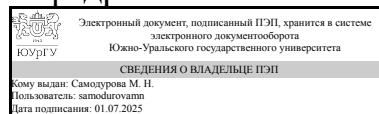


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



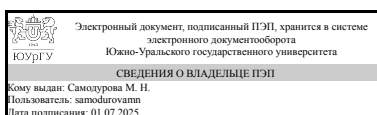
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.06.02 Основы аддитивного производства  
для направления 09.04.03 Прикладная информатика  
уровень Магистратура  
магистерская программа Информационно-измерительные системы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

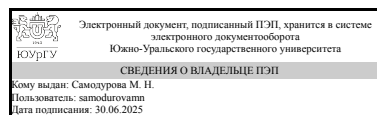
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 916

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



М. Н. Самодурова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Программа призвана обеспечивать наращивание профессиональных компетенций специалистов по разработке технологий аддитивного производства в области лазерных процессов. Предметом дисциплины «Основы аддитивного производства» 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. Цель дисциплины - В соответствии с требованиями основной целью курса 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) Дисциплина состоит из следующих занятий: лекционные, практические занятия. 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. 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 те теоретические знания, которые он получил при изучении теоретических основ курса.

## Краткое содержание дисциплины

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 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
ПК-1 Способен осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и проектных работ, определенных созданием конкурентоспособных информационных систем	Знает: основы технологических процессов получения изделий методами аддитивных технологий, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов; основные материалы для аддитивного производства, сырьё и расходные материалы, необходимые для реализации аддитивных технологий Умеет: физико-химические основы аддитивного производства; материалы применяемые в аддитивном производстве Имеет практический опыт: связывания состава и структуры материалов, способов их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Аппаратное обеспечение автоматизированных систем, Разработка программного обеспечения автоматизированных систем, Управление IT- проектами	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Управление IT- проектами	Знает: способы управления проектом , включая важнейшие принципы, источники, формы и принципы организации проектного финансирования, специфику реализации проектов, особенности завершения проекта и др., основные источники данных, необходимых для разработки и управления реализацией проекта; формы представления информации о проекте, способы организации и управления проектами Умеет: рассчитывать показатели эффективности различных вариантов проекта и выбрать оптимальный вариант; планировать затраты на производство и реализацию продукции, применять методы измерения и передачи сигналов различной физической природы, обработки полученных данных и анализировать показатели проекта в разных фазах его жизненного цикла, вырабатывать командную стратегию при реализации инновационных промышленных проектов Имеет практический опыт: определения целей, предметной области и структуры проекта, расчета календарного плана осуществления проекта, формирования основных разделов сводного плана проекта анализировать риски проекта, планирования, управления стоимостью и контроля проекта; практическими навыками разработки, реализации и оценки эффективности проекта; навыками управления рисками по проекту, сбора, анализа и обработки данных о проекте, необходимых для принятия управленческих организационных, инвестиционных и финансовых решений
Разработка программного обеспечения автоматизированных систем	Знает: средства разработки программного обеспечения автоматизированных систем Умеет: поддерживать процесс разработки программного обеспечения информационных систем, разрабатывать программное обеспечение автоматизированных систем Имеет практический

	опыт: анализа и оценки требований к информационным системам, разработки программное обеспечение автоматизированных систем
Аппаратное обеспечение автоматизированных систем	Знает: принципы построения и функционирования адаптивных электронных и микропроцессорных систем Умеет: описывать на математическом уровне адаптивные электронные и микропроцессорные системы, применять практические методы адаптивного управления техническими объектами в научно-исследовательских и проектных работах, определенных созданием конкурентоспособных информационных систем Имеет практический опыт: анализа результатов исследований в области создания адаптивных электронных и микропроцессорных систем при создании конкурентоспособных информационных систем

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
Подготовка к экзамену	31	31
Подготовка к защите практических работ	20,5	20,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Аддитивные технологии. Методы оцифровки и контрольно-измерительные машины	10	4	6	0
2	Аддитивные технологии и быстрое прототипирование	8	2	6	0
3	Аддитивные технологии и «прямое производство». Аддитивные технологии и порошковая металлургия	8	4	4	0
4	Разработка 3D моделей и рабочих чертежей.	8	2	6	0

5	Проектирование технологической оснастки (пресс-формы).	8	2	6	0
6	Контроль качества изготовления конечных изделий.	6	2	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Терминология и классификация. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий	4
2	2	Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм. Лазерная стереолитография. Технологии синтеза песчаных литейных форм. Машины для синтеза песчаных форм	2
3	3	Материалы для «металлических» АМ-машин. Области применения порошковых материалов. Методы получения металлических порошков, технология получения заготовок из конструкционных и специальных сплавов распылением (атомизацией) металла	4
4	4	Типы 3D-принтеров (настольные, промышленные). Лазерные, электронно-лучевые, экструзионные системы. Калибровка, обслуживание, безопасность.	2
5	5	Дефекты печати (деформации, пористость, трещины). Методы неразрушающего контроля (КТ, рентген, УЗК). Стандартизация и сертификация изделий.	2
6	6	Работа с CAD/CAM-программами. Настройка и эксплуатация 3D-принтеров. Анализ напечатанных деталей.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Материалы в аддитивном производстве. Полимеры (PLA, ABS, нейлон, фотополимеры). Металлы (титан, алюминий, нержавеющая сталь, кобальт-хром). Керамика, композиты, гибридные материалы. Требования к материалам для АМ.	6
2	2	Этапы производства: 3D-моделирование. Подготовка файла. Печать. Постобработка.	6
3	3	Типы 3D-принтеров (настольные, промышленные). Лазерные, электронно-лучевые, экструзионные системы. Калибровка, обслуживание, безопасность.	4
4	4	Разработка 3D моделей и рабочих чертежей.	6
5	5	Разработка технологического процесса	6
6	6	Оценка качества готовых изделий	4

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на	Семестр	Кол-во

	ресурс		часов
Подготовка к экзамену	Иванов В.А. Аддитивные технологии в промышленности. Методические указания к освоению дисциплины / В.А. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2021. - 31 с.	3	31
Подготовка к защите практических работ	Иванов В.А. Аддитивные технологии в промышленности. Методические указания к освоению дисциплины / В.А. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2021. - 31 с.	3	20,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	80	Экзамен проводится в письменной форме. В билете содержится 2 теоретических вопроса и практическое задание. 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	экзамен

					<p>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. Экзамен может быть выставлен по результатам текущего контроля в семестре. Для получения экзамена необходимо набрать не менее 60% от максимально возможного количества баллов за мероприятия текущего контроля.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№
		КМ
		1
ПК-1	Знает: основы технологических процессов получения изделий методами аддитивных технологий, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов; основные материалы для аддитивного производства, сырьё и расходные материалы, необходимые для реализации аддитивных технологий	+
ПК-1	Умеет: физико-химические основы аддитивного производства; материалы применяемые в аддитивном производстве	+
ПК-1	Имеет практический опыт: связывания состава и структуры материалов, способов их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины



## Печатная учебно-методическая документация

### *а) основная литература:*

1. Оборудование для обработки давлением порошков и порошковых заготовок / Под ред. Л. А. Баркова. - Челябинск : Металл, 1992. - 296 с. : ил.

### *б) дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

### *г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Аддитивные технологии в машиностроении

### *из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Аддитивные технологии в машиностроении

## Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента		библготечный фонд
Лекции	333 (Л.к.)	компьютерная техника