МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Системы быстрого прототипирования

|  |  |
| --- | --- |
| **Перечень сведений о рабочей программе модуля** | **Учетные данные** |
| **Модуль** М1.8  Автоматизация проектирования | **Код модуля** |
| **Образовательная программа**  Автоматизация конструкторского и технологического проектирования на базе универсальных промышленных САПР | **Код ОП** 09.04.01/01.01  **Учебный план** 6458 (версия 1) |
| **Траектория образовательной программы (ТОП)** | Без траекторий |
| **Направление подготовки**  Информатика и вычислительная техника | **Код направления и уровня подготовки**  09.04.01 |
| **Уровень подготовки**  магистратура |
| **ФГОС ВО** | **Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО**: 30.10.2014 г. № 1420 |

**Екатеринбург, 2018**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **ФИО** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Кафедра** | **Подпись** |
| 1 | Петунин Александр Александрович | д.т.н. | Профессор | Информационных технологий и автоматизации проектирования |  |
| 2 | Уколов Станислав Сергеевич | - | Ассистент | Информационных технологий и автоматизации проектирования |  |

Руководитель модуля С.С. Уколов

Рекомендовано учебно-методическим советом Института новых материалов и технологий

Председатель УМС ИНМиТ М.П. Шалимов

Протокол № \_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль

А.А. Петунин

Согласовано:

Дирекция образовательных программ Р.Х. Токарева

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ**
   1. **Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Системы быстрого прототипирования» входит в вариативную (по выбору студента) часть образовательной программы в составе модуля «Автоматизация проектирования».

**Характеристика содержания дисциплины:** В ходе изучения дисциплины осваиваются следующие вопросы: понятие об аддитивных технологиях и быстром прототипировании, виды аддитивных технологий и их характеристики, программное обеспечение для проектирования изделий под аддитивные технологии, программное обеспечение для работы с системами быстрого прототипирования, принципы проектирования под аддитивные технологии, материалы, используемые в аддитивных технологиях.

**Характеристика методических особенностей дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины включает лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента. Основные формы интерактивного обучения – проблемное обучение и командная работа.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачёт. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов.

Оценка по дисциплине выставляется в системе БРС и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения контрольных, домашних и практических работ, зачёта.

* 1. **Язык реализации программы:** Русский**.**
  2. **Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Изучение дисциплины является этапом формирования у студента следующих компетенций:

|  |
| --- |
| **ОПК-2**: культура мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных |
| **ПК-3**: знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности |
| **ПК-18**: способностью к разработке программного обеспечения для создания трехмерных изображений; |

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать и понимать:**

* основные понятия и определения в области аддитивных технологий и систем быстрого прототипирования
* понятие о видах аддитивных технологий, их принципах и оборудовании
* понятие о программных средствах проектирования под аддитивные технологии
* понятия о структуре цифровой модели для формирования технологического процесса изготовления изделий посредством систем быстрого прототипирования
* принцип выбора материалов для аддитивных технологий

**Уметь:**

* применять знания и понимание для:
  + выбора технологии производства изделия под конкретную задачу
  + проектирования изделия под технологию аддитивного производства
  + формирования задания на производство данного изделия
* выносить суждения в области изучения
* комментировать данные и результаты, связанные с областью изучения

**Демонстрировать навыки и опыт деятельности (владеть)** в работе с программным обеспечением, специализированном под разработку задания на производство с использованием аддитивных технологий

* 1. **Объем дисциплины**

Очная форма обучения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Виды учебной работы** | **Объем дисциплины** | | **Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)** | | |
| **№**  **п/п** | **Всего часов** | **В т.ч. контактная работа (час.)** |  | 3 |  |
| **1.** | **Аудиторные занятия** | **54** | **54** |  | **54** |  |
| **2.** | Лекции | 18 | 18 |  | 18 |  |
| **3.** | Практические занятия | 36 | 36 |  | 36 |  |
| **4.** | Лабораторные работы |  |  |  |  |  |
| **5.** | **Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации** | **50** | **8.10** |  | **50** |  |
| **6.** | **Промежуточная аттестация** | 4 | **0.25** |  | З |  |
| **7.** | **Общий объем по учебному плану, час.** | 108 | 62.35 |  | 108 |  |
| **8.** | **Общий объем по учебному плану, з.е.** | 3 |  |  | 3 |  |

1. **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код**  **раздела, темы** | **Раздел, тема**  **дисциплины** | **Содержание** |
| **Р1** | Введение в аддитивные технологии | История, общие сведения, описание основных технологий, пути развития |
| **Р2** | Технологии лазерного сплавления и спекания | Принципы технологии, описание оборудования, технологические параметры, свойства получаемых изделий |
| **Р3** | Материалы для аддитивных технологий | Технологии производства, характеристики, требования |
| **Р4** | Программное обеспечение для инжиниринга под АТ | Виды, особенности, принципы работы, решение прикладных задач |
| **Р5** | Инжиниринг под АТ | Концепция, методология, основные приемы, прогнозирование результатов |

1. **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**
   1. **Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Объем модуля (зач.ед.): 9  Объем дисциплины (зач.ед.): 3 | | | | | | | |
| **Раздел дисциплины** | | | **Аудиторные занятия (час.)** | | | | **Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код раздела, темы | Наименование раздела, темы | Всего по разделу, теме (час.) | Всего аудиторной работы (час.) | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего самостоятельной работы студентов (час.) | Подготовка к аудиторным занятиям (час.) | | | | | Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.) | | | | | | | | | | | | Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.) | | | Подготовка к  промежуточной аттестации по дисциплине (час.) | | Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.) | |
| Всего (час.) | Лекция | Практ., семинар. занятие | Лабораторное занятие | Н/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура) | Всего (час.) | Домашняя работа\* | Графическая работа\* | Реферат, эссе, творч. работа\* | Проектная работа\* | Расчетная работа, разработка программного продукта\* | Расчетно-графическая работа\* | Домашняя работа на иностр. языке\* | Перевод инояз. литературы\* | Курсовая работа\* | Курсовой проект\* | | Всего (час.) | Контрольная работа\* | Коллоквиум\* | Зачет | Экзамен | Интегрированный экзамен по модулю | Проект по модулю |
| **Р1** | Введение в аддитивные технологии | **10** | **5** | 5 |  |  | **5** | **5** | 5 | 0 |  |  | **0** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| **Р2** | Технологии лазерного сплавления и спекания | **6** | **3** | 3 |  |  | **3** | **3** | 3 |  |  |  | **0** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| **Р3** | Материалы для аддитивных технологий | **6** | **3** | 3 |  |  | **3** | **3** | 3 |  |  |  | **0** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| **Р4** | Программное обеспечение для инжиниринга под АТ | **32** | **21** | 3 | 18 |  | **11** | **9** | 3 | 6 |  |  | **2** | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| **Р5** | Инжиниринг под АТ | **50** | **22** | 4 | 18 |  | **28** | **10** | 4 | 6 |  |  | **18** |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  | | 0 |  |  |
|  | **Всего (час)**, без учета подготовки к аттестационным мероприятиям: | **104** | **54** | **18** | **36** | **0** | **50** | **30** | 18 | 12 | 0 | 0 | **20** | **2** | **0** | **0** | **0** | **0** | **18** | **0** | **0** | **0** | **0** | | **0** | **0** | **0** |
|  | **Всего по дисциплине (час.):** | **108** | **54** |  | | | **54** | В т. ч. промежуточная аттестация | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **4** |  |  |  |
|  | **Проект по модулю** |  |  |  | | |  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |  |  | **54** |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
   1. **Лабораторные работы**

Не предусмотрено.

* 1. **Практические занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код**  **раздела,**  **темы** | **Номер работы** | **Наименование работы** | **Время на выполнение работы (час.)** |
| Р4 | 1 | Разработка задание на производство изделия методом СЛС | 10 |
| Р4 | 2 | Расчет свойств изделия в зависимости от выбора материалов изготовления | 8 |
| Р5 | 3 | Моделирование изделия для изготовления по технологии СЛС | 9 |
| Р5 | 4 | Проектирование изделия для изготовления по технологии СЛС | 9 |
|  |  | **Всего:** | 36 |

* 1. **Примерная тематика самостоятельной работы**
     1. **Примерный перечень тем домашних работ**
        1. Программное обеспечение для инжиниринга под АТ
     2. **Примерный перечень тем графических работ**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

1. Инжиниринг под АТ
   * 1. **Примерный перечень тем курсовых работ**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерная тематика контрольных работ**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерная тематика коллоквиумов**

Не предусмотрено.

1. **СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, тем ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

| **Код раздела, темы дисциплины** | **Активные методы обучения** | | | | | | **Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Вебинары и видеоконференции | Асинхронные web-конференции и семинары | Совместная работа и разработка контента | Другие |
| Р1 | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р2 |  |  |  | X | X |  |  |  |  |  |  |  |
| Р3 | X |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р4 |  |  |  | X | X |  |  |  |  |  |  |  |
| Р5 | X |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**
2. **ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**
3. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**
4. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ дисциплины**
   1. **Рекомендуемая литература**
      1. **Основная литература**
5. Зленко М.А. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ. [Текст]: пособие для инженеров / Зленко М. А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. – Изд-во ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». М. 2015 – 219 стр.
   * 1. **Дополнительная литература**
6. Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения[Текст]: монография - СПб.:Питер, 2016 - 400 стр.
   1. **Методические разработки**

Не используются

* 1. **Программное обеспечение**

Не используются.

* 1. **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. http://lib.urfu.ru – зональная научная библиотека УрФУ
2. http://elibrary.ru. Сайт научной электронной библиотеки
3. База данных нормативно – технической документации Техэксперт - http://www.cntd.ru/
   1. **Электронные образовательные ресурсы**

Не используются.

1. **мАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная презентационным оборудованием.

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс, оборудованный техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**к рабочей программе дисциплины**

1. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ** 
   1. **Весовой коэффициент значимости дисциплины – 100\*3 / 120 =** 2.50.
   2. **Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1.Лекции**: **коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –** 0.4 | | |
| **Текущая аттестация на лекциях** | **Сроки – семестр,**  **учебная неделя** | **Максимальная оценка в баллах** |
| Посещение лекций | III, 1-17 | 36 |
| Выполнение расчётно-графической работы | III, 16 | 64 |
| **Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –** 0.4 | | |
| **Промежуточная аттестация по лекциям** – зачёт  **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям –** 0.6 | | |
| **2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий –** 0.6 | | |
| **Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях** | **Сроки – семестр,**  **учебная неделя** | **Максимальная оценка в баллах** |
| Посещение практических занятий | III, 10-17 | 36 |
| Домашняя работа | III, 12 | 64 |
| **Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям–** 1.0 | | |
| **Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–** не предусмотрена  **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям –** 0.0 | | |

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

не предусмотрено

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| **Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина** | **Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре** |
| III | 1 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**к рабочей программе дисциплины**

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**к рабочей программе дисциплины**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств предназначен для оценки:

1. соответствия фактически достигнутых каждым студентом результатов освоения дисциплины результатам, запланированным в формате дескрипторов «знать, уметь, иметь навыки» (п.1.3) и получения на основе БРС интегрированной оценки по дисциплине;
2. уровня освоения элементов компетенций, соответствующих этапу изучения дисциплины.

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

Уровень освоения элементов компетенций, соответствующих этапу изучения дисциплины, в условиях применения БРС оценивается с использованием критериев и шкалы оценок, утвержденных УМС ИНМТ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Критерии** | | | **Шкала оценок** |
| Рейтинг результата освоения дисциплины  (баллы БРС) | Оценка по дисциплине | | Уровень освоения элементов компетенций |
| 100-80 | Отлично | Зачтено | Высокий |
| 80-60 | Хорошо | Повышенный |
| 60-40 | Удовлетворительно | Пороговый |
| менее 40 | Неудовлетворительно | Не зачтено | Элементы не освоены |

**8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**8.3.1.** **Примерные задания в составе практических работ**

1. Выполнить построения годных и негодных ячеистых моделей используя методику WEAVE
2. Выполнить построения годных и негодных ячеистых моделей используя методику STAR-WEAVE
3. Выполнить построения годных и негодных ячеистых моделей используя методику Quick-Cast
4. Выполнить послойное построение изделия
5. Удалить поддержки

**8.3.2.** **Примерные задания в составе домашней работы**

Восстановить поврежденный STL-файл

**8.3.3.** **Примерные задания в составе расчётно-графической работы**

Разработать модель объекта и документацию для трехмерной печати

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачёта**

1. Аддитивные технологии. Основные понятия.

2. Лазерная стереолитография. Принцип.

3. Основные типы конструкций машин селективного лазерного сплавления.

4. Общие технические требования к металлическим порошкам, применяемым в технологии SLM. Контролируемые параметры качества металлического порошка.

5.Экструзия термопластика. Принцип.

6.Описать преимущества и недостатки использования SLM в сравнении c EBM и DMD

7.Технологии газовой атомизации VIGA, EIGA. Технология плазменной атомизации

8.Гипсполимеризация. Принцип

9.Описать преимущества технологии селективного лазерного сплавления металлических материалов c технологиями литья

10.Технологии центробежной атомизации REP, PREP

11. Фотоплимеризация. Принцип

12.Отличительные особенности структуры материала металлических изделий полученных методом селективного лазерного сплавления

13.Полиамидные порошковые материалы для SLS технологии, технология их производства. Другие неметаллические материалы (PEEK, PEKK, армированные полиамидные материалы)

14.Direct deposition. Принцип

15.Назовите параметры поддержки, влияющие на качество изделия. Технология SLM

16.Керамические и композиционные материалы. Существующие технологии аддитивного производства изделий из указанных материалов (технологии DirectDeposition, DMP, UAM, LCM)

17. Селективное лазерное сплавление. Принцип

18.Основные принципы размещения деталей на платформе построения машины EOS M280

19.Металлические материалы, используемые в технологии селективного лазерного сплавления. Особенности применения.

20. Электронно-лучевое сплавление. Принцип

21. Основные принципы размещения деталей в объеме камеры построения машины EOS Р 396

22. Полимерные материалы, используемые в технологии селективного лазерного спекания. Особенности применения.

23. Характеристика формата цифровой модели STL

24.Требования к порошковым материалам, применяемым в технологии селективного лазерного сплавления, электронно-лучевого сплавления, direct deposition

25. Гибридные установки на основе direct deposition.

26. Распространенное программное обеспечение для АТ. Назвать и описать.

**8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено

**8.3.6.** **Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

не используются

**8.3.7**. **Ресурсы ФЭПО** **для проведения независимого тестового контроля**

не используются

**8.3.8.** **Интернет-тренажеры**

не используются