

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет



Р.А. Бостанов

04 июля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Теория оптимизации**

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки:

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) программы:

**Математическое и компьютерное моделирование  
в экономике и управлении**

Квалификация выпускника

**магистр**

Форма обучения

**Очная**

**Год начала подготовки - 2022**

(по учебному плану)

Карачаевск, 2023

Составитель: *старший преподаватель кафедры математического анализа*  
*Габиев Р.А.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 13, (с изменениями и дополнениями). Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020, с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика; направленность (профиль) программы: «Математическое и компьютерное моделирование в экономике и управлении», локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: математического анализа на 2023-2024 уч. год.

Протокол № 10 от 30.06. 2023 г.

Заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент  Лайпанова З.М.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1. Наименование дисциплины: Теория оптимизации .....   | 4  |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....   | 4  |
| 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....  | 5  |
| 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся ..... | 6  |
| 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....  | 6  |
| 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....  | 6  |
| 5.2. Тематика и краткое содержание лабораторных занятий.....   | 9  |
| 5.3. Примерная тематика курсовых работ .....   | 9  |
| 6. Образовательные технологии .....  | 9  |
| 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....   | 11 |
| 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций.....  | 11 |
| 7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины .....  | 14 |
| 7.2.2.Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен) .....  | 16 |
| 7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....   | 17 |
| 7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся .....   | 20 |
| 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса.....  | 21 |
| 8.1. Основная литература .....   | 21 |
| 8.2. Дополнительная литература.....  | 21 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....  | 22 |
| 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....   | 23 |
| 10.1. Общесистемные требования .....   | 23 |
| 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....   | 23 |
| 10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....  | 25 |
| 10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....  | 25 |
| 11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....  | 25 |
| 12. Лист регистрации изменений.....  | 27 |

## 1. Наименование дисциплины: Теория оптимизации

**Цели изучения дисциплины:** формирование у магистрантов теоритических знаний и практических навыков для поиска оптимальных решений на всех этапах применения вычислительной техники в различных областях научных исследований;

- ознакомление с принципами алгоритмизации при решении практических оптимизационных задач;
- формирование практических навыков по использованию специализированного программного обеспечения.

**Для достижения цели ставятся задачи:**

- познакомить студентов с основами построения математических моделей сложных систем и методами их анализа;
- сформировать представление об условиях и задачах построения математических моделей;
- освоить методы формализации и алгоритмизации процессов оптимизации;
- развить навыки анализа информации, подготовки и обоснования построения математических моделей;
- сформировать навыки использования построения математических моделей для решения прикладных оптимизационных задач.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль) программы: Математическое и компьютерное моделирование в экономике и управлении; (квалификация – «магистр»).

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория оптимизации» Б1.В.ДВ.02.01 относится к части формируемой участниками образовательных отношений Б1.

Дисциплина (модуль) изучается на 1 курсе в 1 семестре.

| <b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО</b>  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Индекс</b>  | <b>Б1.В.ДВ.02.01</b> |
| <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |                      |
| Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен иметь базовую подготовку в объёме программы вуза, знать основы таких дисциплин как, «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Линейное программирование», «Основы математического моделирования». |                      |
| <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>   |                      |
| Изучение дисциплины «Теория оптимизации» необходимо для успешного освоения дисциплин формирующих компетенции <b>ПК-1, ПК-2.</b>  |                      |

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Теория оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

| Код компетенций | Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП ВО  | Индикаторы достижения компетенций   | Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами  |
|-----------------|---|---|--|
| <b>ПК-1</b>     | Способность демонстрировать фундаментальные знания математических и прикладных наук   | <p>ПК.М-1.1.<br/>Способен к демонстрации фундаментальных знаний в области прикладной математики и информатики</p> <p>ПК.М-1.2.<br/>Умеет строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами</p> <p>ПК.М-1.3.<br/>Способен к созданию, анализу и реализации математических и компьютерных моделей</p>   | <p><b>Знать:</b><br/>- методы создания, анализа и реализации математических и компьютерных моделей в экономике и управлении</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- на основе фундаментальных знаний математических и прикладных наук строить стандартные теоретические и практические модели для решения прикладных оптимизационных задач</p> <p><b>Владеть:</b><br/>-навыками создания, анализа и реализации математических и компьютерных моделей в экономике и управлении</p> |
| <b>ПК-2</b>     | Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности | <p>ПК.М-2.1.<br/>Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов математического и компьютерного моделирования</p> <p>ПК.М-2.2.<br/>Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью на основе существующих и выбранных методов</p> <p>ПК.М-2.3.<br/>Умеет использовать результаты научных исследований для применения в выбранных областях профессиональной деятельности</p> | <p><b>Знать:</b><br/>концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач в области математического и компьютерного моделирования.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>научными методами прикладной математики и информатики для применения в областях профессиональной деятельности.</p> |

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 ЗЕТ, 108 академических часа.

| Объём дисциплины   | Всего часов              |                            |
|--|--------------------------|----------------------------|
|  | для очной формы обучения | для заочной формы обучения |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>   | <b>108</b>               |                            |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) *</b>   | <b>42</b>                |                            |
| <b>Аудиторная работа (всего):</b>  | 42                       |                            |
| в том числе:   |                          |                            |
| лекции   | 28                       |                            |
| семинары, практические занятия   | 14                       |                            |
| практикумы   | Не предусмотрено         |                            |
| лабораторные работы  | Не предусмотрено         |                            |
|  | Не предусмотрено         |                            |
| <b>Внеаудиторная работа:</b>   | -                        |                            |
| консультация перед экзаменом   | -                        |                            |
| Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др. |                          |                            |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>  | <b>66</b>                |                            |
| Контроль самостоятельной работы  |                          |                            |
| <b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>   | <b>экзамен</b>           |                            |

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Для очной формы обучения

| № п/п | Раздел, тема дисциплины | Общая трудоемкость (в часах) | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |
|-------|-------------------------|------------------------------|---|
|-------|-------------------------|------------------------------|---|

|    |   | Всего     | Аудиторные учебные занятия |          |      | Сам. работа | Планируемые результаты обучения | Формы текущего контроля                   |
|----|---|-----------|----------------------------|----------|------|-------------|---------------------------------|---|
|    |   |           | Лек.                       | Практ.   | Лаб. |             |                                 |   |
|    | <b>Раздел 1. Условия экстремума функции</b>   | <b>20</b> | <b>6</b>                   | <b>2</b> |      | <b>12</b>   |                                 |   |
| 1. | Постановка задачи оптимизации и основные положения.   |           | 2                          |          |      | 3           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Устный опрос                              |
| 2. | Математическая постановка задач оптимизации. Виды ограничений.  |           | 2                          |          |      | 3           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Устный опрос                              |
| 3. | Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, максиминный.  |           |                            | 2        |      | 3           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Типовые расчетные задания                 |
| 4. | Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления. |           | 2                          |          |      | 3           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Устный опрос<br>Типовые расчетные задания |
|    | <b>Раздел 2. Численные методы поиска безусловного экстремума</b>  | <b>32</b> | <b>8</b>                   | <b>4</b> |      | <b>20</b>   |                                 |   |
| 5. | Методы безусловной оптимизации (для функции одной переменной).  |           | 2                          |          |      |             | ПК-1;<br>ПК-2                   | Устный опрос                              |
| 6. | Одномерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности.  |           |                            | 2        |      | 4           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Типовые расчетные задания                 |
| 7. | Методы половинного деления, "золотого" сечения, Фибоначчи.  |           | 2                          |          |      | 4           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Задания по теме                           |
| 8. | Методы безусловной оптимизации (для функции $n$ переменных).  |           | 2                          |          |      | 4           | ПК-1;<br>ПК-2                   | Задания по теме                           |

