
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины В.1.17** Аддитивные технологии в промышленности  
**для направления 15.03.04** Автоматизация технологических процессов и производств  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки** Автоматизация технологических процессов в промышленности  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Процессы и машины обработки металлов давлением

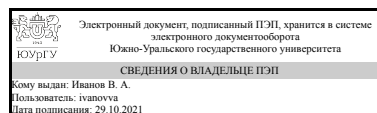
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 200

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



Л. В. Радионова

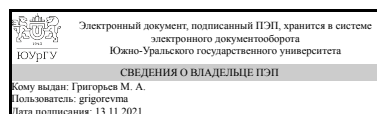
Разработчик программы,  
старший преподаватель (-)



В. А. Иванов

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Электропривод и мехатроника  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

## **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 навыка 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 технологиях 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 оцифровке для целей производства. 12. Устройство, правила калибровки и проверки на точность систем бесконтактной 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 токарных и фрезерных станков с ЧПУ. 17. Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки и систем 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-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Знать: основную терминологию, основные методы и области их применения, материалы, оборудование для аддитивных технологий, требования к качеству изделий полученных методами аддитивных технологий
	Уметь: анализировать данные связанные с применением аддитивных технологий, полученные из различных источников
	Владеть:
ПК-31 способностью выявлять причины появления брака продукции, разрабатывать мероприятия по его устранению, контролировать	Знать: устройство и принципы работы основного оборудования для аддитивных технологий, ключевые параметры технологических режимов

соблюдение технологической дисциплины на рабочих местах	Уметь: контролировать отдельные свойства материалов для аддитивных методов, готовить исходные данные для специализированного ПО, формировать управляющие программы для оборудования 3D печати, контролировать параметры качества полученных изделий
	Владеть:

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ДВ.1.06.01 Материаловедение, Б.1.17 Компьютерная графика, ДВ.1.03.01 Методы и средства измерений	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
ДВ.1.06.01 Материаловедение	знать основные свойства полимерных материалов, металлов и сплавов, методы анализа микроструктуры, свойства порошковых материалов.
Б.1.17 Компьютерная графика	знать возможности основных САД систем, уметь строить 3D-модели деталей и сборочных единиц по заданным размерам, импортировать 3D модели с заданной точностью в формат .stl
ДВ.1.03.01 Методы и средства измерений	Знать методы и средства измерения физических параметров, уметь измерять физические параметры с заданной точностью и обрабатывать результаты измерений

### 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>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40
Ответы на контрольные вопросы по разделам	16	16

Подготовка отчетов по практическим работам	18	18
Подготовка к зачету	6	6
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	4	0
3	Технологии для работы с полимерными материалами	4	2	2	0
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	6	0
7	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях	8	4	4	0

### 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

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	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

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к защите практических работ	1. В.В. Большаков, А.Н. Бочков. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. СПб.: Питер, 2012. <a href="http://www.ozon.ru/context/detail/id/18448331/">http://www.ozon.ru/context/detail/id/18448331/</a> 2. В. Большаков, А. Бочков, Ю.В. Лячек. Твердотельное моделирование деталей в CAD-системах AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo <a href="http://www.ozon.ru/context/detail/id/29855879/">http://www.ozon.ru/context/detail/id/29855879/</a>	30
Подготовка к экзамену	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 разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Введение. Аддитивные технологии. Классификация. Стандарты.	ПК-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Текущий	1
Материалы для аддитивных технологий	ПК-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Текущий	2
Технологии для работы с полимерными материалами	ПК-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Текущий	3
Технологии для работы с металлическими материалами	ПК-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Текущий	4
Качество изделий полученных аддитивными методами. Контроль качества.	ПК-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Текущий	5
Материалы для аддитивных технологий	ПК-31 способностью выявлять причины появления брака продукции, разрабатывать мероприятия по его устранению, контролировать соблюдение технологической дисциплины на рабочих местах	Текущий	6,7
Технологии для работы с полимерными материалами	ПК-31 способностью выявлять причины появления брака продукции, разрабатывать мероприятия по его устранению, контролировать соблюдение	Текущий	8

	технологической дисциплины на рабочих местах		
Качество изделий полученных аддитивными методами. Контроль качества.	ПК-31 способностью выявлять причины появления брака продукции, разрабатывать мероприятия по его устранению, контролировать соблюдение технологической дисциплины на рабочих местах	Текущий	9
Все разделы	ПК-33 способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Зачет	1-32
Все разделы	ПК-31 способностью выявлять причины появления брака продукции, разрабатывать мероприятия по его устранению, контролировать соблюдение технологической дисциплины на рабочих местах	Зачет	1

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
	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 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 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 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 4 Не зачтено: Получены правильные, полные ответы на 2 и менее вопросов из 4
	Ответы представляются студентами в электронном виде в курсе на портале Электронный ЮУрГУ в течение 2х недель после проведенной лекции. Блок контрольных вопросов зачитывается если	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



