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**

Элементы математического программирования

|  |  |
| --- | --- |
| **Перечень сведений о рабочей программе модуля** | **Учетные данные** |
| **Модуль** М1.5  Элементы исследования операций | **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, 2017**

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 А.А. Петунин

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 «Элементы математического программирования» входит в вариативную часть образовательной программы в составе модуля «Элементы исследования операций».

**Характеристика содержания дисциплины:** В ходе изучения дисциплины осваиваются методы оптимизации применительно к разработке систем автоматизированного проектирования (САПР). Значительное внимание уделяется применению компьютерных технологий для решения задач оптимизации. Рассматриваются основы теории математического программирования и методы решения задач оптимизации при различных ограничениях. Рассматриваются также вопросы решения задач алгоритмизации на основе решения задач математического программирования.

**Характеристика методических особенностей дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины включает лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента. Основные формы интерактивного обучения – кейс-анализ, проблемное обучение и командная работа. В ходе изучения дисциплины студенты выполняют одну контрольную и две домашние работы.

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 контрольной, домашней и практических работ, зачёта.

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

Изучение дисциплины является этапом формирования у студента следующих компетенций:

|  |
| --- |
| **Текстовое описание компетенций, формируемых на этапе освоения модуля** |
| **ПК-3**: знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности |
| **ПК-7**: применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий |
| **ПК-9**: способность проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы и их компоненты |
| **ПК-12**: способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации |
| **ПК-14**: способность к программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем |
| **ПК-15**: способность к созданию программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов |

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать**:

* Методы решения задач безусловной оптимизации: классический подход, метод наискорейшего спуска, метод Ньютона, метод циклического покоординатного спуска
* Методы решения задач условной оптимизации: классический подход сведения задач условной оптимизации к задаче безусловной оптимизации, метод множителей Лагранжа, методы штрафных и барьерных функций

**Уметь**:

* Применять на практике методы решения задач математического программирования

**Владеть**:

* Методами решения задач оптимизации в области математического программирования и компьютерной математики
* Математическими пакетами, предназначенными для решения задач рассматриваемого класса
  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 | Формулировка задачи оптимизации. Целевая функция. Ограничения. Допустимые точки. Примеры постановки задач. Задачи математического программирования. Применение компьютерных технологий к решению задач оптимизации. |
| **Р2** | Задачи безусловной оптимизации | Классический подход к решению задач безусловной оптимизации. Метод наискорейшего спуска. Выпуклые функции. Метод Ньютона в одномерном и многомерном пространствах. Модифицированный метод Ньютона. |
| **Р3** | Задачи условной оптимизации с ограничениями типа равенства | Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Способы задания штрафных функций. Метод барьерных функций. |
| **Р4** | Задачи линейного программирования | Выпуклые множества. Экстремальные точки и экстремальные направления выпуклых множеств. Методы решения задач линейного программирования. |

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Объем модуля (зач.ед.): 3  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 | **4** | **2** | 2 |  |  | **2** | **2** | 2 |  |  |  | **0** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **0** | |  |  | **4** |
| Р2 | Задачи безусловной оптимизации | **32** | **16** | 4 | 12 |  | **16** | **10** | 4 | 6 |  |  | **6** | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  | **0** | |  |  | **32** |
| Р3 | Задачи условной оптимизации с ограничениями типа равенства | **32** | **18** | 6 | 12 |  | **14** | **12** | 6 | 6 |  |  | **0** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **2** | | 1 |  | **32** |
| Р4 | Задачи линейного программирования | **36** | **18** | 6 | 12 |  | **18** | **12** | 6 | 6 |  |  | **6** | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  | **0** | |  |  | **36** |
|  | **Всего (час)**, без учета подготовки к аттестационным мероприятиям: | **104** | **54** | **18** | **36** | **0** | **50** | **36** | 18 | 18 | 0 | 0 | **12** | **12** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **2** | | **2** | **0** | **104** |
|  | **Всего по дисциплине (час.):** | **108** | **54** |  | | | **54** | В т. ч. промежуточная аттестация | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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

Не предусмотрено.

* 1. **Практические занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код**  **раздела,**  **темы** | **Номер занятия** | **Тема занятия** | **Время на**  **проведение**  **занятия (час.)** |
| Р2 | 1 | Задачи безусловной оптимизации | 12 |
| Р3 | 2 | Задачи условной оптимизации с ограничениями типа равенства | 12 |
| Р4 | 3 | Задачи линейного программирования | 12 |
| **Всего:** | | | 36 |

* 1. **Примерная тематика самостоятельной работы**
     1. **Примерный перечень тем домашних работ**

1. Задачи безусловной оптимизации
2. Задачи линейного программирования
   * 1. **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**

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерный перечень тем курсовых работ**

Не предусмотрено.

