

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Иванов А.Г.  
подпись  
«30» 06 2017 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б1.Б.12 «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Системный анализ, исследование операций и управление"  
(Математическое и информационное обеспечение экономической  
деятельности)

Программа подготовки Академическая

Форма обучения Очная

Квалификация выпускника Бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика профиль Системный анализ, исследование операций и управление (Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности)

Программу составила:

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



ПОДПИСЬ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры (разработчика) прикладной математики от 29.06.2017, протокол № 22.

Заведующий кафедрой  
прикладной математики  
д-р физ.-мат. наук, профессор



М.Х. Урtenов

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры (выпускающей) прикладной математики от 29.06.2017, протокол № 22.

Заведующий кафедрой  
прикладной математики  
д-р физ.-мат. наук, профессор



М.Х. Урtenов

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики от 29.06.2017 г., протокол № 4.

Председатель УМК факультета  
компьютерных технологий  
и прикладной математики  
к.ф.-м.н., доцент



К.В. Мaлыхин,

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 (ИКСИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

**1.1 Целью** освоения учебной дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у студентов знаний по основам теории оптимизации и знаний об основных подходах к практическому решению оптимизационных задач, что позволит развить компетентности способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, а также способности работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения задач профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского и производственного коллектива.

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

- 1) знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования;
- 2) выбирать подходящие методы для решения экстремальных задач;
- 3) уметь применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных задач;
- 4) 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 «Методы оптимизации» относится к базовой части учебного плана.

Данная дисциплина («Методы оптимизации») тесно связана с дисциплинами математического и естественнонаучного цикла: «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Численные методы». Знания, полученные при освоении дисциплины «Математическое программирование», используются при изучении дисциплины «Математические методы и модели исследования операций», «Теория риска и моделирование рисков ситуаций». В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической и исследовательской деятельности.

### 1.4 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Методы оптимизации»:

|       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой |
| ПК-4  | способностью работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности                                              |

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>уметь применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных 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>     |
| ПК-4  | <ul style="list-style-type: none"> <li>классификацию задач оптимизации;</li> <li>теоретические положения, лежащие в основе построения методов решения;</li> <li>основные методы 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> <li>оценить качество работы алгоритма при решении задачи</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>способностью работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности с использованием методов оптимизации</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                                                                                                                                                                     |                                      | Трудоемкость, часов |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                |                                      | 6 семестр           |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                         |                                      | <b>68,3</b>         |
| <b>Аудиторная работа:</b>                                                                                                                                                      |                                      | <b>64</b>           |
| <i>Лекции (Л)</i>                                                                                                                                                              |                                      | 32                  |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i>                                                                                                                                               |                                      |                     |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i>                                                                                                                                                |                                      | 32                  |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                                                                                                                                 |                                      |                     |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                                                                                          |                                      | 4                   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                                                                                                 |                                      | 0,3                 |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                                                                                                                                            |                                      | <b>40</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.) |                                      | 10                  |
| Выполнение индивидуальных заданий                                                                                                                                              |                                      | 20                  |
| Реферат                                                                                                                                                                        |                                      | -                   |
| Подготовка к текущему контролю                                                                                                                                                 |                                      | 10                  |
| <b>Контроль:</b>                                                                                                                                                               |                                      |                     |
| Подготовка и сдача экзамена <sup>1</sup>                                                                                                                                       |                                      | 35,7                |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                                                                                                      | <b>час.</b>                          | <b>144</b>          |
|                                                                                                                                                                                | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>68,3</b>         |
|                                                                                                                                                                                | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>            |
| <b>Вид итогового контроля</b>                                                                                                                                                  |                                      | Экзамен             |