|     |  |           |           |          |  |           |               |                           |
|-----|--|-----------|-----------|----------|--|-----------|---------------|---------------------------|
| 9.  | Многомерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности.                                    |           |           | 2        |  | 4         | ПК-1;<br>ПК-2 | Типовые расчетные задания |
| 10. | Методы нулевого порядка. Методы первого порядка.   |           | 2         |          |  | 4         | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный опрос              |
|     | <b>Раздел 3. Численные методы поиска условного экстремума</b>  | <b>56</b> | <b>14</b> | <b>8</b> |  | <b>34</b> |               |                           |
| 11. | Задачи с ограничениями-равенствами. Необходимые и достаточные условия оптимальности.                         |           | 2         |          |  | 2         | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный опрос              |
| 12. | Задачи с ограничениями-неравенствами. Методы решения задач нелинейного программирования.                     |           |           | 2        |  | 2         | ПК-1;<br>ПК-2 | Типовые расчетные задания |
| 13. | Постановка задачи <i>lp</i> . Геометрическая интерпретация..   |           | 2         |          |  | 2         | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный опрос              |
| 14. | Стандартный, канонический, общий вид задачи.   |           |           |          |  | 4         | ПК-1;<br>ПК-2 | Задания по теме           |
| 15. | Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Отыскание начального допустимого базисного решения. |           |           | 2        |  | 4         | ПК-1;<br>ПК-2 | Типовые расчетные задания |
| 16. | Двойственность в линейном программировании. Вырожденность в линейном программировании.                       |           | 2         |          |  | 2         | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный опрос              |
| 17. | Решение задач оптимизации с помощью Excel.   |           | 2         |          |  | 4         | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный опрос              |
| 18. | Возможность пакета Maple. Решение задач линейного программирования с помощью пакета LP88.                    |           |           | 2        |  | 2         | ПК-1;<br>ПК-2 | Типовые расчетные задания |
| 19. | Постановка задачи  |           | 2         |          |  | 2         | ПК-1;         | Устный опрос              |



|              |  |  |            |           |           |   |               |                                 |
|--------------|--|--|------------|-----------|-----------|---|---------------|---------------------------------|
|              | оптимального управления.<br>Принцип максимума<br>Понтрягина.   |  |            |           |           |   | ПК-2          |                                 |
| 20.          | О методах решения задач<br>оптимального управления.  |  | 2          |           |           | 4 | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный<br>опрос                 |
| 21.          | Теоретико-множественное<br>определение графа.  |  |            |           |           | 2 | ПК-1;<br>ПК-2 | Задания по<br>теме              |
| 22.          | Неориентированные графы.<br>Изоморфизм графов.<br>Отношение порядка и<br>отношение<br>эквивалентности на графе.            |  |            | 2         |           | 4 | ПК-1;<br>ПК-2 | Типовые<br>расчетные<br>задания |
| 23.          | Задача о кратчайшем пути:<br>Постановка задачи.<br>Нахождение кратчайшего<br>пути в графе с ребрами<br>произвольной длины. |  | 2          |           |           | 2 | ПК-1;<br>ПК-2 | Устный<br>опрос                 |
| <b>Всего</b> |  |  | <b>108</b> | <b>28</b> | <b>14</b> |   | <b>66</b>     |                                 |

## 5.2. Тематика и краткое содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрены

## 5.3. Примерная тематика курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

## 6. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

**Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.**

Практические занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач, анализа ситуации и др. Прежде,

чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

### **1. Обсуждение в группах.**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5... 10 ошибок);
- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);
- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

