

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

| | |
|--|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.03.10 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 5 семестр - 8 часов; |
| Практические занятия | 5 семестр - 4 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 5 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 128,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | 5 семестр - 1,2 часа; |
| включая: Тестирование Решение задач | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 5 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Раскатова М.В. |
| | Идентификатор | R6bc62db2-RaskatovaMV-ead4381 |

М.В. Раскатова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Вершинин Д.В. |
| | Идентификатор | R37a53c2e-VershininDV-fbbff249 |

Д.В. Вершинин

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Бобряков А.В. |
| | Идентификатор | R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa |

А.В. Бобряков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение базовых и продвинутых методов оптимизации различных видов информации.

Задачи дисциплины

- изучить методы классической теории оптимизации, позволяющие выработать подходы к решению новой практической инженерной задачи, используя общие методы и алгоритмы, рассматриваемые в процессе обучения;
- получить навыки использования математического аппарата теории оптимизации для решения профессиональных инженерных задач;
- развить творческий и интеллектуальный потенциал, формируемый на основе сочетания теоретической части курса, реальных примеров и практических заданий, содержащих исследовательскую составляющую;
- освоить аналитические решения и численные методы решения задач статической и динамической оптимизации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|---|
| ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики | ИД-5 _{ОПК-1} Анализирует задачи профессиональной деятельности на основе приобретенных естественно-научных и математических знаний | знать: - базовые понятия и определения, классические модели математического аппарата теории оптимизации, а также методы и подходы к их решению. уметь: - корректно выбирать подходящий метод решения для исследуемой оптимизационной задачи. |
| ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей) | ИД-1 _{ОПК-2} Формулирует задачи в области профессиональной деятельности | знать: - существующие алгоритмы решения оптимизационных задач. уметь: - разрабатывать математические модели процессов и объектов при реализации программного обеспечения. |
| ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей) | ИД-2 _{ОПК-2} Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин | уметь: - разрабатывать математические модели процессов и объектов, методы их исследования, выполнять их сравнительный анализ. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|-----|--------------|------|-----|------|----|-------------------|-----------------------------------|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Постановка задачи оптимизации. Классификация задач и методов оптимизации | 27.00 | 5 | 2 | - | 1.0 | - | 0.50 | - | 0.30 | - | 23.2 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Постановка задачи оптимизации. Классификация задач и методов оптимизации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.1 |
| 1.1 | Постановка задачи оптимизации | 13.50 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | |
| 1.2 | Классификация задач и методов оптимизации | 13.50 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | |
| 2 | Методы одномерной оптимизации | 27.00 | | 2 | - | 1.0 | - | 0.50 | - | 0.30 | - | 23.2 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы одномерной оптимизации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.2 |
| 2.1 | Методы одномерной оптимизации. Методы решения задач без ограничений | 13.50 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | |
| 2.2 | Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции | 13.50 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | |
| 3 | Задача линейного программирования | 27.00 | | 2 | - | 1.0 | - | 0.50 | - | 0.30 | - | 23.2 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задача линейного программирования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.3 |
| 3.1 | Общая постановка задачи линейного программирования | 13.50 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | |
| 3.2 | Геометрический смысл задач | 13.50 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------|---|---|-----|---|------|---|------|-----|-------|------|--|--|
| | линейного программирования. Симплекс метод (или метод последовательного уточнения оценок) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Двойственность задачи линейного программирования. Транспортная задача | 27.00 | 2 | - | 1.0 | - | 0.50 | - | 0.30 | - | 23.2 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Двойственность задачи линейного программирования. Транспортная задача" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.2 | |
| 4.1 | Двойственность задачи линейного программирования | 13.50 | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | | |
| 4.2 | Методы решения транспортной задачи | 13.50 | 1 | - | 0.5 | - | 0.25 | - | 0.15 | - | 11.6 | - | | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 35.7 | | |
| | Всего за семестр | 144.00 | 8 | - | 4.0 | - | 2.00 | - | 1.20 | 0.3 | 92.8 | 35.7 | | |
| | Итого за семестр | 144.00 | 8 | - | 4.0 | | 2.00 | | 1.20 | 0.3 | 128.5 | | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Постановка задачи оптимизации. Классификация задач и методов оптимизации

1.1. Постановка задачи оптимизации

Введение. Научно-технические предпосылки развития методов и алгоритмов оптимизации..

1.2. Классификация задач и методов оптимизации

Классификация задач оптимизации. Математическая модель задачи оптимизации. Основные этапы процесса математического моделирования.