	получены полные, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов.	
	<p>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</p>	<p>Зачтено: 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.</p> <p>Не зачтено: Работа не выполнена. Расчеты отсутствуют или содержат грубые ошибки, выводы не отражают целей и задач работы, содержат заключения не соответствующие полученным данным.</p>
	<p>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</p>	<p>Зачтено: 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.</p> <p>Не зачтено: Работа не выполнена. Расчеты отсутствуют или содержат грубые ошибки, выводы не отражают целей и задач работы, содержат заключения не соответствующие полученным данным.</p>
	<p>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</p>	<p>Зачтено: 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.</p> <p>Не зачтено: Работа не выполнена. Расчеты отсутствуют или содержат грубые ошибки, выводы не отражают целей и задач работы, содержат заключения не соответствующие полученным данным.</p>
	<p>Зачет проводится в письменной форме. В билете содержится 2 теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку ответа 120 минут. За ответ на каждый теоретический вопрос - максимум 20 баллов. За практическое задание - 60 баллов.</p> <p>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</p>	<p>Зачтено: 1. Для получения зачета необходимо набрать не менее 60% от максимально возможного количества баллов за мероприятия текущего контроля. 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>

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.

Критерии 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. 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 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.

В практической части необходимо смоделировать процесс получения изделия методом SLS, согласно варианту задания. На выполнение теоретической и практической части отводится 120 минут. 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.	
--	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое аддитивное производство (аддитивные технологии)?</li> <li>2. В чем существенное отличие аддитивных технологий от традиционных?</li> <li>3. Что такое FDM метод: оборудование, материалы, типичные изделия?</li> <li>4. Чем похожи и чем отличаются методы DLP и SLA?</li> <li>5. Что такое DMD методы: оборудование, материалы, типичные изделия?</li> <li>6. Перечислите и обоснуйте достоинства и недостатки аддитивных методов по сравнению с традиционными технологиями?</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 1.pdf</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие виды материалов применяются для аддитивных технологий?</li> <li>2. Что такое филаменты?</li> <li>3. Типичный состав фотополимеров?</li> <li>4. В чем разница между основными классами фотополимеров?</li> <li>5. В чем ключевые отличия обычных металлических порошков от порошков для аддитивных технологий?</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 2.pdf</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные аддитивные технологии для работы с полимерными материалами</li> <li>2. В чем состоит идея технологии Binder Jetting, укажите ключевые параметры технологии (материалы, размеры области построения, размерная точность, толщина слоя).</li> <li>3. Укажите преимущества технологии SLA по сравнению с FDM.</li> <li>4. Перечислите и охарактеризуйте основные дефекты технологии FDM (причины).</li> <li>5. Приведите основные требования к конструкции детали при использовании технологии SLA.</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 3.pdf</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные аддитивные технологии для работы с металлическими материалами</li> <li>2. В чем состоит идея технологии SLS, укажите ключевые параметры технологии (материалы, размеры области построения, размерная точность, толщина слоя).</li> <li>3. В чем состоит идея технологии DMD, укажите ключевые параметры технологии (материалы, размеры области построения, размерная точность).</li> <li>4. Перечислите ключевые особенности технологий SLS и DMD и охарактеризуйте их.</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 4.pdf</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведите сравнительную оценку качества изделий, полученных методами FDM и SLA с качеством изделий, полученных на литьевых машинах;</li> <li>2. Проведите сравнительную оценку качества изделий, полученных методами SLS и DMD с качеством изделий, полученных методами порошковых технологий;</li> <li>3. Что такое размерная точность?</li> <li>4. Проведите сравнительную оценку анизотропии свойств изделий, полученных различными методами аддитивных технологий.</li> <li>5. Укажите ключевые особенности микроструктуры металлических изделий, полученных методом DMD.</li> </ol> <p>Контрольные вопросы к лекции 6.pdf</p>
	П32.pdf; П31.pdf
	П33.pdf

	ПЗ5.pdf
	Вопросы к зачету.pdf

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. 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.
2. Физика металлов и металловедение ,науч.-техн. журн. ,Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Урал. отд-ние РАН. С 1955 г.
3. 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	Наименование	Библиографическое описание
---	-----	--------------	----------------------------

	литературы	ресурса в электронной форме	
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 система издательства Лань	Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. 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. Третьяков, 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
Практические занятия и семинары	339 (Л.к.)	Компьютеры, интернет. ПО: SolidWorks, Ansys Additive Technology (ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution)
Практические занятия и семинары	340 (Л.к.)	FAB Lab. 3D-принтеры FDM, SLA. 3D-сканер. Микроскоп. Лабораторный пресс.
Лекции	337 (Л.к.)	Компьютер, проектор, интернет, MS PowerPoint.