### **2. Публичная презентация проекта**

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

### **3. Дискуссия**

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

| Уровни сформированности компетенций | Индикаторы  | Качественные критерии оценивания  |  |  |          |
|-------------------------------------|---|---|--|--|----------|
|                                     |   | 2 балла   | 3 балла  | 4 балла  | 5 баллов |
| <b>ПК-1</b>                         |   |   |  |  |          |
| Базовый                             | <b>Знать:</b><br>-классические и неклассические методы решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики<br>-методы разработки и построения математических моделей при решении прикладных задач<br>-методы анализа решений на различных этапах | <b>Не знает</b><br>-классические и неклассические методы решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики<br>-методы разработки и построения математических моделей при решении прикладных задач<br>-методы анализа решений на различных этапах | <b>В целом знает</b><br>-классические и неклассические методы решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики<br>-методы разработки и построения математических моделей при решении прикладных задач<br>-методы анализа решений на различных этапах | <b>Знает</b><br>-классические и неклассические методы решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики<br>-методы разработки и построения математических моделей при решении прикладных задач<br>-методы анализа решений на различных этапах |          |
|                                     | <b>Уметь:</b><br>-использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;   | <b>Не умеет:</b><br>-использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;  | <b>В целом умеет:</b><br>-использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;  | <b>Умеет:</b><br>-использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;  |          |
|                                     | <b>Владеть:</b><br>- математическим аппаратом построения устойчивых моделей для решения актуальных прикладных задач<br>- самостоятельно разрабатывать и   | <b>Не владеет</b><br>- математическим аппаратом построения устойчивых моделей для решения актуальных прикладных задач<br>- самостоятельно разрабатывать и   | <b>В целом владеет</b><br>- математическим аппаратом построения устойчивых моделей для решения актуальных прикладных задач<br>- самостоятельно разрабатывать и   | <b>Владеет</b><br>- математическим аппаратом построения устойчивых моделей для решения актуальных прикладных задач<br>- самостоятельно разрабатывать и   |          |

|            |  |   |   |   |  |
|------------|--|---|---|---|--|
|            | строить математические модели при решении актуальных прикладных задач  | строить математические модели при решении актуальных прикладных задач | строить математические модели при решении актуальных прикладных задач | строить математические модели при решении актуальных прикладных задач |  |
| Повышенный | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-классические и неклассические методы решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики</li> <li>-методы разработки и построения математических моделей при решении прикладных задач</li> <li>-методы анализа решений на различных этапах</li> </ul>  |   |   |   | <p><b>В полном объеме знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-классические и неклассические методы решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики</li> <li>-методы разработки и построения математических моделей при решении прикладных задач</li> <li>-методы анализа решений на различных этапах</li> </ul>   |
|            | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;</li> <li>- применять на практике базовые профессиональные навыки;</li> <li>- использовать специализированные знания в области прикладной математики для разработки и построения математических моделей при решении актуальных прикладных задач</li> </ul> |   |   |   | <p><b>В полном объеме умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>--использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;</li> <li>- применять на практике базовые профессиональные навыки;</li> <li>- использовать специализированные знания в области прикладной математики для разработки и построения математических моделей при решении актуальных прикладных</li> </ul> |

|             |   |   |  |  |   |
|-------------|---|---|--|--|---|
|             |   |   |  |  | задач   |
|             | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом построения устойчивых моделей для решения актуальных прикладных задач</li> <li>- самостоятельно разрабатывать и строить математические модели при решении актуальных прикладных задач</li> </ul> |   |  |  | <p><b>В полном объеме владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- математическим аппаратом построения устойчивых моделей для решения актуальных прикладных задач</li> <li>- самостоятельно разрабатывать и строить математические модели при решении актуальных прикладных задач</li> </ul> |
| <b>ПК-2</b> |   |   |  |  |   |
| Базовый     | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи экономико-математического содержания для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ;</li> <li>- концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.</li> </ul>       | <p><b>Не знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи экономико-математического содержания для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ;</li> <li>- концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.</li> </ul> | <p><b>В целом знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи экономико-математического содержания для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ;</li> <li>- концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.</li> </ul> | <p><b>Знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи экономико-математического содержания для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ;</li> <li>- концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.</li> </ul> |   |
|             | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.</li> </ul>   | <p><b>Не умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.</li> </ul>   | <p><b>В целом умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.</li> </ul>   | <p><b>Умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.</li> </ul>   |   |
|             | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научными методами прикладной математики и информатики для применения</li> </ul>   | <p><b>Не владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научными методами прикладной математики и информатики для применения</li> </ul>   | <p><b>В целом владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научными методами прикладной математики и информатики для применения</li> </ul>   | <p><b>Владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научными методами прикладной математики и информатики для применения</li> </ul>   |   |