2. Методы одномерной оптимизации

2.1. Методы одномерной оптимизации. Методы решения задач без ограничений

Принципы разделения методов одномерной оптимизации. Минимизация функций одной переменной. Классический метод определения экстремума функции одной переменной. Метод дихотомии или метод деления отрезка пополам.

2.2. Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции

Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Методы аппроксимации. Метод Пауэлла.

3. Задача линейного программирования

3.1. Общая постановка задачи линейного программирования

Общая характеристика задачи линейного программирования. Основная задача линейного программирования.

3.2. Геометрический смысл задач линейного программирования. Симплекс метод (или метод последовательного уточнения оценок)

Геометрический смысл задач. Симплекс метод. Алгоритм метода.

4. Двойственность задачи линейного программирования. Транспортная задача

4.1. Двойственность задачи линейного программирования

Теорема двойственности. Преобразования при решении прямой и двойственной задач. Метод последовательного уточнения оценок.

4.2. Методы решения транспортной задачи

Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Метод потенциалов.

3.3. Темы практических занятий

1. Решение транспортной задачи. Нахождение опорных планов;
2. Методы одномерного поиска. Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции;
3. Задача линейного программирования;
4. Математическая модель задачи оптимизации.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Постановка задачи оптимизации. Классификация задач и методов оптимизации"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы одномерной оптимизации"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задача линейного программирования"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Двойственность задачи линейного программирования. Транспортная задача"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|-----------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| базовые понятия и определения, классические модели математического аппарата теории оптимизации, а также методы и подходы к их решению | ИД-5 _{ОПК-1} | + | | | | Тестирование/Задачи оптимизации |
| существующие алгоритмы решения оптимизационных задач | ИД-1 _{ОПК-2} | + | | | | Тестирование/Задачи оптимизации |
| Уметь: | | | | | | |
| корректно выбирать подходящий метод решения для исследуемой оптимизационной задачи | ИД-5 _{ОПК-1} | | + | | | Решение задач/Методы одномерного поиска. Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции |
| разрабатывать математические модели процессов и объектов при реализации программного обеспечения | ИД-1 _{ОПК-2} | | | + | | Решение задач/Решение задач линейного программирования. Решение задач графическим методом |
| разрабатывать математические модели процессов и объектов, методы их исследования, выполнять их сравнительный анализ | ИД-2 _{ОПК-2} | | | | + | Решение задач/Решение транспортной задачи. Нахождение опорных планов |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Задачи оптимизации (Тестирование)
2. Решение задач линейного программирования. Решение задач графическим методом (Решение задач)

Форма реализации: Письменная работа

1. Методы одномерного поиска. Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции (Решение задач)
2. Решение транспортной задачи. Нахождение опорных планов (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров- "Курс методов оптимизации", (2-е изд.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2011 - (368 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629>;
2. Алексеев, О. Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации / О. Г. Алексеев . – М. : Наука, 1987 . – 247 с. – (Экономико-математическая библиотека) ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--------------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-417/6, Белая мультимедийная студия | стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный |
| | Ж-417/7, Световая черная студия | стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО | стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО | стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Ж-200б, Конференц-зал ИДДО | стол, стул, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря | стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Задачи оптимизации (Тестирование)
 КМ-2 Методы одномерного поиска. Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции (Решение задач)
 КМ-3 Решение задач линейного программирования. Решение задач графическим методом (Решение задач)
 КМ-4 Решение транспортной задачи. Нахождение опорных планов (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 |
| 1 | Постановка задачи оптимизации. Классификация задач и методов оптимизации | | | | | |
| 1.1 | Постановка задачи оптимизации | | + | | | |
| 1.2 | Классификация задач и методов оптимизации | | + | | | |
| 2 | Методы одномерной оптимизации | | | | | |
| 2.1 | Методы одномерной оптимизации. Методы решения задач без ограничений | | | + | | |
| 2.2 | Методы одномерной оптимизации без использования информации о производной функции | | | + | | |
| 3 | Задача линейного программирования | | | | | |
| 3.1 | Общая постановка задачи линейного программирования | | | | + | |
| 3.2 | Геометрический смысл задач линейного программирования. Симплекс метод (или метод последовательного уточнения оценок) | | | | + | |
| 4 | Двойственность задачи линейного программирования. Транспортная задача | | | | | |
| 4.1 | Двойственность задачи линейного программирования | | | | | + |
| 4.2 | Методы решения транспортной задачи | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |