

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

Хагуров Т.А.  
« 29 » мая 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.04 МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Направление подготовки            | 02.03.01 Математика и компьютерные науки  |
| Направленность (профиль)          | Вычислительные, программные, информационные системы и компьютерные технологии; Алгебра, теория чисел и дискретный анализ; Математическое и компьютерное моделирование |
| Форма обучения                    | очная   |
| Квалификация (степень) выпускника | бакалавр  |

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 Методы оптимизации в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составила:

И.Н. Царева, доцент, канд.пед.наук, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики  
протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Гайденко С.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики  
протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук  
протокол № 2 « 30 » апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой прикладной математики Кубанского государственного университета доктор физико-математических наук профессор Уртенев М.Х.

Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем КубГАУ Луценко Е.В.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Цели обучения дисциплине состоят в ознакомлении студентов с классическими методами оптимизации функционала с учетом ограничений, наложенных на допустимые значения переменных.

### 1.2 Задачи дисциплины.

1. Ознакомить студентов с постановками основных экстремальных задач и методами их решения.
2. Научить классифицировать и решать основные классы экстремальных задач.
3. Ознакомить с общей теорией экстремальных задач методов оптимизации и задач вариационного исчисления.

Дисциплина «Методы оптимизации» изучается в течение одного семестра. Рассматриваются методы оптимизации линейного программирования, гладкие задачи с равенствами и неравенствами, задачи классического вариационного исчисления, оптимального управления, задачи со старшими производными, численные методы решения задач вариационного исчисления и оптимального управления. Основное внимание уделяется постановке задачи, необходимым и достаточным условиям существования решения.

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

Дисциплина «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ» относится к *вариативной* части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана, изучается на 3 курсе в 5 семестре обучения бакалавров.

В качестве основы используются курсы линейной алгебры, математического анализа, функционального анализа и дифференциальных уравнений.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных компетенций ПК-1*

| № п.п. | Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции                             |  |  |
|--------|---|---|--|--|
|        |   | знает   | умеет  | владеет  |
| 1.     | ПК-3<br>Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | постановки классических задач оптимизации и методы их решений | математически корректно ставить естественнонаучные задачи, использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении классических задач оптимизации | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, методами математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач оптимизации |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице  
(для студентов ОФО).

| Вид учебной работы   |                                      | Всего часов | Семестры (часы) |          |          |
|--|--------------------------------------|-------------|-----------------|----------|----------|
|  |                                      |             | 5               |          |          |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                       |                                      |             |                 |          |          |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>   |                                      | <b>52</b>   | <b>52</b>       |          |          |
| Занятия лекционного типа   |                                      | 18          | 18              | -        | -        |
| Лабораторные занятия   |                                      | 34          | 34              | -        | -        |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)                   |                                      | -           | -               | -        | -        |
|  |                                      | -           | -               | -        | -        |
| <b>Иная контактная работа:</b>   |                                      |             |                 |          |          |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)  |                                      | 4           | 4               |          |          |
| Промежуточная аттестация (ИКР)   |                                      | 0,2         | 0,2             |          |          |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                  |                                      | <b>51,8</b> | <b>51,8</b>     |          |          |
| <i>Курсовая работа</i>   |                                      | -           | -               | -        | -        |
| <i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>                        |                                      | 51,8        | 51,8            | -        | -        |
| <i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i> |                                      | 32          | 32              | -        | -        |
| <i>Реферат</i>   |                                      | -           | -               | -        | -        |
|  |                                      |             |                 |          |          |
| Подготовка к текущему контролю   |                                      | 8           | 8               | -        | -        |
| <b>Контроль:</b>   |                                      |             |                 |          |          |
| <b>Общая трудоёмкость</b>  | <b>час.</b>                          | <b>108</b>  | <b>108</b>      | <b>-</b> | <b>-</b> |
|  | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>56,2</b> | <b>56,2</b>     |          |          |
|  | <b>зач. ед</b>                       | <b>3</b>    | <b>3</b>        |          |          |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма)