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

## 2.2 Структура дисциплины:

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| №<br>п/<br>п | Наименование раздела, темы                                                                               | Все-<br>го<br>трудоем-<br>ность | Аудиторные занятия |             |                             |          | СР       | Эк-<br>за-<br>мен |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------------|----------|----------|-------------------|
|              |                                                                                                          |                                 | Все-<br>го         | Лек-<br>ции | Ла-<br>бора-<br>тор-<br>ные | КС<br>Р  |          |                   |
|              | <b>1 Безусловная одномерная оптимизация</b>                                                              |                                 |                    |             |                             |          |          |                   |
| 1.           | Формулировка математической задачи оптимизации. Классические методы решения задач одномерной оптимизации | 10                              | 6                  | 2           | 4                           | 0        | 2        | 2                 |
| 2.           | Численные методы решения задач одномерной оптимизации                                                    | 16                              | 10                 | 6           | 4                           | 0        | 4        | 2                 |
|              | <b>2 Безусловная многомерная оптимизация</b>                                                             |                                 |                    |             |                             |          |          |                   |
| 3.           | Классические методы решения задач многомерной оптимизации.                                               | 8                               | 2                  | 2           | 0                           | 0        | 4        | 2                 |
| 4.           | Классификация и обзор методов безусловной оптимизации                                                    | 8                               | 2                  | 2           | 0                           | 0        | 0        | 4                 |
| 5.           | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.              | 22                              | 12                 | 4           | 8                           | 0        | 6        | 4                 |
| 6.           | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.              | 26                              | 14                 | 4           | 8                           | 2        | 6        | 6                 |
|              | <b>3 Нелинейное программирование</b>                                                                     |                                 |                    |             |                             |          |          |                   |
| 7.           | Классификация задач нелинейного программирования.                                                        | 14                              | 6                  | 6           | 0                           | 0        | 4        | 4                 |
| <b>1</b>     | <b>2</b>                                                                                                 | <b>3</b>                        | <b>4</b>           | <b>5</b>    | <b>6</b>                    | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b>          |
| 8.           | Задачи линейного программирования                                                                        | 18                              | 8                  | 4           | 4                           | 0        | 6        | 4                 |
|              | <b>4 Специальные методы оптимизации</b>                                                                  |                                 |                    |             |                             |          |          |                   |
| 9.           | Задача целочисленного линейного программирования                                                         | 14                              | 6                  | 2           | 4                           | 0        | 4        | 4                 |
| 10.          | Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.                                           | 15,7                            | 8                  | 2           | 4                           | 2        | 4        | 3,7               |
| 11.          | Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                           | 0,3                             | 0,3                |             |                             |          |          |                   |
|              | Итого:                                                                                                   | 144                             | 68,3               | 32          | 32                          | 4        | 40       | 35,7              |

### **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.

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела                | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Форма текущего контроля<br>(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. (1–3-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 оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.<br>Тема 4. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка. | 1. Опрос по результатам индивидуального задания (4–9-я неделя 6-го семестра)    |
| 3 | Нелинейное программирование         | Тема 1. Классификация задач нелинейного программирования.<br>Тема 2. Задачи линейного программирования                                                                                                                                                                                                                                            | 1. Опрос по результатам индивидуального задания. (10–14-я неделя 6-го семестра) |
| 4 | Специальные методы оптимизации      | Тема 1. Задача целочисленного линейного программирования<br>Тема 2. Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.                                                                                                                                                                                                                | 1. Опрос по результатам индивидуального задания. (15–17-я неделя 6-го семестра) |

Практические занятия, 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. (1–2-я неделя 5-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. (3–6-я неделя 5-го семестра)   |
| 3     | Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка. | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (7–10-я неделя 5-го семестра)  |
| 4     | Задачи линейного программирования                                                           | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Опрос по результатам индивидуального задания. (11–12-я неделя 5-го семестра) |
| 5     | Задача целочисленного линейного программирования                                            | 1.. Выполнение практических заданий<br>2. Отчет по результатам индивидуального задания. (13–14-я неделя 5-го семестра) |
| 6     | Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.                              | 1.. Выполнение практических заданий<br>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 линейного программирования.**

Постановка задачи линейного программирования; стратегия поиска; разработка алгоритмов (симплекс метод, транспортные задачи).

