

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Самодурова М. Н. Пользователь: samodurovann Дата подписания: 11.09.2024	

М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М2.06.02 Технология селективного лазерного сплавления  
**для направления** 15.04.01 Машиностроение  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Аддитивные технологии  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от  
14.08.2020 № 1025

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

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Самодурова М. Н. Пользователь: samodurovann Дата подписания: 11.09.2024	

М. Н. Самодурова

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

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Самодурова М. Н. Пользователь: samodurovann Дата подписания: 10.09.2024	

М. Н. Самодурова

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель – дать студенту представление о современных методах селективного лазерного сплавления (СЛС), преимуществах и недостатках, а также об основных областях применения. Знание технологических возможностей СЛС дает студенту ценный инструмент в исследовательской карьере для ускорения существующих процессов и решения ранее неразрешимых задач. Задачи – приобретение навыков в области конструкторской, технологической и инновационной деятельности, связанной с аддитивными технологиями, а именно СЛС процессами; получение опыта использования основных инструментов при проектировании деталей машин и механизмов для металлургического производства методами СЛС.

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются вопросы, связанные с технологией СЛС как современного метода 3D-печати. 3D-печать – это мощный инструмент, который широко применяется в современной технике. Начиная с изучения базовой концепции устройства 3D-печати, предмет курса переходит к вычислительным методам, моделированию и моделированию, а затем к сложному описанию отдельных методов печати. Студенты знакомятся с механизмом создания, обработки и создания 3D-объектов методом СЛС. В каждой теме, посвященной очередному методу, указаны наиболее распространенные области применения, плюсы и минусы, перечислены доступные материалы, а также обсуждаются особенности проектирования, присущие выбранному методу. Студенты знакомятся с основными принципами создания деталей машин и механизмов методами СЛС, оборудованием и материалами, применяемыми в данной области.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: принципы планирования и выполнения работ по обеспечению выпуска продукции селективным лазерным сплавлением Умеет: планировать и выполнять работы по обеспечению выпуска продукции селективным лазерным сплавлением Имеет практический опыт: планирования работ по обеспечению выпуска продукции селективным лазерным сплавлением

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Физико-химические основы аддитивного производства, Материалы для аддитивного производства, Технология лазерной наплавки, Оборудование аддитивного производства,	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Оборудование аддитивного производства	Знает: методы машинного обучения; современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения; способы нанесения покрытий и выращивания деталей Умеет: применять методы машинного обучения для анализа данных технологических процессов ОМД, сварки, наплавки; применять современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения; выбирать требуемый способ аддитивных технологий в зависимости от геометрии и назначения изделия Имеет практический опыт: проведения анализа данных методами машинного обучения; применения современных цифровых систем автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения
Физико-химические основы аддитивного производства	Знает: закономерности изменения физико-химических свойств; методы определения физико-химических свойств материалов и сварных соединений, единичные и комплексные показатели надежности готовых изделий, а также основные виды, причины и закономерности их отказов Умеет: выбирать методы стандартных испытаний по определению физико-химических свойств продукции; разрабатывать программы испытаний, выбирать критерии и методы оценки показателей физико-химических свойств и надежности сварных изделий Имеет практический опыт: методик расчетной-экспериментальной оценки показателей надежности и физико-химических свойства сварных изделий; методики введения и редактирования свойства материалов при компьютерном моделировании; по определению физико-химических свойств материалов
Материалы для аддитивного производства	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: связывать состав и структуру материалов, способы их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
Технология лазерной наплавки	Знает: принципы планирования и выполнения работ по обеспечению выпуска продукции с применением технологий лазерной наплавки; технологические процессы, оборудование и инструменты, применяемые в лазерной наплавке Умеет: планировать и выполнять работы по обеспечению выпуска продукции с применением технологий лазерной наплавки; планировать и выполнять работы по обеспечению выпуска продукции в условиях аддитивного производства, лазерной наплавки Имеет практический опыт: выполнения работ по лазерной наплавке, выбору сырья и расходных материалов
Безопасность жизнедеятельности в аддитивном производстве	Знает: проблемные ситуации в области безопасности жизнедеятельности в аддитивном производстве; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; каким образом осуществить анализ проблемных производственных ситуаций Умеет: определять и реализовывать безопасную деятельность при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании; осуществлять самооценку своим действиям, определять и реализовывать безопасную деятельность при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании Имеет практический опыт: развития навыков собственной научной деятельности; безопасного поведения при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании; безопасного поведения при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 59,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	24	24