| №                                     | Наименование разделов   | Количество часов |                   |    |    |                      |
|---------------------------------------|---|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|                                       |   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|                                       |   |                  | Л                 | ПЗ | ЛЗ |                      |
| 1                                     | 2   | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1.                                    | Элементы дифференциального исчисления. Конечнo-мерные гладкие экстремальные задачи.             | 36               | 8                 |    | 14 | 14                   |
| 2.                                    | Основные элементы выпуклого анализа. Задачи линейного программирования, теоремы двойственности. | 51,8             | 10                |    | 20 | 21,8                 |
| <i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>   |   | 103,8            | 18                |    | 34 | 51,8                 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) |   | 4                |                   |    |    |                      |
| Промежуточная аттестация (ИКР)        |   | 0,2              |                   |    |    |                      |
| Подготовка к текущему контролю        |   |                  |                   |    |    |                      |
| Общая трудоёмкость по дисциплине      |   | 108              |                   |    |    |                      |
|                                       |   |                  |                   |    |    |                      |

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

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела  | Содержание раздела  | Форма текущего контроля |
|----|---|---|-------------------------|
| 1  | 2   | 3   | 4                       |
| 1. | Элементы дифференциального исчисления. Конечномерные гладкие экстремальные задачи.              | Определения производных. Производная Фреше. Дифференцирование интегрального оператора в пространстве $C^1[a, b]$ . Основные теоремы дифференциального исчисления в нормированных пространствах. Формализация некоторых классических задач. Необходимые и достаточные условия экстремума. Теорема Ферма. Принцип Лагранжа. Конечномерные гладкие экстремальные задачи без ограничений, с ограничениями в виде равенств, с ограничениями в виде неравенств.   | Устный опрос            |
| 2. | Основные элементы выпуклого анализа. Задачи линейного программирования, теоремы двойственности. | Основные понятия выпуклого анализа. Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП), ее геометрическая и экономическая интерпретации. Графический метод решения ЗЛП. Каноническая форма ЗЛП. Симплексный метод. Признак оптимальности ЗЛП. Метод искусственного базиса. Признаки оптимальности и отсутствия решения. Составление математических моделей двойственных ЗЛП. Первая и вторая теорема двойственности ЗЛП. Составление математических моделей транспортных ЗЛП. Необходимые и достаточные условия существования решения. Метод вычеркивания. Метод северо-западного угла. Решение транспортной задачи методом минимальной стоимости. Переход от одного опорного решения к другому. Метод потенциалов. | Устный опрос            |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ   | Форма текущего контроля |
|----|---|-------------------------|
| 1  | 3   | 4                       |
| 1. | Производная Фреше. Дифференцирование интегрального оператора в пространстве $C^1[a, b]$ . | ЛР                      |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 2. | Конечномерные гладкие экстремальные задачи без ограничений.  | ЛР |
| 3. | Конечномерные гладкие экстремальные задачи с ограничениями в виде равенств.  | ЛР |
| 4. | Конечномерные гладкие экстремальные с ограничениями в виде неравенств.   | ЛР |
| 5. | Задачи линейного программирования (ЗЛП). Графический метод. Каноническая форма ЗЛП. Признак оптимальности ЗЛП. Симплексный метод. Решение задач.   | ЛР |
| 6. | Составление математических моделей двойственных ЗЛП. Применение первой и второй теорем двойственности ЗЛП. Решение задач.  | ЛР |
| 7. | Транспортная ЗЛП. Необходимые и достаточные условия существования решения. Метод вычеркивания. Метод северо-западного угла. Решение транспортной задачи методом минимальной стоимости. Переход от одного опорного решения к другому. Метод потенциалов. Решение задач. | ЛР |

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

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

.....

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| №  | Вид СРС  | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы   |
|----|--|---|
| 1  | 2  | 3   |
| 1. | Работа с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г. |
| 2. | Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям  | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г. |
| 3. | Подготовка к экзамену  | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г. |

Подробное изложение лекционного материала и задания лабораторных работ по дисциплине студенты получают в очном общении с преподавателем. Различные учебные материалы и примеры можно найти в предложенных литературных источниках и ресурсах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, домашние работы. В ходе лекционных и практических занятий предполагается использование компьютерных технологий (информационные обучающие компьютерные программы по некоторым темам курса), математические пакеты прикладных программ. В течение занятия студенты решают задачи, указанные преподавателем к каждому лабораторному заданию, используя педагогическую поддержку, программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Интерактивность подачи учебного материала предполагает взаимодействия вида «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала, как на лекционных, так и на практических занятиях в ходе дискуссий.

