Министерство образования и науки РФ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

# дисциплины

*«Методы оптимизации*»

Для подготовки дипломированных специалистов по специальности

230102.65 *«Автоматизированные системы обработки информации и управления»*

# Санкт-Петербург

2011

# Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет “ЛЭТИ”

### “УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе

Лысенко Н.В.

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

# дисциплины

*«Методы оптимизации*»

Для подготовки дипломированных специалистов по специальности

230102.65 *«Автоматизированные системы обработки информации и управления»*

Уч.план. № 333

Факультет компьютерных технологий и информатики

Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

Курс – 3

Семестр– 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лекции | 36 ч. |  | Экзамен | 5 семестр |
|  |  |  |  |  |
| Практические занятия | 18 ч. |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Лабораторные занятия | 18 ч. |  | Зачет | 5 семестр |
|  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Аудиторные занятия | 72 ч. |
| Самостоятельные занятия | 81 ч. |
| Всего часов | 153 ч. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

2011

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011г., протокол №\_\_\_\_\_\_.

Рабочая программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом для подготовки специалистов по направлению

230102.54 – «Автоматизированные системы обработки и информации и управления»

Дисциплина “Методы оптимизации” преподается на основе ранее изученных дисциплин:

1. Математический анализ;
2. Линейная алгебра и геометрия;
3. Дискретная математика;
4. Математическая логика и теория алгоритмов;
5. Информатика;
6. Программирование.

и является фундаментом для изучения последующих дисциплин:

1. Теория принятия решений.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета компьютерных технологий и информатики “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011г.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В дисциплине рассматриваются классификация задач и методов оптимизации, постановка задачи оптимизации, математические модели основных классов оптимизационных задач. Обсуждаются классические методы отыскания экстремумов функций и численные методы минимизации функций без ограничений. Изучаются методы решения общих задач линейного программирования и транспортных задач линейного программирования по критерию стоимости. Рассматриваются усложненные постановки транспортных задач в матричной постановке, а также транспортные сети и другие основные задачи на графах. Изучаются условия оптимальности и численные методы оптимизации задач нелинейного программирования с ограничениями. Рассматриваются принцип максимума и динамическое программирование как основные методы решения динамических оптимизационных задач. Изучаются пакеты прикладных программ для решения задач оптимизации.

**Цели и задачи дисциплины**

1. Ознакомление студентов с современным состоянием и основными понятиями методов оптимизации как раздела исследования операций.
2. Изучение математического аппарата формализованных оптимизационных задач и алгоритмов их решения, рассмотрение возможностей и путей использования методов оптимизации при анализе и синтезе автоматизированных систем обработки информации и управления.
3. Формирование навыков решения оптимизационных задач.

**Требования к уровню освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны:

1. знать основные классы оптимизационных задач и методы решения экстремальных задач в нормированных пространствах;
2. уметь создавать математические модели для оптимизационных задач разных классов и использовать аналитические и численные методы при решении оптимизационных;
3. иметь представление об этапах развития теории и методов оптимизации и владеть типовыми программно-техническими средствами и пакетами прикладных программ для решения оптимизационных задач различных классов.

#### Содержание рабочей программы

**Тема 1**. ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ. Предмет курса и его задачи. Краткий исторический обзор. Значение и роль методов оптимизации в задачах построения систем управления, а также в области совершенствования экономических процессов в народном хозяйстве. Структура и содержание курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке дипломированного специалиста.

Классификация задач и методов оптимизации. Система обозначений. Выпуклые множества. Выпуклые функции. Постановка задачи оптимизации. Математические модели основных классов оптимизационных задач. Примеры задач оптимизации.

**Тема 2.** КЛАССИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОТЫСКАНИЯ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИЙ

Минимизация одномерных и многомерных функций без ограничений. Необходимые и достаточные условия экстремума. Классическая задача условной оптимизации. Стратегические седловые точки.

**Тема 3.** ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ

Понятие о численных методах оптимизации. Методы поиска экстремума функций одной переменной: одномерный пассивный поиск; прямой последовательный поиск - методы дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения, квадратичной аппроксимации; методы одномерной оптимизации с использованием производных. Оптимизация многомерных функций: эвристические методы прямого поиска и сопряженных направлений; градиентные методы и методы второго порядка и сопряженных градиентов. Оценка скорости сходимости различных методов.

**Тема 4.** ОБЩИЕ МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Постановка общей задачи линейного программирования. Каноническая форма задачи. Основные свойства задачи линейного программирования и области ее определения. Геометрический метод решения задач линейного программирования. Прямая и двойственная задачи. Теоремы двойственности, свойства взаимно двойственных задач, критерий оптимальности плана задачи линейного программирования. Общая схема решения задачи линейного программирования. Признак оптимальности опорного плана. Базисные и допустимые базисные решения. Модифицированные жордановы исключения. Алгебраические основы метода последовательного улучшения плана. Алгоритм метода. Вырожденность. Отыскание начальных опорных планов, метод искусственного базиса. М-метод. Двойственный метод последовательного улучшения плана. Другие методы. Сравнительная оценка методов решения общей задачи линейного программирования.