|            | в областях профессиональной деятельности.   | в областях профессиональной деятельности. | в областях профессиональной деятельности. | в областях профессиональной деятельности. |  |
|------------|---|---|---|---|--|
| Повышенный | <b>Знать:</b><br>- задачи экономико-математического содержания для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ;<br>- концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач. |   |   |   | <b>В полном объеме знает</b><br>- задачи экономико-математического содержания для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ;<br>- концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач. |
|            | <b>Уметь:</b><br>- решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.   |   |   |   | <b>В полном объеме умеет</b><br>- решать научные задачи в области экономических процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.   |
|            | <b>Владеть:</b><br>- научными методами прикладной математики и информатики для применения в областях профессиональной деятельности.   |   |   |   | <b>В полном объеме владеет</b><br>- научными методами прикладной математики и информатики для применения в областях профессиональной деятельности.   |

**7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**

**7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:**

**Раздел 1. Условия экстремума функции**

1. Общая характеристика оптимизационных задач.
2. Математическая постановка задач оптимизации.

3. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, максиминный. Виды ограничений.
4. Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления.

### **Раздел 2. Численные методы поиска безусловного экстремума**

1. Методы безусловной оптимизации (для функции одной переменной).
2. Одномерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Методы половинного деления, "золотого" сечения, Фибоначчи.
3. Методы безусловной оптимизации (для функции  $n$  переменных).
4. Многомерная оптимизация.
5. Необходимые и достаточные условия оптимальности.
6. Методы нулевого порядка.
7. Методы первого порядка.

### **Раздел 3. Численные методы поиска условного экстремума**

1. Методы условной оптимизации. Нелинейное программирование.
2. Задачи с ограничениями-равенствами.
3. Необходимые и достаточные условия оптимальности.
4. Задачи с ограничениями-неравенствами.
5. Методы решения задач нелинейного программирования.
6. Линейное программирование. Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Стандартный, канонический, общий вид задачи.
7. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Отыскание начального допустимого базисного решения.
8. Двойственность в линейном программировании.
9. Вырожденность в линейном программировании.
10. Реализация методов оптимизации в пакетах прикладных программ.
11. Решение задач оптимизации с помощью Excel. Возможности пакета Maple. Решение задач линейного программирования с помощью пакета LP88.
12. Оптимизация управленческих процессов. Постановка задачи оптимального управления.
13. Принцип максимума Понтрягина.
14. О методах решения задач оптимального управления.
15. Основные определения теории графов: Теоретико-множественное определение графа.
16. Неориентированные графы. Изоморфизм графов.
17. Отношение порядка и отношение эквивалентности на графе. Задача о кратчайшем пути: Постановка задачи.
18. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами произвольной длины.
19. Построение графа наименьшей длины.

### **Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:**

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;

- четко структурирован, с выделением основных моментов;
  - доклад сделан кратко, четко, с выделением основных параметров и данных;
  - на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.
- Отметка **«хорошо»** ставится, если изложенный в докладе материал:
- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
  - доклад длинный, не вполне четкий;
  - на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.
- Отметка **«удовлетворительно»** ставится, если изложенный в докладе материал:
- недостаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
  - докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
  - на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.
- Отметка **«неудовлетворительно»** ставится, если:
- доклад не сделан;
  - докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
  - на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

### 7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

1. Общая характеристика оптимизационных задач.
2. Математическая постановка задач оптимизации.
3. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, максиминный. Виды ограничений.
4. Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления.
5. Методы безусловной оптимизации (для функции одной переменной).
6. Одномерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Методы половинного деления, "золотого" сечения, Фибоначчи.
7. Методы безусловной оптимизации (для функции  $n$  переменных).
8. Многомерная оптимизация.
9. Необходимые и достаточные условия оптимальности.
10. Методы нулевого порядка.
11. Методы первого порядка.
12. Методы условной оптимизации. Нелинейное программирование.
13. Задачи с ограничениями-равенствами.
14. Необходимые и достаточные условия оптимальности.
15. Задачи с ограничениями-неравенствами.
16. Методы решения задач нелинейного программирования.
17. Линейное программирование. Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Стандартный, канонический, общий вид задачи.
18. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Отыскание начального допустимого базисного решения.
19. Двойственность в линейном программировании.
20. Вырожденность в линейном программировании.
21. Реализация методов оптимизации в пакетах прикладных программ.
22. Решение задач оптимизации с помощью Excel. Возможности пакета Maple. Решение задач линейного программирования с помощью пакета LP88.
23. Оптимизация управленческих процессов. Постановка задачи оптимального управления.



24. Принцип максимума Понтрягина.
25. О методах решения задач оптимального управления.
26. Основные определения теории графов: Теоретико-множественное определение графа.
27. Неориентированные графы. Изоморфизм графов.
28. Отношение порядка и отношение эквивалентности на графе.
29. Задача о кратчайшем пути: Постановка задачи.
30. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами произвольной длины.
31. Построение графа наименьшей длины.

**Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине  
«Теория оптимизации»:**

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

**7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов**

- 1) Оптимизационная модель содержит:
  - а.) переменные решения
  - б.) целевую функцию
  - в.) и то и другое
- 2) Оптимизационная модель:
  - а.) предлагает наилучшее решение в математическом смысле
  - б.) предлагает наилучшее решение с учётом ограничений модели
  - в.) может служить средством оценки различных вариантов возможных решений
  - г.) всё вышеперечисленное
- 3) Пусть  $f$  - функция одной переменной. Неравенство  $f''(x) > 0$ :
  - а.) является необходимым условием локального минимума
  - б.) является достаточным условием локального минимума
  - в.) является достаточным условием локального максимума
  - г.) ни одно из вышеперечисленных утверждений не верно
- 4) Пусть  $f$  - функция одной переменной. Равенство  $f'(x^*) = 0$ :
  - а.) является необходимым условием, чтобы точка  $x^*$  была точкой локального максимума

- б.) является необходимым условием, чтобы точка  $x^*$  была точкой локального минимума
- в.) является необходимым условием, чтобы точка  $x^*$  была точкой глобального минимума
- г.) верны все вышеперечисленные утверждения
- 5) Точка  $x^*$ , для которой  $f'(x^*)=0$  и  $f''(x^*)>0$  является:
- а.) точкой локального максимума
- б.) точкой локального минимума
- в.) оба утверждения верны
- 6) Укажите необходимые и достаточные условия минимума функции в терминах первой и второй производной:.....  
*Правильный вариант ответа:*  $f'(x)=0, f''(x)\geq 0$
- 7) Укажите необходимые и достаточные условия максимума функции в терминах первой и второй производной:.....  
*Правильный вариант ответа:*  $f'(x)=0, f''(x)\leq 0$
- 8) Какие критерии используются для проверки унимодальности функции в терминах второй производной?.....  
*Правильный вариант ответа:*  $f''(x)\geq 0$
- 9) Укажите метод, использующий свойство сопряжённых градиентов:.....  
*Правильный вариант ответа:* метод Флетчера-Ривса.
- 10) Чем отличаются метод «золотого сечения» и Фибоначчи:
- а.) в методе «золотого сечения» в начале вычислений требуется знать интервал, на котором будет вычисляться функция, а в методе Фибоначчи не требуется.
- б.) в методе «золотого сечения» не требуется знать количество вычислений функции, определяемое в начале, в отличие от метода Фибоначчи.
- в.) в методе «золотого сечения» требуется знать количество вычислений функции.
- г.) в методе «золотого сечения» не используется правило симметрии.
- 11) Если существует производная  $f^{(n)}(x^*)$  и если  $f'(x^*)=f''(x^*)=\dots=f^{(n)}(x^*)=0$ , то функция  $f(x)$  при нечётном  $n$  имеет в точке  $x^*$ :
- а.) максимум
- б.) минимум
- в.) точку перегиба
- 12) Укажите, какие модели транспортной задачи являются открытыми:
- а.) суммарный объём запасов совпадает с суммарным объёмом потребностей
- б.) суммарный объём запасов больше суммарного объёма потребностей
- в.) суммарный объём меньше суммарного объёма потребностей
- 13) Пусть в точке  $x = x^*$  градиент функции  $\nabla f(x^*)=0$ . Что можно сказать о точке  $x^*$ , если матрица Гессе отрицательно определена:.....  
*Правильный вариант ответа:* в точке  $x^*$  достигается максимум функции.
- 14) Назовите необходимое условие наличия в точке  $x$  экстремума для функции одной переменной?.....  
*Правильный вариант ответа:*  $f'(x)=0$

- 15) Какие методы относятся к методам одномерной оптимизации?  
 а.) метод «золотого сечения»  
 б.) метод хорд  
 в.) метод Пауэла  
 г.) метод Фибоначчи  
 д.) метод Хука-Дживса  
 е.) метод деления интервала пополам
- 16) Укажите методы нулевого порядка:  
 а.) метод градиентного спуска  
 б.) метод покоординатного спуска  
 в.) метод Хука-Дживса  
 г.) симплексный метод
- 17) Какое условие для матрицы Гессе  $G(x)$  является достаточным условием минимума для функции  $f(\bar{x})$  являющейся функцией  $n$  переменных:.....  
*Правильный вариант ответа:* Матрица Гессе  $G(x)$  положительно определена
- 18) Транспортная задача является замкнутой. Выберите ситуацию, возможную при данном условии:  
 а.) существует оптимальное решение задачи  
 б.) оптимального решения задачи не существует  
 в.) задача не имеет допустимого решения
- 19) К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача. Укажите ситуацию, возможную при данном условии:  
 а.) оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой функции двойственной задачи  
 б.) оптимальные планы прямой и двойственной задач различны  
 в.) оптимальные значения целевых функций, планы прямой и двойственной задач достигаются в одной и той же точке
- 20) Задача линейного программирования не имеет допустимых решений. Выберите ситуацию, возможную при данном условии:  
 а.) в задаче отсутствуют ограничения  
 б.) система ограничений задачи несовместна  
 в.) целевая функция неограниченна на допустимой области

### Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

**Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

### Критерии оценки тестового материала по дисциплине «Теория оптимизации»

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов,

установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений более чем половины объема.

#### **7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся**

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Попуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

**Таблица перевода балльно-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания**

| Соотношение часов лекционных и практических занятий        | 0/2 | 1/3  | 1/2  | 2/3 | 1/1 | 3/2 | 2/1  | 3/1  | 2/0 | Соответствие отметки коэффициенту |
|--|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----------------------------------|
| Коэффициент соответствия балльных показателей традиционной | 1,5 | 1,1  | 1,1  | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1  | 1,1  | 1,1 | «зачтено»                         |
|  | 1   | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1   | «удовлетворительно»               |
|  | 2   | 1,75 | 1,65 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,35 | 1,25 | -   | «хорошо»                          |

|         |   |     |     |     |   |     |     |     |   |           |
|---------|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|---|-----------|
| отметке |   |     |     |     |   |     |     |     |   |           |
|         | 3 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | - | «отлично» |

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "незачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса**

### **8.1. Основная литература**

1. **Аттетков, А. В.** Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2019. - 270 с.: ил. - ( Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01037-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002733> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. **Крутиков, В. Н.** Задачи по оптимизации: теория, примеры и задачи: учебное пособие / В. Н. Крутиков, Е. С. Чернова; Кемеровский государственный университет. - Кемерово: КемГУ, 2018. - 112 с. - ISBN 978-5-8353-2397-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/134330> (дата обращения: 08.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст: электронный.
3. **Сдвижков, О. А.** Практикум по методам оптимизации: учебное пособие / О. А. Сдвижков. - Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2020. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1036460> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

### **8.2. Дополнительная литература**

1. **Измаилов, А.Ф.** Численные методы оптимизации / А.Ф. Измаилов, В.М. Солодков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2008. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-0975-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69317> (15.05.2017).
2. **Семенихина, О.Н.** Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике : учебное пособие / О.Н. Семенихина, И.Н. Мастяева. - М. : Евразийский открытый институт, 2011. - 422 с. - ISBN 978-5-374-00410-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90388> (15.05.2017).

3. Казанская, О.В. Модели и методы оптимизации: Практикум : учебное пособие / О.В. Казанская, С.Г. Юн, О.К. Альсова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 204 с. - ISBN 978-5-7782-1983-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228848> (15.05.2017)
4. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации : учебник / Ф.П. Васильев. - Изд. нов., перераб. и доп. - М. : МЦНМО, 2011. - Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. - 620 с. - ISBN 978-5-94057-707-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313> (15.05.2017).
5. Ренин, С.В. Методы оптимизации. Сборник задач и упражнений / С.В. Ренин, Н.Д. Ганелина. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 52 с. - ISBN 978-5-7782-1688-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228982> (15.05.2017).

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Виды учебных занятий                              | Организация деятельности студента  |
|---|--|
| <b>Лекция</b>                                     | Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| <b>Практические занятия</b>                       | Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.   |
| <b>Контрольная работа/ индивидуальные задания</b> | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.   |
| <b>Реферат</b>                                    | Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.  |
| <b>Коллоквиум</b>                                 | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                     | Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных   |

|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины, не рассматриваемых на занятиях лекционного и семинарского типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации. |
| <b>Подготовка к экзамену</b> | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.  |

## 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

### 10.1. Общесистемные требования

*Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»*

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ

*Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)*

| Учебный год             | Наименование документа с указанием реквизитов  | Срок действия документа    |
|-------------------------|--|----------------------------|
| 2023 / 2024 учебный год | Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.  | Действует до 15.05.2024 г. |
|                         | Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.   | Бессрочный                 |
| 2023 / 2024 учебный год | Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - <a href="https://kchgu.ru/">kchgu/</a>   | Бессрочный                 |
| 2023 / 2024 учебный год | Электронно-библиотечные системы:<br>Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно.<br>Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a> . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно.<br>Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a> . Соглашение. Бесплатно. | Бессрочно                  |

### 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

При необходимости для проведения занятий используется аудитория, оборудованная компьютером с доступом к сети Интернет с установленным на нем необходимым программным обеспечением и браузером, проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентаций и мультимедийного материала.

В соответствии с содержанием практических (лабораторных) занятий при их проведении используется аудитория, рабочие места обучающихся в которой оснащены компьютерной техникой, имеют широкополосный доступ в сеть Интернет и программное обеспечение, соответствующее решаемым задачам.

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Занятия проходят в учебной аудитории № 27.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения конференций

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, звуковые колонки, проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

2. Читальный зал: для самостоятельной работы обучающихся; 80 мест, 10 компьютеров.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:* Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro; стационарный видеувеличитель Clear View с монитором; 2 компьютерных роллера USB&PS/2; клавиатура с накладкой (ДЦП); акустическая система свободного звукового поля Front Row to Go/S; персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

3. Научный зал: для самостоятельной работы, для научно-исследовательской работы обучающихся; 20 мест, 10 компьютеров

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:* персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная



Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная  
Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная  
Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

### **10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения**

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.
2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.
3. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.
4. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)
5. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.
6. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

### **10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Современные профессиональные базы данных**

1. Федеральный портал «Российское образование»- <http://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir  
<http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### **Информационные справочные системы**

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.
5. Информационная система «Информо».

## **11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать

социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьютеров).

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:

- интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;
- экраны проекционные на штативе 280\*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser.

2. Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфликты Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP.

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером Распределение специализированного оборудования.

## 12. Лист регистрации изменений

| Изменение   | Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП ВО | Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО | Дата введения изменений |
|---|--|--|-------------------------|
| <p>Обновлены договоры на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.), Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бессрочный.</p>   |  |  |                         |
| <p>Переутверждена ОП ВО. Обновлены РПД, РПП, программы ГИА, календарный график учебного процесса. Обновлены договоры:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> <li>2. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г.)</li> </ol> |  | 29.06.2023 г., протокол № 8  |                         |

Решение кафедры: рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 уч. год. Протокол № 10 от 30.06.2023 г.

Зав. каф. \_\_\_\_\_ Лайпанова З.М. \_\_\_\_\_ 30.06.2023 г