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа (СРС)	84,5	84,5
курсовая работа, подготовка к экзамену	84,5	84,5
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КР

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Аддитивные технологии в рамках СЛС процессов. Классификация процессов	4	4	0	0
2	Аддитивные технологии и быстрое прототипирование. СЛС процессы. Программное обеспечение	6	4	2	0
3	Аддитивные технологии и «прямое производство». Аддитивные технологии и порошковая металлургия. Оборудование и материалы для СЛС процессов	8	6	2	0
4	Разработка 3D моделей и рабочих чертежей для деталей машин и агрегатов metallургического производства. Порошковые методы. Экструзионные методы. Струйные методы	12	6	2	4
5	Использование технологии СЛС в производстве. Проектирование технологической оснастки (пресс-формы) с применением 3D принтера	8	2	2	4
6	Контроль качества изготовления конечных изделий с применением координатно-измерительной машины (3D сканера)	10	2	4	4

### 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	4
3	3	СЛС процессы. Оборудование для СЛС процессов. Технология СЛС процессов	6
4	4	Материалы для «металлических» СЛС-машин	6
5	5	Области применения порошковых материалов	2
6	6	Методы получения металлических порошков, технология получения заготовок из конструкционных и специальных сплавов распылением (атомизацией) металла	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Разработка 3D моделей и рабочих чертежей	2
2	3	Разработка технологического процесса	2

3	4	Разработка технологического процесса	2
4	5	Разработка технологического процесса	2
5	6	Оценка качества готовых изделий	4

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	4	Разработка чертежей	4
2	5	Проектирование технологической оснастки (пресс-формы)	4
3	6	Методы измерения физико-механических и геометрических параметров	4

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
курсовая работа, подготовка к экзамену	Чабаненко, А.В. и др. Технология аддитивного производства, моделирование и управление качеством процесса послойного синтеза. Санкт-Петербург : ГУАП, 2018. - 137 с. Шкуро, А. Е. Технологии и материалы 3D-печати : учебное пособие / А. Е. Шкуро, П. С. Кривоногов. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. — 99 с. — ISBN 978-5-94984-616-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142568">https://e.lanbook.com/book/142568</a> (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	4	84,5

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Проме-жуточная аттестация	Технологии селективного лазерного сплавления	-	5	5 баллов: Студент правильно ответил на 3 вопроса. Ответы были грамотными, полными, студент владеет терминологией. 4 балла: Студент ответил на 3 вопроса, но ответы содержали неточности. 3 балла: Студент ответил на 2 вопроса. В ходе ответов	экзамен

						студент допускал ошибки и неточности. Слабо владеет профессиональной терминологией. 2 балла: Студент не освоил изучаемый в дисциплине материал. Не понял суть вопросов.	
--	--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На устном экзамене студент получает билет с 3 вопросами. Время на подготовку к ответу на экзамене не более 40 минут. Оценки выставляются по 5-балльной шкале. 5 баллов: Студент правильно ответил на 3 вопроса. Ответы были грамотными, полными, студент владеет терминологией. 4 балла: Студент ответил на 3 вопроса, но ответы содержали неточности. 3 балла: Студент ответил на 2 вопроса. В ходе ответов студент допускал ошибки и неточности. Слабо владеет профессиональной терминологией. 2 балла: Студент не освоил изучаемый в дисциплине материал. Не понял суть вопросов.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
		1
УК-2	Знает: принципы планирования и выполнения работ по обеспечению выпуска продукции селективным лазерным сплавлением	+
УК-2	Умеет: планировать и выполнять работы по обеспечению выпуска продукции селективным лазерным сплавлением	+
УК-2	Имеет практический опыт: планирования работ по обеспечению выпуска продукции селективным лазерным сплавлением	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### a) основная литература:

