Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

|  |  |
| --- | --- |
|  | УтверждАЮ  Проректор по учебной работе  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Игнатова  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы оптимизации»**

Направление подготовки – 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) – «Применение математических методов к решению инженерных и естественнонаучных задач»

Москва 2020

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенцийобразовательных программ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Компетенции, формируемые в дисциплине** | **Подкомпетенции,**  **формируемые в дисциплине** | **Индикаторы достижения компетенций** |
| **ОПК-2.** Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности | **ОПК-2.МО.** Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять методы оптимизации для решения типовых прикладных задач | ***Знает*** основные методы и алгоритмы минимизации функций одной переменной, безусловной минимизации функций нескольких переменных, многомерной минимизации при наличии ограничений.  ***Умеет*** реализовывать современные алгоритмы решения задач безусловной, условной и глобальной оптимизации, выбирать адекватный метод оптимизации.  ***Имеет опыт*** сведения прикладных задач к задачам оптимизации, реализации и верификации алгоритмов при решении прикладных задач оптимизации |
| **ОПК-3.** Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ | **ОПК-3.МО.** Способен осуществить компьютерное моделирование задачи оптимизации, в том числе построить вычислительный алгоритм и программно реализовать его | ***Знает:***  - базовые алгоритмы решения задач оптимизации;  - стандартные алгоритмы из библиотек программных средств.  ***Умеет:***  - воспроизводить стандартные алгоритмы задач оптимизации и модернизировать их на основе своих умозаключений;  - строить вычислительные алгоритмы для решения задач оптимизации;  - применять аналитические и научные пакеты прикладных программ для реализации вычислительных алгоритмов решения задач оптимизации.  ***Имеет опыт*** сведения прикладных задач к задачам оптимизации и их решения с использованием прикладных программных средств. |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями и умениями в области дифференциального и интегрального исчисления, линейной алгебры и численных методов.

# 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| **Курс** | **Семестр** | **Общая трудоёмкость (ЗЕ)** | **Общая трудоёмкость (часы)** | **Контактная работа** | | | **Самостоятельная работа (часы)** | **Промежуточная аттестация** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Лекции (часы)** | **Лабораторные работы (часы)** | **Практические занятия (часы)** |
| 4 | 7 | 4 | 144 | 32 | 16 | 16 | 44 | Эк (36) |

# 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| **№ и наименование**  **модуля** | **Контактная работа** | | | **Самостоятельная работа** | **Формы текущего контроля** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Лекции (часы)** | **Лабораторные работы (часы)** | **Практические занятия (часы)** |
| 1. Численные методы решения задач одномерной оптимизации | 8 | 4 | 4 | 8 | Выполнение и защита лабораторной работы № 1 |
| Выполнение и защита лабораторной работы № 2 |
| 2. Методы безусловной оптимизации функций многих переменных | 14 | 12 | 8 | 24 | Выполнение и защита лабораторной работы № 3 |
| Выполнение и защита лабораторной работы № 4 |
| Выполнение и защита лабораторной работы № 5 |
| 3. Многомерная минимизация при наличии ограничений | 10 | - | 4 | 12 | Контрольная работа |

**4.1. Лекционные занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ модуля  дисциплины** | **№ лекции** | **Объем занятий (часы)** | **Краткое содержание** |
| 1 | 1 | 2 | **Предмет методов оптимизации.** Основные понятия. Унимодальные, выпуклые функции. Условие Липшица. Классическая минимизация функции одной переменной. |
| 2 | 2 | **Одномерная минимизация функций.** Прямые методы.  Методы перебора, поразрядного поиска, дихотомии, золотого сечения. Метод парабол. Сравнение методов. |
| 3 | 2 | **Методы, использующие информацию о производных целевой функции.** Метод средней точки. Метод хорд. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона. |
| 4 | 2 | **Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.** Методы минимизации многомодальных функций. |
| 2 | 5,6 | 4 | **Задача минимизации функции многих переменных.** Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. |
| 7 | 2 | **Выпуклые квадратичные функции.** Общие принципы многомерной минимизации. Методы градиентного и наискорейшего спуска. |
| 8 | 4 | **Метод сопряженных градиентов.** |
| 9 | 2 | **Метод Ньютона и квазиньютоновские методы.** Методы ДФП и БФГШ. |
| 10 | 2 | **Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.** Минимизация функций по правильному (регулярному) симплексу. Минимизация функций по нерегулярному симплексу. |
| 11 | 2 | **Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач**. Метод циклического покоординатного спуска. Метод Хука-Дживса. Методы случайного поиска. |
| 3 | 12 | 2 | **Условный экстремум функции многих переменных.** Необходимые и достаточные условия. Ограничения типа равенств. |
| 13 | 2 | **Условный экстремум функции многих переменных.** Необходимые и достаточные условия. Ограничения типа неравенств. |
| 14 | 2 | **Линейное программирование.** Постановка задачи. Графический метод решения. |
| 15 | 2 | **Линейное программирование.** Симплекс-метод |
| 16 | 2 | Контрольная работа |

**4.2. Практические занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ модуля дисциплины** | **№ практического занятия** | **Объем занятий (часы)** | **Наименование занятия** |
| 1 | 1 | 2 | Предмет методов оптимизации. |
| 2,3 | 4 | Одномерная минимизация функций. |
| 2 | 4 | 2 | Задача минимизации функции многих переменных. |
| 5 | 2 | Выпуклые квадратичные функции. |
| 6 | 2 | Метод сопряженных градиентов. |
| 7 | 2 | Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач. |
| 3 | 8 | 2 | Условный экстремум функции многих переменных. |
| 9 | 2 | Линейное программирование. |

**4.3. Лабораторные работы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ модуля дисциплины** | **№ лабораторной работы** | **Объем занятий (часы)** | **Наименование занятия** |
| 1 | 1 | 2 | Прямые методы минимизации функции одной переменной. |
| 2 | 2 | Методы минимизации функций одной переменной, использующие информацию о производных целевой функции. |
| 2 | 4 | 4 | Градиентные методы минимизации функций многих переменных. |
| 5 | 4 | Метод Ньютона и квазиньютоновские методы минимизации функций многих переменных. |
| 6 | 4 | Прямые методы минимизации функций многих переменных. |

**4.4. Самостоятельная работа студентов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ модуля**  **дисциплины** | **Объем занятий (часы)** | **Вид СРС** |
| 1 | 4 | Выполнение и подготовка к защите лабораторной работы 1 |
| 4 | Выполнение и подготовка к защите лабораторной работы 2 |
| 2 | 8 | Выполнение и подготовка к защите лабораторной работы 3 |
| 8 | Выполнение и подготовка к защите лабораторной работы 4 |
| 8 | Выполнение и подготовка к защите лабораторной работы 5 |
| 3 | 12 | Подготовка к контрольной работе |
| 1, 2 | 36 | Подготовка к экзамену |

# 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

# 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>:

**Общее**

* Методические указания студентам по изучению дисциплины

**Модуль 1 «**Численные методы решения задач одномерной оптимизации**»**

* Материалы для изучения теории (учебно-методические пособия раздела 6)
* Методические указания по выполнению лабораторных работ

**Модуль 2 «**Методы безусловной оптимизации функций многих**»**

* Материалы для изучения теории (учебно-методические пособия раздела 6)
* Методические указания по выполнению лабораторных работ

**Модуль 3 «**Многомерная минимизация при наличии ограничений**»**

* Материалы для изучения теории (учебно-методические пособия раздела 6)
* Методические указания по выполнению лабораторных работ

# 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**Литература**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Гончаров В.А. Методы оптимизации: Учеб. пособие / Гончаров В.А. - М. : Высшее образование, 2009. - 191 с.. - (Основы наук). - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники". |
|  | Лесин, В. В. (Автор МИЭТ, ВМ-1). Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: https://e.lanbook.com/book/86017 (дата обращения: 04.10.2020) |
|  | Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / Пантелеев А.В., Летова Т.А.. - 2-е изд., испр.. - М. : Высшая школа, 2005. - 544 с. - (Прикладная математика для втузов). |
| 3. | Сборник задач по математике для ВТУЗов. : Учеб. пособие для втузов: В 4-х ч.. Ч. 3: [Векторный анализ; Ряды и их применение; Теория функций комплексной переменной; Операционное исчисление; Интегральные уравнения; Уравнения в частных производных; Методы оптимизации] / Ефимов А.В. [и др.] ; Под ред. А.В. Ефимова, А.С. Поспелова. – 5-е изд., перераб.. - М. : Физматлит, 2009. - 544 с. |

**Периодические издания**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ / Российская академия наук, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. – Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, 1989 - . - <URL:http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus>. (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: свободный; - ISSN 0234-0879 (print) |

# 7. ПЕРЕЧЕНЬпрофессиональныхбаз данных, информационных справочных систем

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ |
| 2. | eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: cайт. - Москва, 2000 -. - URL: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения: 05.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей |
| 3. | Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, [Математический институт им. В. А. Стеклова РАН](http://www.mi-ras.ru/), 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 06.04.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. |

# 8. образовательНЫе ТЕХНОЛОГИи

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение,** основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде. С этой целью для освоения образовательной программы применяются ресурсы электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Работа происходит циклично по следующей схеме:

(1) лекция (контактная работа по расписанию занятий) - СРС (проработка лекционного материала с использованием учебно-методических пособий с целью подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям);

(2) семинар (контактная работа по расписанию занятий, включающая дискуссионное обсуждение проблемных вопросов, поставленных на лекциях);

(3) лабораторные работы (контактная работа по расписанию занятий, включающая дискуссионное обсуждение проблемных вопросов, поставленных на лекциях, выполнение и защиту лабораторных работ).

Для взаимодействия преподавателя со студентом во время приёма и защиты лабораторных работ используется раздел «Домашние задания» среды ОРИОКС. Через ОРИОКС студенты имеют доступ к текстам лекций по курсу и к разработкам по практическим занятиям, содержащим необходимый теоретический материал и разбор решений задач.

Для взаимодействия студентов с преподавателем также используются электронная почта.

# 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| **Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы** | **Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы** | **Перечень программного обеспечения** |
| --- | --- | --- |
| Учебная аудитория | Мультимедийное оборудование | Windows 10 Pro,  Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 |
| Компьютерный класс | Системный блок Intel Core i5, монитор TFT 21,5" AOC i2269Vw | Windows 10 Pro,  Matlab 2007, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС | Windows 10 Pro,  Microsoft Office Профессиональный плюс 2007  Matlab 2007 |

# 10. ФОНДы ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ

# СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/подкомпетенций

1) ФОС по подкомпетенции **ОПК-2.МО.** «Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять методы оптимизации для решения типовых прикладных задач»

2) ФОС по подкомпетенции **ОПК-3.МО.** «Способен осуществить компьютерное моделирование задачи оптимизации, в том числе построить вычислительный алгоритм и программно реализовать его»

# Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

# 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**11.1. Особенности организации процесса обучения**

Лекции, практические занятия и лабораторные работы проводятся контактно в соответствии с расписанием (2 часа лекций в неделю, 2 часа практических занятий (один раз в две недели), 2 часа лабораторных работ (один раз в две недели)). Посещение лекций, практических занятий и лабораторных работ обязательно. Дополнительной формой контактной работы являются консультации (их посещать необязательно).

Перечень доступных студентам учебно-методических материалов приведен в п. 5, 6, 7.

Подробное описание организации процесса обучения, системы контроля и оценивания изложено в «Методических рекомендациях студентам по изучению дисциплины».

**11.2. Система контроля и оценивания**

Система контроля включает мероприятия текущего контроля и промежуточную аттестацию. Текущий контроль состоит из защиты лабораторных работ, контрольной работы. Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена.

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система. Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность (участие в обсуждениях проблемных вопросов на практических занятиях и во время лабораторных работ) и сдача экзамена. Максимальный суммарный балл – 100.

Важное значение придается соблюдению сроков сдачи контрольных мероприятий. Задержка в сдаче приводит к уменьшению числа баллов, начисляемых за выполнение.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

# Разработчик:

Доцент каф. ВМ-1, к.ф.-м..н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Васекин Б.В./

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Применение математических методов к решению инженерных и естественнонаучных задач», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ВМ-1 /А.А. Прокофьев/

# Лист согласования

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК /Никулина И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Филиппова Т.П./