

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 05 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Оборудование и технологии лазерного сплавления материалов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Цифровые технологии в машиностроительном производстве
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – 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. формирование базы знаний о структуре, логической организации, методах и средствах и способах научно-познавательской деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

– формирование знаний:

- об исторических предпосылках появления аддитивных технологий;
- -о машинах и оборудовании для выращивания металлических изделий;.

– формирование умений:

- разрабатывать алгоритм изготовления изделий применением 3D принтера.
- проводить контроль качества готового изделия с использованием 3D
- сканера (координатно-измерительной машины)

формирование навыков:

- применения современных средств автоматизации, методов проектирования, математического, физического и компьютерного моделирования технологических процессов и машиностроительных производств.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины 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

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
| ПК-3.5 | ИД-1ПК-3.5 | Знает технические возможности технологического оборудования и методы технологического проектирования для лазерного спекания материалов | Знает технические возможности технологического оборудования организации. и методы технологического проектирования. | Экзамен |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|-----------------|
| ПК-3.5 | ИД-2ПК-3.5 | Умеет систематизировать и анализировать информацию по результатам работы профильного подразделения осуществляющего лазерное сплавление материалов | Умеет систематизировать и анализировать информацию по результатам работы профильного подразделения. | Экзамен |
| ПК-3.5 | ИД-3ПК-3.5 | Владеет навыками проектирования технологических процессов лазерного спекания материалов используя передовые достижения науки и техники | Владеет навыками проектирования технологических процессов передовых достижений науки и техники | Экзамен |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 1 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 36 | 36 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 18 | 18 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 16 | 16 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | 2 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 72 | 72 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 36 | 36 | |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | |
| | | | | СРС |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1-й семестр | | | | |
| Прямое производство изделий с помощью аддитивных технологий | 18 | 0 | 16 | 72 |
| <p>Тема 1. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы; технические параметры, характеристики различных видов аддитивных установок. использования синтезированных</p> <p>Тема 2. Подготовка моделей для 3D печати Особенности проектирования изделий для 3д печати, ориентация модели в рабочем пространстве установки, построение поддержек.</p> <p>Тема 3. Материалы для «металлических» 3D принтеров. Требования к порошковым материалам, способы получения порошков, особенности применения цветных и черных металлов и неметаллов.</p> <p>Тема 4. Обеспечение качества изделий, полученных с помощью лазерного сплавления. Влияние технологических режимов сплавления на качество поверхности и прочностные характеристики изделий, причины возникновения дефектов.</p> | | | | |
| ИТОГО по 1-му семестру | 18 | 0 | 16 | 72 |
| ИТОГО по дисциплине | 18 | 0 | 16 | 72 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|---|
| 1 | Сравнение характеристик установок для послойного синтеза |
| 2 | Подготовка 3D модели для синтеза. |
| 3 | Исследование свойств металлических порошков для 3D печати |
| 4 | Оценка качества поверхности, геометрических размеров и микро-пористости образцов, изготовленных по технологии SLM |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|---|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Белова С. А. Промышленное применение лазеров : учебное пособие / С. А. Белова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. | 26 |
| 2 | Лазерные технологии обработки материалов : современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / В. Я. Панченко [и др.]. - Москва: Физматлит, 2009. | 1 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Гибсон Я. Технологии аддитивного производства : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. - Москва: Техносфера, 2016. | 1 |
| 2 | Промышленное применение лазеров : пер. с англ. / Г. Кёбнер [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1988. | 8 |

| | | |
|---|-----------------|--|
| 2.2. Периодические издания | | |
| | Не используется | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--|---|---|
| Дополнительная литература | С. В. Каменев Технологии аддитивного производства : Учебное пособие / С. В. Каменев, К. С. Романенко. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. | http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks87823 | локальная сеть; авторизованный доступ |
| Основная литература | Лазерные технологии обработки материалов : современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / В. Я. Панченко [и др.]. - Москва: Физматлит, 2009. | http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6066 | локальная сеть; авторизованный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|---|---|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015) |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|---|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|---|
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | https://техэксперт.сайт/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция | доска маркерная | 1 |
| Лекция | компьютер | 1 |
| Лекция | проектор | 1 |
| Практическое занятие | компьютер | 16 |
| Практическое занятие | проектор | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Оборудование и технологии лазерного сплавления материалов»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы академической магистратуры

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

| | |
|--|--|
| Направление подготовки: | 15.04.01 Машиностроение |
| Направленность (профиль) образовательной программы: | Цифровые технологии в машиностроительном производстве |
| Квалификация выпускника: | «Магистр» |
| Выпускающая кафедра: | Инновационные технологии машиностроения |
| Форма обучения: | Очная |

Курс: 1

Семестры: 1

Трудоёмкость:

| | | |
|--------------------------------------|-----|----|
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 4 | ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 144 | ч. |

Виды промежуточного контроля:

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2019

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Оборудование и технологии лазерного сплавления материалов»** и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины **«Оборудование и технологии лазерного сплавления материалов»**, утвержденной «30» ноября 2019 г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.ДВ.01.2 «Оборудование и технологии лазерного сплавления материалов» участвует в формировании одной компетенции: ПК-3.5. В рамках учебного плана образовательной программы в 1-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. **ПК-3.5. Б1.ДВ.01.2.** Способен осуществлять организацию и контроль выполнения плана работ по проектированию технологических процессов.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и состоит из одного учебного раздела. В разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы) | Вид контроля | | | |
|--|-------------------------|----|----------|--------------------------|
| | Текущий и промежуточный | | Рубежный | Промежуточная аттестация |
| | ПЗ | ЛР | РК | экзамен |
| Усвоенные знания | | | | |
| З.1 Знать технические возможности технологического оборудования и методы технологического проектирования для лазерного спекания материалов | ОПЗ | | РКР | ТВ |
| Освоенные умения | | | | |
| У.1 Уметь систематизировать и анализировать информацию по результатам работы профильного подразделения осуществляющего лазерное сплавление материалов | ОПЗ | | | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | |
| В.1 Владеть навыками проектирования технологических процессов лазерного спекания материалов используя передовые достижения науки и техники | | | ИКЗ | КЗ |

О - опрос по тематике лекционного занятия;

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

РКР – рубежная контрольная работа;

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание, экзамена

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных

частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 4 практические работы. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД, запланирована одна рубежная контрольная работа после освоения студентами раздела дисциплины.

Типовые вопросы КР:

- 1 Принцип действия лазеров
- 2 Взаимодействие лазерного излучения с металлами
- 3 Способы получения металлических порошков
- 5 Техника безопасности при эксплуатации лазерных установок
- 6 Структурные преобразования в сплавленном материале

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине. Оценка за экзамен выставляется по результатам текущего и рубежного контроля с использованием типовой шкалы и критериев оценивания, приведенной в общей части ФОС магистерской программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний, умений владений

представлены в приложении к ФОС:

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС магистерской программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС магистерской программы.