1. Лазерная техника и технология Кн. 1 Физические основы технологических лазеров Учеб. пособие для втузов: В 7 кн. Под ред. А. Г. Григорьянца; Авт. кн.: В. С. Голубев, В. Ф. Лебедев. - М.: Высшая школа, 1987. - 191 с. ил.
2. Справочник по лазерной технике [Текст] пер. с нем. В. Н. Белоусова ; под ред. А. П. Напартовича. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 543 с. ил.
3. Роман, О. В. Справочник по порошковой металлургии : Порошки. Материалы. Процессы [Текст] О. В. Роман, И. П. Гибрилов. - Минск: Беларусь, 1988. - 176 с. ил.
4. Либенсон, Г. А. Основы порошковой металлургии. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1987. - 208 с. ил.

5. Материаловедение Учеб. для втузов Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов Г. Ф. и др.; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 383 с. ил.

6. Арзамасов, Б. Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах. - М.: Машиностроение, 1979. - 224 с. ил.

7. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов Учеб. пособие для вузов по спец."Материаловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. - М.: Металлургия, 1985. - 256 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия [Текст] Учеб. для техникумов по спец. 1109 "Порошковая металлургия". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1991. - 431 с. ил.

2. Либенсон, Г. А. Производство порошковых изделий Учеб. для техникумов по спец. 1109 "Порошковая металлургия" Г. А. Либенсон. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1990. - 237 с. ил.

3. Герман, Р. Порошковая металлургия от А до Я [Текст] учебно-справ. рук. Р. Герман ; пер. с англ. Г. А. Либенсона, О. В. Падалко ; под ред. О. В. Падалко. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 335 с. ил.

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

1. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова, Металлург,

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

1. Чабаненко, А.В. и др. Технология аддитивного производства, моделирование и управление качеством процесса послойного синтеза. Санкт-Петербург : ГУАП, 2018. - 137 с.

2. Харанжевский Е. В., Кривилёв М. Д. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество. Учебное пособие. Под общей редакцией П. К. Галенко. Ижевск: Изд-во “ Удмуртский университет ”, 2011. - 187 с.

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

1. Чабаненко, А.В. и др. Технология аддитивного производства, моделирование и управление качеством процесса послойного синтеза. Санкт-Петербург : ГУАП, 2018. - 137 с.

2. Харанжевский Е. В., Кривилёв М. Д. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество. Учебное пособие. Под общей редакцией П. К. Галенко. Ижевск: Изд-во “ Удмуртский университет ”, 2011. - 187 с.

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
---	----------------	--	----------------------------

1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шкуро, А. Е. Технологии и материалы 3D-печати : учебное пособие / А. Е. Шкуро, П. С. Кривоногов. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. — 99 с. — ISBN 978-5-94984-616-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142568">https://e.lanbook.com/book/142568</a> (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шульга, А. В. Основы технологии получения современных материалов : учебное пособие / А. В. Шульга. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 144 с. — ISBN 978-5-7262-2204-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/126670">https://e.lanbook.com/book/126670</a> (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гладуш, Г. Г. Физические основы лазерной обработки материалов : монография / Г. Г. Гладуш, И. Ю. Смуров. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 592 с. — ISBN 978-5-9221-1712-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105004">https://e.lanbook.com/book/105004</a> (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)" -Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	340 (Л.к.)	Принтеры для 3-Д печати, лаборатория «Микропорошковые технологии»
Практические занятия и семинары		ПК, проектор, экран
Лекции	333 (Л.к.)	ПК, проектор, экран