**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.

| №  | Наименование раздела               | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1. | Безусловная одномерная оптимизация | 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.<br>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 [Электрон-ный ресурс]. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1</a> (10.02.2018). |

| 1  | 2                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Безусловная многомерная оптимизация | <p>1. 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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1</a> (10.02.2018).</p> <p>2. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 367 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5">https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5</a>.</p> |
| 3. | Нелинейное программирование         | <p>1. 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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1</a> (10.02.2018).</p> <p>2. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 367 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5">https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5</a>.</p> |
| 4. | Специальные методы оптимизации      | <p>1. 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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=84995&amp;sr=1</a> (10.02.2018).</p> <p>2. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 367 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5">https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5</a>.</p> |

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.

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 ВО: знать, уметь, владеть.

| Название компетенции (или ее части)                                                                                                                                                        | Структура компетенции                                                                                                                             | Основные признаки сформированности компетенции                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1: Способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой | Знать основные информационные ресурсы для получения новых знаний.                                                                                 | Имеет представление об основных информационных ресурсах для получения новых знаний.                                            |
|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   | Знает различные средства получения, переработки и представления информации с помощью информационно-коммуникационных технологий |
|                                                                                                                                                                                            | Уметь получать новые знания и умения с помощью информационных технологий для решения профессиональных и социальных задач                          | Умеет получать новые знания и умения с помощью информационных технологий                                                       |
|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   | Умеет применять полученные знания для использования в практической деятельности анализа и решения оптимизационных задач.       |
| ПК-4: способностью работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности                                               | Владеть навыками работы с различными источниками информации, включая сетевые ресурсы сети Интернет                                                | Может изучать самостоятельно научную и учебно-методическую литературу по профилю                                               |
|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   | Владеет навыками работы с новой информацией для решения профессиональных и социальных задач                                    |
|                                                                                                                                                                                            | Знать основные технологии и методы формализованного описания оптимальных процессов, применяемых в современной экономической и социальной практике | Знает основы математического аппарата современных методов формализованного описания и исследования оптимизационных задач.      |
|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   | Знает основные методы решения задач оптимизации.                                                                               |
|                                                                                                                                                                                            | Уметь применять на практике конкретные вычислительные методы решения оптимизационных задач.                                                       | Умеет применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных задач.                        |
|                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   | Умеет формулировать новую задачу при рассмотрении двух или нескольких методик исследования оптимальных процессов               |
|                                                                                                                                                                                            | Владеть навыком коррек-                                                                                                                           | Владеет методами оценки качества работы алгоритма при решении задачи                                                           |

|  |                                                                  |                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | тировки процесса решения задачи изменением параметров алгоритма. | Может проанализировать, а затем выбрать из нескольких методов оптимизации наиболее подходящий к конкретной проблеме. |
|--|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **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) (10.02.2018).
3. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 367 с. - <https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. 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.
2. Засядко, Ольга Владимировна. Исследование операций: [практикум] / Засядко, Ольга Владимировна, Усатилов, Сергей Васильевич; О. В. Засядко, С. В. Усатилов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2014. - 194 с.: ил. - Библиогр.: с. 15-16.
3. 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.
4. Далингер, В. А. Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в mathcad и maple [Электронный ресурс] : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 161 с. - <https://biblio-online.ru/book/373E27B2-F2B8-4BC9-9D66-EFFA2353B4D1>.
5. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под ред. Ф. П. Васильева. - М. : Юрайт, 2018. - 375 с. - <https://biblio-online.ru/book/CAA9AF22-E3BB-454A-BE5C-BB243EAAE72A>.

### 5.3 Электронная Библиотека КубГУ

## 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Методы оптимизации [Электронный ресурс] // И.Н. Мастяева, О. Н. Семенихина; И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина. М.: Автономная некоммерческая организация высшего проф. образования "Евразийский открытый ин-т" (ЕАОИ), 2006
2. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>
3. <http://math.nsc.ru/LBRT/k5/opt.html> (Методы оптимизации, учебное пособие)
4. <http://csit.narod.ru/research/Metopt.htm> (Методы оптимизации на англ. яз.)
5. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

## 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.

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

| №  | Вид работ          | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                    |
|----|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответ- |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                            | ствующим 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 |