

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе, ка-  
честву образования – первый про-  
ректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 31 » мая 2019 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б1.О.09 «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Профиль "Технология программирования"

Программа подготовки Академическая

Форма обучения Очная

Квалификация выпускника Бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль «Технология программирования».

Программу составила:

Н.М. Сеидова, канд. физ.-мат. наук, доц. КПИМ

  
подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от «15» мая 2019г.

Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.

  
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем протокол № 10 от «15» мая 2019г.

Заведующий кафедрой Костенко К.И.

  
подпись

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 «15» мая 2019г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

  
подпись

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», в рамках которой преподается дисциплина.

**1.1. Целью** освоения учебной дисциплины «Задачи условной и безусловной оптимизации» является формирование у студентов знаний по основам теории оптимизации и знаний об основных подходах к практическому решению оптимизационных задач, что позволит самостоятельно построить алгоритм и провести его анализ, затем на основе анализа увидеть и корректно сформулировать математически точный результат.

**1.2. Задачи дисциплины.** В ходе изучения дисциплины ставятся задачи научить студентов:

- знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования;
- выбирать подходящие методы для решения экстремальных задач;
- уметь применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных задач;
- изучать самостоятельно научную и учебно-методическую литературу по профилю из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и социальных задач.

### 1.3. Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Задачи условной и безусловной оптимизации» относится к базовой учебной плана.

Данная дисциплина («Задачи условной и безусловной оптимизации») тесно связана с математическим анализом, алгебра и теория чисел, численными методами. Знания, полученные при освоении дисциплины «Задачи условной и безусловной оптимизации», используются при изучении теории игр и исследование операций. В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической и исследовательской деятельности.

### 1.4. Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Задачи условной и безусловной оптимизации»:

|       |                                                                                                                                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1  | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                     |
| ОПК-1 | Способен применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; |
| ПК-1  | Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий                                                                           |

В результате освоения дисциплины студент должен:

| •     | • Структура компетенции                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | • Знать                                                                                                                                                                                                            | • Уметь:                                                                                                                                                                 | • Владеть:                                                                                                                                                                                                                |
| ОПК-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>иметь представление о месте и роли изучаемой дисциплины среди других наук;</li> <li>знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных задач.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>способностью применять знания методов оптимизации в профессиональной деятельности.</li> </ul>                                                                                      |
| УК-1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>выбрать метод для решения конкретной задачи оптимизации;</li> <li>оценить качество работы алгоритма при решении задачи</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</li> </ul>                                      |
| ПК-1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>классификацию задач оптимизации;</li> <li>теоретические положения, лежащие в основе построения и решения типовых оптимизационных задач</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>выбрать метод для решения конкретной задачи оптимизации;</li> <li>использовать типовые алгоритмы для решения задач;</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>навыком корректировки процесса решения задачи изменением параметров алгоритма</li> <li>навыками работы с новой информацией для анализа и решения оптимизационных задач.</li> </ul> |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид работы                                 | Трудовоемкость, часов |
|--------------------------------------------|-----------------------|
|                                            | 6 семестр             |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>     | <b>70,5</b>           |
| <b>Аудиторная работа:</b>                  | <b>68</b>             |
| <i>Лекции (Л)</i>                          | 34                    |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i>           |                       |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i>            | 34                    |
| <b>Иная контактная работа:</b>             |                       |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)      | 2                     |
| Промежуточная аттестация (ИКР)             | 0,5                   |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>        | <b>28,8</b>           |
| Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР) | -                     |

|                                                                                                                                                                                |                                      |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) |                                      | 4              |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)                                                                                                          |                                      | 20,8           |
| Реферат                                                                                                                                                                        |                                      | -              |
| Подготовка к текущему контролю                                                                                                                                                 |                                      | 4              |
|                                                                                                                                                                                |                                      |                |
| <b>Контроль:</b>                                                                                                                                                               |                                      |                |
| Подготовка и сдача экзамена <sup>1</sup>                                                                                                                                       |                                      | 44,7           |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                                                                                                      | <b>час.</b>                          | <b>144</b>     |
|                                                                                                                                                                                | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>70,5</b>    |
|                                                                                                                                                                                | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>       |
| <b>Вид итогового контроля</b>                                                                                                                                                  |                                      | Зачет, экзамен |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

| №<br>п/<br>п | Наименование раздела, темы                                                                               | Всего<br>труд<br>оемко<br>сть | Аудиторная<br>работа |            |     | СР | Кон<br>тро<br>ль |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------|-----|----|------------------|
|              |                                                                                                          |                               | Всег<br>о            | Лек<br>ции | Лаб |    |                  |
| 1            | 2                                                                                                        | 3                             | 4                    | 5          | 6   | 8  | 9                |
|              | <b>Раздел 1 Безусловная<br/>одномерная оптимизация</b>                                                   |                               |                      |            |     |    |                  |
| 1.           | Формулировка математической задачи оптимизации. Классические методы решения задач одномерной оптимизации | 10                            | 4                    | 2          | 2   | 2  | 2                |
| 2.           | Численные методы решения задач одномерной оптимизации                                                    | 20                            | 10                   | 4          | 6   | 4  | 6                |
|              | <b>Раздел 2 Безусловная<br/>многомерная оптимизация</b>                                                  |                               |                      |            |     |    |                  |
| 3.           | Классические методы решения задач многомерной оптимизации.                                               | 6                             | 4                    | 2          | 2   | 0  | 4                |
| 4.           | Классификация и обзор методов безусловной оптимизации                                                    | 6                             | 2                    | 2          | 0   | 0  | 4                |
| 5.           | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.              | 24                            | 10                   | 4          | 6   | 6  | 8                |
| 6.           | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго                       | 26                            | 12                   | 4          | 6   | 6  | 4,7              |

<sup>1</sup> При наличии экзамена по дисциплине

|          |                                                                |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | порядка.                                                       |          |          |          |          |          |          |
|          | <b>Раздел 3 Нелинейное программирование</b>                    |          |          |          |          |          |          |
| <b>1</b> | <b>2</b>                                                       | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>8</b> | <b>9</b> |
| 7.       | Классификация задач нелинейного программирования.              | 12       | 6        | 6        | 0        | 0        | 6        |
| 8.       | Задачи линейного программирования                              | 16       | 8        | 4        | 4        | 2        | 6        |
|          | <b>Раздел 4 Специальные методы оптимизации</b>                 |          |          |          |          |          |          |
| 9.       | Задача целочисленного линейного программирования               | 12       | 8        | 4        | 4        | 5        | 2        |
| 10.      | Задачи линейного программирования в условиях неопределенности. | 12       | 8,5      | 2        | 4        | 3,8      | 2        |
| 11.      | Всего по разделам дисциплины:                                  | 141,5    | 70,5     | 34       | 34       | 28,8     | 44,7     |
| 12.      | Промежуточная аттестация (ИКР)                                 | 0,5      |          |          |          |          |          |
| 13.      | Контроль самостоятельной работы (КСР)                          | 2        |          |          |          |          |          |
|          | Итого по дисциплине:                                           | 144      | 70,5     | 34       | 34       | 28,8     | 44,7     |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

### 2.3. Содержание разделов дисциплины

#### 1 Безусловная одномерная оптимизация

**Тема 1. Формулировка математической задачи оптимизации. Классические методы решения задач одномерной оптимизации.**

Теорема Мак-Лорена. Классический метод нахождения экстремума функции одного переменного. Унимодальные функции. Свойства унимодальных функций.

**Тема 2. Численные методы решения задач одномерной оптимизации.**

Методы нулевого порядка. Метод перебора. Метод дихотомии. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Метод Розенброка. Метод деформируемого многоугольника. Метод тяжелого шарика.

#### 2 Безусловная многомерная оптимизация

**Тема 1 Классические методы решения задач многомерной оптимизации.**

Теоремы о необходимом и достаточном условии экстремума. Классический алгоритм. Леммы о направлениях спуска. Классический метод нахождения экстремума функции нескольких переменных.

**Тема 2 Классификация и обзор методов безусловной оптимизации.**

**Тема 3. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.**

Метод градиентного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод Флетчера-Ривса. Метод Давидона-Флетчера-Пауэлла.

**Тема 4. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.**

Метод Ньютона. Метод Ньютона-Равсона. Метод Маркварда.

**3 Нелинейное программирование**

**Тема 1. Классификация задач нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера. Методы поиска условного экстремума.**

Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод проекции градиента.

**Тема 2. Задачи линейного программирования.**

Симплекс метод. Транспортные задачи.

**4 Специальные методы оптимизации**

**Тема 1. Задача целочисленного линейного программирования.**

Постановки задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП). Методы решения ЗЦЛП. Метод ветвей и границ решения ЗЦЛП. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

**Тема 2. Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.**

Постановки задачи линейного программирования (ЗЛП) в условиях риска и неопределенности. Методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности. ЗЛП и теория игр.

**Тема 3. Подготовка к текущему контролю.**

Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий.

**2.3.1 Занятия лекционного типа**

| № | Наименование раздела/модуля         | Содержание раздела/модуля                                                                                                                                                         | Форма текущего контроля (по неделям семестра)                                 |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                   | 3                                                                                                                                                                                 | 4                                                                             |
| 1 | Безусловная одномерная оптимизация  | Тема 1. Формулировка математической задачи оптимизации. Классические методы решения задач одномерной оптимизации<br>Тема 2. Численные методы решения задач одномерной оптимизации | 1. Опрос по результатам индивидуального задания (1–4-я неделя 6-го семестра)  |
| 2 | Безусловная многомерная оптимизация | Тема 1. Классические методы решения задач многомерной оптимизации.<br>Тема 2. Классификация и обзор методов безусловной оптимизации<br>Тема 3. Численные методы безусловной       | 1. Опрос по результатам индивидуального задания (5–12-я неделя 6-го семестра) |

|   |                                |                                                                                                                                                                                       |                                                                                 |
|---|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                | оптимизации функции многих переменных.<br>Методы первого порядка.<br><br>Тема 4. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных.<br>Методы второго порядка.       |                                                                                 |
| 1 | 2                              | 3                                                                                                                                                                                     | 4                                                                               |
| 3 | Нелинейное программирование    | Тема 1. Классификация задач нелинейного программирования.<br><br>Тема 2. Задачи нелинейного программирования                                                                          | 1. Опрос по результатам индивидуального задания. (13–15-я неделя 6-го семестра) |
| 4 | Специальные методы оптимизации | Тема 1. Задача целочисленного линейного программирования<br><br>Тема 2. Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.<br><br>Тема 3. Подготовка к текущему контролю. | 1. Опрос по результатам индивидуального задания. (16–17-я неделя 6-го семестра) |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) – не предусмотрены.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия – не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № п/п | Темы лабораторных занятий                                                                   | Форма текущего контроля(по неделям семестра)                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Численные методы решения задач одномерной оптимизации                                       | 1. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (1–4-я неделя 8-го семестра)4   |
| 2     | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка. | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (5–8-я неделя 8-го семестра)   |
| 3     | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка. | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (8–11-я неделя 8-го семестра)  |
| 4     | Задачи нелинейного программирования                                                         | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (12–13-я неделя 8-го семестра) |
| 5     | Задача целочисленного линейного программирования                                            | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (14–15-я неделя 8-го семестра) |
| 6     | Задачи линейного программирования в                                                         | 1.. Выполнение практических заданий                                                                                    |

|  |                                                               |                                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | условиях неопределенности.<br>Подготовка к текущему контролю. | 2. Отчет по результатам индивидуального задания. (15–17-я неделя 5-го семестра) |
|--|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) – не предусмотрены.

## **СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### ***Тема 1. Численные методы решения задач одномерной оптимизации.***

Постановка задачи методов нулевого порядка; стратегия поиска минимума; разработка алгоритмов; оценка сходимости методов (метод перебора, метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод Розенброка, метод деформируемого многоугольника, метод тяжелого шарика).

### ***Тема 2. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.***

Постановка задачи методов первого порядка; стратегия поиска минимума; разработка алгоритмов; оценка сходимости методов (метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, метод Флетчера-Ривса, метод Давидона-Флетчера-Пауэлла).

### ***Тема 3. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.***

Постановка задачи методов второго порядка; стратегия поиска минимума; разработка алгоритмов; оценка сходимости методов (метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона, метод Маркварда).

### ***Тема 4. Задачи нелинейного программирования.***

Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод проекции градиента.

### ***Тема 5. Задача целочисленного линейного программирования.***

Постановки задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП). Метод ветвей и границ решения ЗЦЛП. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

### ***Тема 6. Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.***

Постановки задачи линейного программирования (ЗЛП) в условиях риска и неопределенности. Методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности.

## **2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы (КР) – не предусмотрены.

## **2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания полученные во время лабораторных занятий.

| № | Вид самостоятельной работы                                                                                               | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям | Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.<br>Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. |
| 2 | Подготовка к лабораторным занятиям                                                                                       | Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | Подготовка к решению задач и тестов                                                                                      | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4 | Подготовка докладов                                                                                                      | Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5 | Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)                                                                  | Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.<br>Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.         |
| 6 | Подготовка к текущему контролю                                                                                           | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

### 3.Образовательные технологии

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные *лекции*, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

*Лекции* представляют собой систематические обзоры теории оптимизации с подачей материала в виде презентаций.

*Лабораторное занятие* позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Оценка самостоятельной работы студентов происходит по средствам оценки индивидуальных ответов и дополнений на занятиях по рассмотренным тематикам.

#### **Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий**

| №                           | Наименование разделов (тем)                | Количество часов |                    |
|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------|--------------------|
|                             |                                            | всего ауд. часов | интерактивные часы |
| 1.                          | <b>Безусловная одномерная оптимизация</b>  | <b>16</b>        | <b>2</b>           |
| 2.                          | <b>Безусловная многомерная оптимизация</b> | <b>26</b>        | <b>6</b>           |
| 3.                          | <b>Нелинейное программирование</b>         | <b>14</b>        | <b>2</b>           |
| 4.                          | <b>Специальные методы оптимизации</b>      | <b>12</b>        | <b>2</b>           |
| <b>Итого по дисциплине:</b> |                                            | <b>68</b>        | <b>12</b>          |

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачет, экзамен).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

#### 4.1.1 Перечень примерных заданий для самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

**Задание 1.** Доказать свойства унимодальных функций. Используя классический метод, решить задачу нахождения экстремума функции одного.

**Задание 2.** Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения минимума функции одного переменного, используя метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи.

**Задание 3.** Используя классический метод, решить задачу нахождения экстремума функции многих переменных.

**Задание 4.** Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения минимума функции многих переменных, используя метод наискорейшего спуска, метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона и метод Флетчера-Ривса.

**Задание 5.** Используя метод множителей Лагранжа, решить задачу нахождения условного минимума функции многих переменных.

**Задание 6.** Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения условного минимума функции многих переменных, используя метод штрафных функций.

Индивидуальная задача 1. Найти минимум функции одного переменного  $f(x)$  ( $\delta = 0,2$ ;  $\varepsilon = 0,5$ ) (задание 1, 2).

|                                         |                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. $f(x) = x^2 - 2x + 3$ , $[-2; 8]$    | 11. $f(x) = x^2 - 6x + 13$ , $[0; 10]$   |
| 2. $f(x) = x^2 - 2x + 5$ , $[-2; 8]$    | 12. $f(x) = 2x^2 - 12x + 19$ , $[0; 10]$ |
| 3. $f(x) = 2x^2 - 2x + 3/2$ , $[-2; 8]$ | 13. $f(x) = x^2 - 4x + 6$ , $[0; 10]$    |
| 4. $f(x) = x^2 + 6x + 13$ , $[-6; 4]$   | 14. $f(x) = x^2 + 2$ , $[-3; 7]$         |
| 5. $f(x) = x^2 - 4x + 7$ , $[0; 10]$    | 15. $f(x) = x^2 + 2x + 4$ , $[-3; 7]$    |
| 6. $f(x) = x^2 + 4x + 5$ , $[-4; 6]$    | 16. $f(x) = 2x^2 + 2x + 5/2$ , $[-3; 7]$ |
| 7. $f(x) = 2x^2 + 2x + 7/2$ , $[-3; 7]$ | 17. $f(x) = 3x^2 - x + 4$ , $[-4; 6]$    |
| 8. $f(x) = x^2 - 6x + 12$ , $[1; 11]$   | 18. $f(x) = x^2 + 4x - 1/4$ , $[-2; 8]$  |
| 9. $f(x) = x^2 + 4x + 6$ , $[-4; 6]$    | 19. $f(x) = x^2 + 3x - 10$ , $[-2; 8]$   |

|                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 10. $f(x) = 2x^2 - 2x + 5/2, [-1; 9]$ | 20. $f(x) = x^2 + 6x + 2, [-4; 6]$ |
|---------------------------------------|------------------------------------|

Индивидуальная задача 2. Найти минимум функции двух переменных  $f(x_1, x_2)$  в  $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$  (задание 3, 4).

|                                                                   |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (-1, 2; 1)$ | 11. $f(x) = 2x_1^2 + 3x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1; 3)$    |
| 2. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (3; 1)$     | 12. $f(x) = 3x_1^2 + 4x_2^2 - 2x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 1,5)$ |
| 3. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,1; 1,1)$ | 13. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1; 1)$     |
| 4. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 0,1)$ | 14. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (3; 1)$     |
| 5. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 2)$     | 15. $f(x) = x_1^2 + 6x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1,1)$ |
| 6. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1,5)$ | 16. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,1; 1,1)$ |
| 7. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1)$   | 17. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 0,5)$ |
| 8. $f(x) = 6x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 1)$     | 18. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 2)$     |
| 9. $f(x) = 7x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1; 2)$     | 19. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1,5)$ |
| 10. $f(x) = 8x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 2)$    | 20. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1)$   |

Индивидуальная задача 3. Найти условный минимум функции многих переменных  $f(x_1, x_2)$  (задание 5, 6).

|                                                                 |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 1$  | 11. $f(x) = 2x_1^2 + 3x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + 2x_2 = 1$ |
| 2. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + x_2 = 1$ | 12. $f(x) = 3x_1^2 + 4x_2^2 - 2x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 1$ |

|                                                                  |                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 3. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 2$   | 13. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + 3x_2 = 1$ |
| 4. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + 3x_2 = 1$ | 14. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 2$   |
| 5. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 3$   | 15. $f(x) = x_1^2 + 6x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + 3x_2 = 1$  |
| 6. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + x_2 = 1$  | 16. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 1$   |
| 7. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 1$   | 17. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$3x_1 + x_2 = 2$  |
| 8. $f(x) = 6x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + 3x_2 = 1$ | 18. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 5$   |
| 9. $f(x) = 7x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 2$   | 19. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + x_2 = 1$  |
| 10. $f(x) = 8x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + x_2 = 3$ | 20. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 1$   |

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ/ЭКЗАМЕНУ

1. Одномерный поиск. Теорема Мак-Лорена.
2. Унимодальные функции. Свойства унимодальных функций.
3. Метод дихотомии.
4. Метод Фибоначчи.
5. Метод золотого сечения.
6. Теоремы о необходимом и достаточном условии экстремума. Классический алгоритм.
7. Леммы о направлениях спуска (безусловная оптимизация).
8. Градиентный метод.
9. Обобщенный метод Ньютона.
10. Метод тяжелого шарика.
11. Метод сопряженных градиентов.
12. Классификация и обзор методов безусловной оптимизации.
13. Классификация задач нелинейного программирования. Леммы 1 и 2 о возможных направлениях (условная оптимизация).
14. Теорема 1 о необходимом условии условного минимума.
15. Теорема Фаркаша. Теорема 2 о необходимом условии условного минимума.
16. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа равенства.
17. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа неравенства.
18. Выпуклые функции.
19. Теорема Куна-Таккера.

20. Теория двойственности. Теорема двойственности. Двойственные методы.
21. Метод проекций.
22. Метод внутренних и внешних штрафных функций.
23. Метод возможных направлений.
24. Постановки транспортной задачи. Методы решения транспортной задачи.
25. Постановки задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП). Методы решения ЗЦЛП.
26. Метод ветвей и границ решения ЗЦЛП.
27. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.
28. Постановки задачи линейного программирования ЗЛП в условиях риска и неопределенности. Методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности.
29. ЗЛП и теория игр.

Основные требования к результатам освоения дисциплины представлены в таблице в виде признаков сформированности компетенций. Требования формулируются по двум уровням: пороговый и повышенный и в соответствии со структурой, принятой в ФГОС ВПО: знать, уметь, владеть.

| Название компетенции (или ее части)                                                                                                                                                                 | Структура компетенции                                                                                     | Основные признаки сформированности компетенции                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-4:</b><br>способностью применять в профессиональной деятельности основные методы и средства автоматизации проектирования, производства, испытаний и оценки качества программного обеспечения | Знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования.                             | Знает классификацию задач оптимизации, теоретические положения, лежащие в основе построения методов решения                             |
|                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                           | Знает методы решения задач оптимизации и применение методов для решения конкретных задач анализа прикладной области.                    |
|                                                                                                                                                                                                     | Уметь применять закономерности и инструментальные средства для данной дисциплины                          | Умеет формулировать новую задачу при рассмотрении двух или нескольких методик исследования оптимальных процессов                        |
|                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                           | Умеет применять на практике полученные знания для осуществления анализа конкретных решений в прикладной области.                        |
|                                                                                                                                                                                                     | Владеть навыками определения общих форм, закономерностей, инструментальных средств для данной дисциплины. | Может изучать самостоятельно научную и учебно-методическую литературу по профилю                                                        |
|                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                           | Владеет навыками работы с новой информацией для определения общих форм, закономерностей, инструментальных средств для данной дисциплины |
| <b>ПК-2:</b><br>готовностью к использованию                                                                                                                                                         | Знать классификацию задач оптимизации; теоретические положения, лежащие в                                 | Знает основные типы оптимизационных задач.                                                                                              |

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях | основе построения и решения типовых оптимизационных задач                                                                                                             | Знает основные методы решения задач оптимизации.                                                                                                                                                   |
|                                                                                                             | Уметь выбрать метод для решения конкретной задачи оптимизации; использовать типовые алгоритмы для решения задач; оценить качество работы алгоритма при решении задачи | Умеет использовать типовые алгоритмы для решения прикладных задач и оценить качество работы алгоритма при решении задачи                                                                           |
|                                                                                                             |                                                                                                                                                                       | Умеет проанализировать, а затем выбрать из нескольких методов оптимизации наиболее подходящий к конкретной проблеме.                                                                               |
|                                                                                                             | Владеть навыком корректировки процесса решения задачи изменением параметров алгоритм; навыками работы с новой информацией для анализа и решения оптимизационных задач | Владеет методами оценки качества работы алгоритма при решении задачи<br>Владеет навыком формулировать новую задачу при рассмотрении двух или нескольких методик исследования оптимальных процессов |

## 5.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Основная литература:

1. Сеидова, Наталья Михайловна Численные методы решения задач одномерной безусловной оптимизации / Сеидова, Наталья Михайловна, Калайдина, Галина Вениаминовна; Н. М. Сеидова, Г. В. Калайдина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2012. - 37 с.
2. Летова, Т.А. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / Т.А. Летова, А.В. Пантелеев. - М. : Логос, 2011. - 424 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=84995&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=84995&sr=1).
3. Островский, Геннадий Маркович. Оптимизация технических систем / Островский, Геннадий Маркович, Зиятдинов, Надир Низамович, Лаптева, Татьяна Владимировна; Г. М. Островский, Н. Н. Зиятдинов, Т. В. Лаптева. - Москва: КНОРУС, 2012. - 422 с.: ил. - Библиогр.: с. 404-411. - ISBN 9785406010945.
4. Засядко, Ольга Владимировна. Исследование операций: [практикум] / Засядко, Ольга Владимировна, Усатиков, Сергей Васильевич; О. В. Засядко, С. В. Усатиков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2014. - 194 с.: ил. - Библиогр.: с. 15-16.
5. Зайцев, Михаил Григорьевич. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы/ Зайцев, Михаил Григорьевич, С. Е. Варюхин; М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин; Рос. акад. народного хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации. - [3-е изд., испр. и доп.]. - М.: Дело, 2011. - 639 с.: ил. - (Учебники Президентской Академии). - ISBN 9785774904921.

### 5.2 Дополнительная литература:

1. Юрьева, А. А. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Юрьева А. А. - СПб. : Лань, 2014. - 432 с. - <https://e.lanbook.com/book/68470>.

2. Зайцев, Михаил Григорьевич. Методы оптимизации управления и принятия решений [Текст] : примеры, задачи, кейсы : учебное пособие / М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин ; Рос. акад. народного хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации. - [3-е изд., испр. и доп.]. - М. : Дело, 2011. - 639 с. : ил. - (Учебники Президентской Академии). - ISBN 9785774904921 : 776.00.
3. Кузнецов, А. В. Высшая математика. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учебник / А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод. - СПб. : Лань, 2013. - 352 с. - <https://e.lanbook.com/book/4550>.
4. Федунец, Н.И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н.И. Федунец, Ю.Г. Черников. - Москва : Горная книга, 2009. - 376 с. - ISBN 978-5-7418-0557-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023>.
5. Лунгу К.Н. Линейное программирование: руководство к решению задач. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.

#### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины.**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных [www.rusnano.com](http://www.rusnano.com)
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>
9. <http://math.nsc.ru/LBRT/k5/opt.html> (Методы оптимизации, учебное пособие)

#### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и выполнении практических заданий по разобранным во время аудиторных занятий примерам.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета, экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

### 8.1 Перечень информационных технологий.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

### 8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Электронная библиотека КубГУ  
<http://212.192.128.113/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=Электронный>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>)
4. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
5. ЭБС Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/> ООО Издательство «Лань»
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) ООО «Директ-Медиа»
7. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru> ООО «КноРус медиа»
8. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com) ООО «ЗНАНИУМ»

| Перечень договоров ЭБС (за период, соответствующий сроку получения образования по ООП) |                                                                                                                                                                  |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Учебный год                                                                            | Наименование документа с указанием реквизитов                                                                                                                    | Срок действия документа |
| 2018/2019                                                                              | ЭБС Издательства «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> ООО Издательство «Лань» Договор № 99 от 30 ноября 2017 г.                      | С 01.01.18 по 31.12.18  |
|                                                                                        | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a> ООО «Директ-Медиа» Договор № 0811/2017/3 от 08 ноября 2017 г.   | С 01.01.18 по 31.12.18  |
|                                                                                        | ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a> ООО Электронное издательство «Юрайт» Договор №0811/2017/2 от 08 ноября 2017 г. | С 20.01.18 по 19.01.19  |
|                                                                                        | ЭБС «BOOK.ru» <a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a> ООО «КноРус медиа» Договор № 61/223-ФЗ от 09 января 2018 г.                                  | С 09.01.18 по 31.12.18  |
|                                                                                        | ЭБС «ZNANIUM.COM» <a href="http://www.znanium.com">www.znanium.com</a> ООО «ЗНАНИУМ» Договор № 1812/2017 от 18 декабря 2017 г.                                   | С 01.01.18 по 31.12.18  |
|                                                                                        |                                                                                                                                                                  |                         |

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность                                                                                                                          |
|----|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), доска<br>Ауд. 129, 131, 301б, 305, 307 |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Лаборатория, укомплектованная техническими средствами обучения – компьютерами с соответствующим программным обеспечением, маркерная доска. Ауд. 101, 106, 106а                         |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория, укомплектованная маркерной доской и оснащенная компьютером. Ауд. 129                                                                                                        |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория, укомплектованная маркерной доской и оснащенная компьютером. Ауд. 129                                                                                                        |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»,                                                                     |

|  |                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 102-А и читальный зал |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Приложение

### Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "«Задачи условной и безусловной оптимизации» "

Настоящие методические указания предназначены для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по «Задачи условной и безусловной оптимизации» и направлены на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов. В методических указаниях изложены ссылки на основные методы одномерной и многомерной оптимизации. Приведены примеры, задания для самостоятельной работы.

В лабораторных работах студенту требуется выполнять задания, выданные преподавателем. До начала выполнения студенту следует проанализировать задание.

При проведении лабораторных работ практикуется применение коллективных и групповых форм работы, а также использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого студента за самостоятельное выполнение полного объема работ.

#### Лабораторная работа 1–4: Численные методы решения задач одномерной оптимизации.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает методы нулевого порядка; стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимость методов (метод перебора, метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод Розенброка, метод деформируемого многоугольника, метод тяжелого шарика) (см. [1]- [2]). Выполняет выданное преподавателем индивидуальное задание 1 и 2.

**Задание 1.** Доказать свойства унимодальных функций. Используя классический метод, решить задачу нахождения экстремума функции одного (индивидуальная задача 1.).

**Задание 2.** Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения минимума функции одного переменного, используя метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи.

Индивидуальная задача 1. Найти минимум функции одного переменного  $f(x)$  ( $\delta = 0,2$ ;  $\varepsilon = 0,5$ ) (**задание 1, 2**).

|                                         |                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. $f(x) = x^2 - 2x + 3$ , $[-2; 8]$    | 11. $f(x) = x^2 - 6x + 13$ , $[0; 10]$   |
| 2. $f(x) = x^2 - 2x + 5$ , $[-2; 8]$    | 12. $f(x) = 2x^2 - 12x + 19$ , $[0; 10]$ |
| 3. $f(x) = 2x^2 - 2x + 3/2$ , $[-2; 8]$ | 13. $f(x) = x^2 - 4x + 6$ , $[0; 10]$    |
| 4. $f(x) = x^2 + 6x + 13$ , $[-6; 4]$   | 14. $f(x) = x^2 + 2$ , $[-3; 7]$         |
| 5. $f(x) = x^2 - 4x + 7$ , $[0; 10]$    | 15. $f(x) = x^2 + 2x + 4$ , $[-3; 7]$    |
| 6. $f(x) = x^2 + 4x + 5$ , $[-4; 6]$    | 16. $f(x) = 2x^2 + 2x + 5/2$ , $[-3; 7]$ |
| 7. $f(x) = 2x^2 + 2x + 7/2$ , $[-3; 7]$ | 17. $f(x) = 3x^2 - x + 4$ , $[-4; 6]$    |
| 8. $f(x) = x^2 - 6x + 12$ , $[1; 11]$   | 18. $f(x) = x^2 + 4x - 1/4$ , $[-2; 8]$  |

|                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 9. $f(x) = x^2 + 4x + 6, [-4; 6]$     | 19. $f(x) = x^2 + 3x - 10, [-2; 8]$ |
| 10. $f(x) = 2x^2 - 2x + 5/2, [-1; 9]$ | 20. $f(x) = x^2 + 6x + 2, [-4; 6]$  |

**Лабораторная работа 5–8: Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.**

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает методы первого порядка; стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимости методов (метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, метод Флетчера-Ривса, метод Давидона-Флетчера-Пауэлла) (см. [2]). Выполняет выданное преподавателем индивидуальное задание 3 и 4.

**Задание 3.** Используя классический метод, решить задачу нахождения экстремума функции многих переменных (индивидуальная задача 2.)

**Задание 4.** Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения минимума функции многих переменных, используя метод наискорейшего спуска, метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона и метод Флетчера-Ривса.

Индивидуальная задача 2. Найти минимум функции двух переменных  $f(x_1, x_2)$  в  $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$  (**задание 3, 4**).

|                                                                   |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (-1, 2; 1)$ | 11. $f(x) = 2x_1^2 + 3x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1; 3)$    |
| 2. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (3; 1)$     | 12. $f(x) = 3x_1^2 + 4x_2^2 - 2x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 1,5)$ |
| 3. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,1; 1,1)$ | 13. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1; 1)$     |
| 4. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 0,1)$ | 14. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (3; 1)$     |
| 5. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 2)$     | 15. $f(x) = x_1^2 + 6x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1,1)$ |
| 6. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1,5)$ | 16. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,1; 1,1)$ |
| 7. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 1)$   | 17. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (1,5; 0,5)$ |
| 8. $f(x) = 6x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 1)$     | 18. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_0 = (2; 2)$     |

|                                                                 |                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 9. $f(x) = 7x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_0 = (1; 2)$  | 19. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_0 = (1,5; 1,5)$ |
| 10. $f(x) = 8x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_0 = (2; 2)$ | 20. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_0 = (1,5; 1)$   |

**Лабораторная работа 9-12: Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.**

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает методы второго порядка; стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимости методов (метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона, метод Маркварда) (см. [2]). Выполняет выданное преподавателем индивидуальное задание 4.

**Лабораторная работа 13–14: Задачи нелинейного программирования.**

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает метод множителей Лагранжа, метод штрафных функций, метод барьерных функций, метод проекции градиента.

**Задание 5.** Используя метод множителей Лагранжа, решить задачу нахождения условного минимума функции многих переменных.

**Задание 6.** Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения условного минимума функции многих переменных, используя метод штрафных функций.

Индивидуальная задача 3. Найти условный минимум функции многих переменных  $f(x_1, x_2)$  (задание 5, 6).

|                                                                   |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 1$   | 11. $f(x) = 2x_1^2 + 3x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + 2x_2 = 1$ |
| 2. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$2x_1 + x_2 = 1$  | 12. $f(x) = 3x_1^2 + 4x_2^2 - 2x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 1$ |
| 3. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 2$   | 13. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$2x_1 + 3x_2 = 1$ |
| 4. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$2x_1 + 3x_2 = 1$ | 14. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 2$   |
| 5. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 3$   | 15. $f(x) = x_1^2 + 6x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + 3x_2 = 1$  |
| 6. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$2x_1 + x_2 = 1$  | 16. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 1$   |
| 7. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$x_1 + x_2 = 1$   | 17. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$ ,<br>$3x_1 + x_2 = 2$  |

|                                                                  |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 8. $f(x) = 6x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + 3x_2 = 1$ | 18. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 5$  |
| 9. $f(x) = 7x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 2$   | 19. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + x_2 = 1$ |
| 10. $f(x) = 8x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$<br>$2x_1 + x_2 = 3$ | 20. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$<br>$x_1 + x_2 = 1$  |

***Лабораторная работа 15–16: Задача целочисленного линейного программирования.***

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает постановку задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП), метод ветвей и границ решения ЗЦЛП, решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ (см. [2]), стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимость методов. Выполняет выданное преподавателем задание (см. [2], стр. 388–389, №№1–12).

***Лабораторная работа 17: Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.***

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает постановку задачи линейного программирования (ЗЛП) в условиях риска и неопределенности, методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности (см. [3]).

**Порядок выполнения самостоятельной работы**

Во время подготовки и выполнения самостоятельной работы студент должен:

- 1) изучить методы математического моделирования;
- 2) в соответствии с вариантом, выданным преподавателем, выполнить задание самостоятельной работы;
- 3) оформить отчет по выполненному заданию самостоятельной работы и защитить его.

**Отчет по самостоятельной работе должен содержать:**

- 1) задание;
- 2) отладка (2 итерации) и написание (текст) программы численного решения
- 3) результаты решения задачи указанным выше способом;
- 4) анализ полученных результатов.