**Тема 5.** ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА

Понятие о транспортной задаче линейного программирования по критерию стоимости в матричной постановке. Циклы в транспортной матрице. Свойства транспортной задачи. Связь между переменными задачи. Распределительный метод. Метод потенциалов. Методы построения первого допустимого базисного решения транспортной задачи. Транспортные задачи с ограничениями на пропускные способности. Другие усложненные постановки транспортных задач и методы их решения, распределительные задачи. Транспортные задачи по критерию времени.

**Тема 6.** ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ И ДРУГИЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ

Основные понятия о графах и сетях. Сетевая модель транспортной задачи. Модель с промежуточными пунктами. Свойства потока в сети. Задача о максимальном потоке. Метод Форда-Фалкерсона. Кратчайшие цепи и потоки минимальной стоимости. Линейная сетевая задача. Методы решения сетевых задач.

**Тема 7.** ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Понятие о нелинейных задачах математического программирования. Условия регулярности. Теорема Куна-Таккера. Метод неопределенных множителей Лагранжа для задач с ограничениями общего вида. Общая теорема математического программирования, необходимые и достаточные условия оптимальности.

**Тема 8.** ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Метод кусочно-линейной аппроксимации. Квадратичное программирование. Методы решения задач квадратичного программирования. Градиентные методы: метод проекции градиента, метод допустимых направлений. Методы штрафных и барьерных функций. Методы случайного поиска.

**Тема 9**. ПРИНЦИП МАКСИМУМА

Постановка задачи оптимального управления. Задачи с фиксированными и подвижными границами. Сопряженные переменные, функция Гамильтона. Формулировка принципа максимума в задаче со свободным концом траектории. Принцип максимума и вариационное исчисление. Принцип максимума в задачах управления.

**Тема 10.** ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Многошаговые процессы, принцип оптимальности динамического программирования. Метод динамического программирования для дискретных систем. Метод динамического программирования для непрерывных систем. Решение задач распределения ресурсов методом динамического программирования. Решение комбинаторных задач методом динамического программирования. Динамическое программирование в задачах управления.

**Тема 11.** ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ

Стандартные библиотеки и пакеты прикладных программ для решения оптимизационных задач, краткая характеристика и их применение.

**Перечень лабораторных работ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование работы | Номер темы |
| 1 | Изучение возможностей ППП МикроЛП, особенностей формализации задачи линейного программирования и подготовки данных для ввода | 4, 5, 11 |
| 2 | Решение общей задачи линейного программирования с применением ППП Микро-ЛП | 4 |
| 3 | Исследование полученного решения задачи линейного программирования на чувствительность к изменению параметров средствами ППП МикроЛП | 4 |
| 4 | Решение несбалансированных транспортных задач линейного программирования с применением ППП МикроЛП | 5 |
| 5 | Изучение основных возможностей ППП QSB+ | 1, 11 |
| 6 | Применение ППП QSB+ для машинной поддержки ручного решения (численного и графического) общих задач линейного программирования | 4, 11 |
| 7 | Применение ППП QSB+ для машинной поддержки ручного решения (метод потенциалов) транспортной задачи линейного программирования | 4, 5, 6 |
| 8 | Применение ППП Эврика для решения нелинейных оптимизационных задач | 2, 3, 11 |
| 9 | Применение ППП Эврика для решения задач динамического программирования | 10, 11 |

**Перечень практических занятий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование темы занятия | Номер темы программы |
| 1 | Модифицированные жордановы исключения. | 4 |
| 2 | Выпуклые множества и функции. Постановка задачи линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования. | 4 |
| 3 | Методы решения общей задачи линейного программирования. | 4 |
| 4 | Методы решения транспортных задач линейного программирования и решение задач на сети. | 5, 6 |
| 5 | Классические методы оптимизации. Методы решения одномерных нелинейных задач без ограничений. | 2, 3 |
| 6 | Методы решения многомерных нелинейных задач без ограничений | 2, 3 |
| 7 | Методы решения нелинейных задач с ограничениями | 7, 8 |
| 8 | Методы решения нелинейных задач с ограничениями | 7, 8 |
| 9 | Решение задач методом динамического программирования | 10 |