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

1. Задачи условной оптимизации
   * 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 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р2 | X |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| Р3 |  |  | X | X |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р4 | 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. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова – М.: Высш. шк., 2002 – 544 с.
6. Ногин В.Д. Основы теории оптимизации / В.Д. Ногин и др. – М. : Высш. шк., 1986 – 353 с.
7. Банди В. Методы оптимизации. Вводный курс / В. Банди – М.: Радио и связь, 1988 – 128 с.
8. Методы оптимизации, уравнения в частных производных, интегральные уравнения./ Под ред. А.В. Ефимова – М.: Наука, 1990 – 302 с.
   * 1. **Дополнительная литература**
9. Курош А.Г. Курс высшей алгебры / А.Г. Курош – М. : Наука, 1969 – 431с.
10. Ануфриев И.Е. MATLAB 7 / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова – СПб. : БХВ-Петербург, 2005 – 1104с.
11. Дьяконов В.П. Maple 7 / В.П. Дьяконов – СПб. : Питер, 2002 – 672с.
12. Дьяконов В.П. Mathematica 4 / В.П. Дьяконов – СПб. : Питер, 2001 – 656с.
13. Гурский Д.А. Вычисления в MathCAD / Д.А. Гурский – Мн. : Новое знание, 2003 – 814с.
    1. **Методические разработки**

Не используются

* 1. **Программное обеспечение**
* Microsoft Window 7
* Microsoft Excel
* MATLAB
* Maple
* MathCAD
  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
   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. На всех персональных компьютерах должно быть установлено программное обеспечение в соответствие с п. 9.3.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**к рабочей программе дисциплины**

1. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ** 
   1. **Весовой коэффициент значимости дисциплины – 100\*3 / 240 =** 1.25.
   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 контрольной работы | III, 14 | 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, 2-17 | 36 |
| Домашняя работа №1 | III, 12 | 32 |
| Домашняя работа №1 | III, 16 | 32 |
| **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 ММИ\*:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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 |

\*) описание критериев и шкал смотреть на сайте ММИ; код доступа:

<http://mmi.urfu.ru/fileadmin/user_upload/site_9_1465/templates/doc/KriteriiUrovnjaOsvoenijaEHlementovKompetenciiPriIzucheniiDiscipliny.pdf>

**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 домашних работ**

1. Решение задачи условной оптимизации методом штрафных функций
2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом

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

Решение задачи безусловной оптимизации методом Ньютона

Решение задачи условной оптимизации методом барьерных функций

**8.3.3. Перечень примерных вопросов для зачёта**

1. Формулировка задачи оптимизации
2. Целевая функция. Ограничения. Допустимые точки
3. Задачи математического программирования
4. Применение компьютерных технологий к решению задач оптимизации
5. Классический подход к решению задач безусловной оптимизации
6. Необходимый и достаточный признаки экстремума функции. Матрица Гессе
7. Применение метода наискорейшего спуска для решения задач оптимизации
8. Задачи минимизации выпуклой функции
9. Алгоритм метода наискорейшего спуска
10. Метод Ньютона
11. Модифицированный метод Ньютона
12. Задачи условной оптимизации с ограничениями типа равенств
13. Классический подход сведения задач условной оптимизации к задаче безусловной оптимизации
14. Метод множителей Лагранжа. Ограничения на применение метода
15. Метод штрафных функций. Алгоритм метода
16. Способы задания штрафных функций
17. Метод барьерных функций. Алгоритм метода
18. Способ задания барьерных функций
19. Использование компьютерных технологий для решения задач методом штрафных / барьерных функций
20. Задачи линейного программирования
21. Математическая постановка задач линейного программирования
22. Выпуклые множества. Многогранные множества
23. Экстремальные точки и экстремальные направления выпуклых множеств
24. Методы решения задач линейного программирования
25. Содержательная постановка задач линейного программирования
26. Графический метод решения задач линейного программирования
27. Симплекс-метод. Алгоритм симплекс-метода
28. Табличное представление симплекс-метода
29. Начальная экстремальная точка

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено

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

не используются

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

не используются

**8.3.7.** **Интернет-тренажеры**

не используются