**Распределение учебных часов по темам и видам занятий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  темы | Название разделов и тем | Объем учебных часов | | | | | | Семестр | **Литература по темам** |
| Лекции | Лабор.  занят. | Практ.  занят. | Аудит.  занят. | Самост.  работа | **Всего** |
| **1** | **ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ** | **1** | **2** |  | **3** | **10** | **13** | **5** | **Л1, Д1, Д2, Д6** |
| **2** | **КЛАССИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОТЫСКАНИЯ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИЙ** | **2** | **1** | **1** | **4** | **5** | **9** | **5** | **Л1, Д2, Д7, Д8** |
| **3** | **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ** | **8** | **1** | **3** | **12** | **8** | **20** | **5** | **Л1, Д2. Д6, Д7, Д8** |
| **4** | **ОБЩИЕ МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ** | **6** | **5** | **3** | **14** | **11** | **25** | **5** | **Л1, Д1. Д3, Д5, Д6, Д7, Д8** |
| **5** | **ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА** | **2** | **3** | **2** | **7** | **10** | **17** | **5** | **Л1, Д1. Д3, Д5, Д6, Д7, Д8** |
| **6** | **ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ И ДРУГИЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ** | **1** | **2** | **2** | **5** | **8** | **13** | **5** | **Л1, Д1, Д3** |
| **7** | **ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ** | **2** |  | **1** | **3** | **5** | **8** | **5** | **Л1, Д2, Д7, Д8** |
| **8** | **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ** | **10** |  | **4** | **14** | **7** | **21** | **5** | **Л1, Д2, Д7, Д8** |
| **9** | **ПРИНЦИП МАКСИМУМА** | **2** |  |  | **2** | **3** | **5** | **5** | **Л1** |
| **10** | **ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ** | **1** | **2** | **2** | **5** | **11** | **16** | **5** | **Л1, Д4, Д8** |
| **11** | **ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ** | **1** | **2** |  | **3** | **3** | **6** | **5** | **Л1, Д5, Д6** |
| **ИТОГО:** | | **36** | **18** | **18** | **72** | **81** | **153** | **5** |

# **Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

# **Основная литература**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | Л | Лр | Пз (С) | Кп | Кр | К-во экз. в библ. (на каф.) | Гриф |
| Л1 | Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций. - М. : Вильямс, 2007. - 901 с. | 5 | 5 | 5 |  |  | 86 |  |

##### **Дополнительная литература**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | К-во экз. в библ. (на каф.) | Гриф |
| Д1 | Мустафин Н.Г., Пирог В.П., Родионов В.Д. Задачник по курсу "Методы оптимизации": Учеб. пособие.-Л.: РИО ЛЭТИ, 1978. | 183 | УМО |
| Д2 | Мустафин Н.Г., Пирог В.П., Родионов В.Д. Задачник по курсу "Исследование операций": Учеб. пособие.-Л.: РИО ЛЭТИ, 1979. | 52 | УМО |
| Д3 | Волков Н.В., Мустафин Н.Г., Пирог В.П. Методы и алгоритмы решения линейных оптимизационных задач: Учеб. пособие.-Л.: РИО ЛЭТИ, 1983. | 98 | УМО |
| Д4 | Методы и алгоритмы решения нелинейных оптимизационных задач : Учеб. пособие/ Н.Г.Мустафин, В.П.Пирог, А.И.Яшин. ЛЭТИ им.В.И.Ульянова(Ленина). -Л.: ЛЭТИ, 1990. | 135 | УМО |
| Д5 | Решение линейных оптимизационных задач средствами ППП микроЛП: учеб. пособие / Н.Е.Матевицкая, Н.Г.Мустафин, В.П.Пирог, А.И.Яшин; СПбГЭТУ (ЛЭТИ). - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 1998. | 67 | УМО |
| Д6 | Решение линейных оптимизационных задач средствами ППП QSB+ : Метод. указ./ Сост.: Н.Е.Матевицкая, Н.Г.Мустафин, В.П.Пирог; СПбГЭТУ "ЛЭТИ". -СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2000. | 5(70) | УМО |
| Д7 | Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации: Учеб. для вузов.-М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2001. - 439 с. : ил. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. XIV). | 39 | МинОбр |
| Д8 | Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие для втузов - М. : Высш. шк., 2002. - 544 с. : ил. - (Сер. Прикладная математика для ВТУЗов). | 40 | МинОбр |

|  |  |
| --- | --- |
| Зав. отделом учебной литературы *(для технических дисциплин)* | Киселева Т.В |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Авторы: |  |
| к.т.н., доцент | Матевицкая Н.Е. |
| к.т.н., доцент | Мустафин Н.Г. |
| к.т.н., доцент | Пирог В.П. |
|  |  |
| Рецензент |  |
| к.т.н., доцент каф. автоматики и процессов управления | Власенко С.В. |
|  |  |
| Зав. кафедрой автоматизированных систем обработки  информации и управления (разработчик программы) |  |
| д.т.н., профессор | Советов Б.Я. |
|  |  |
| Декан факультета компьютерных технологий и информатики |  |
| д.т.н., профессор | Куприянов М.С. |
|  |  |
| Программа согласована: |  |
| Председатель методической комиссии факультета компьютерных технологий и информатики |  |
| к.т.н., доцент | Михалков В.А. |
|  |  |
| Руководитель методического отдела |  |
| к.т.н., доцент | Марасина Л.А. |
|  |  |