Использование дискуссии предполагает умение высказать собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и применение компьютерных решений для проверки правильности полученного решения, рассмотрение задач с лишними и недостающими данными, творческие доклады. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, обсудить доклад, высказать своё мнение.

Применение на занятии компьютерную педагогическую поддержку учебных действий позволяет студентам при рассмотрении определенных тем курса более глубоко освоить некоторые понятия и методы решений, примеры. В этой связи определенные лекционные и практические занятия преподавателю целесообразно проводить с использованием математических компьютерных пакетов.

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

### **4. Оценочные и методические материалы**

#### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Вариационное исчисление и методы оптимизации».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса и самостоятельного решения задач и **промежуточной аттестации** в форме устного и письменного опроса и заданий.

Текущий контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков посредством проверки и приема текущих лабораторных работ.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины*   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства                     |                          |
|-------|---|---|--|--------------------------|
|       |   |   | Текущий контроль                                     | Промежуточная аттестация |
| 1     | Элементы дифференциального исчисления. Конечномерные гладкие экстремальные задачи.              | ПК-3  | Вопросы для устного (письменного) опроса по, разделу | Вопрос на экзамене 1-3   |
| 2     | Основные элементы выпуклого анализа. Задачи линейного программирования, теорема двойственности. | ПК-3  | Вопросы для устного (письменного) опроса 4-4         | Вопрос на экзамене 8-11  |
| 3     |   |   | Курсовой проект (работа)                             | Вопрос на экзамене 12-15 |
| 4     |   |   | Опрос  | Вопрос на экзамене 28-30 |
| 5     |   |   | Реферат, доклад, сообщение, эссе                     |                          |
| 6     |   |   | Лабораторная работа                                  |                          |



### **Вопросы для устного (письменного) опроса по 1 разделу**

1. Дайте определения производных. Приведите примеры.
2. Перечислите и сформулируйте основные теоремы дифференциального исчисления в нормированных пространствах. Приведите примеры.
3. Сформулируйте и формализуйте некоторые классические задачи. Назовите необходимые и достаточные условия экстремума. Сформулируйте теорему Ферма, принцип Лагранжа.
4. Приведите пример и решите конечномерной гладкой экстремальной задачи без ограничений, с ограничениями в виде равенств, с ограничениями в виде неравенств.

### **Вопросы для устного (письменного) опроса по 2 разделу**

1. Сформулируйте основные понятия выпуклого анализа. Приведите примеры.
2. Сформулируйте постановку задачи линейного программирования (ЗЛП), ее геометрическую и экономическую интерпретацию. Какая форма ЗЛП является канонической.
3. Опишите симплексный метод. Сформулируйте признак оптимальности ЗЛП.
4. Опишите метод искусственного базиса. Сформулируйте признаки оптимальности и отсутствия решения ЗЛП. Приведите примеры.
5. Составьте математическую модель двойственной ЗЛП. Сформулируйте первую и вторую теорему двойственности ЗЛП. Приведите примеры.
6. Сформулируйте постановку транспортной ЗЛП.
7. Сформулируйте необходимые и достаточные условия существования решения.
8. Опишите на примере метод вычеркивания.
9. Опишите на примере метод северо-западного угла.
10. Опишите на примере решение транспортной задачи методом минимальной стоимости. Переход от одного опорного решения к другому.

## **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Дайте определения производных. Приведите примеры.
2. Перечислите и сформулируйте основные теоремы дифференциального исчисления в нормированных пространствах. Приведите примеры.
3. Сформулируйте и формализуйте некоторые классические задачи. Назовите необходимые и достаточные условия экстремума. Сформулируйте теорему Ферма, принцип Лагранжа.
4. Приведите пример и решите конечномерной гладкой экстремальной задачи без ограничений, с ограничениями в виде равенств, с ограничениями в виде неравенств.
5. Основные понятия выпуклого анализа. Примеры.
6. Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП), ее геометрическая и экономическая интерпретации. Каноническая форма ЗЛП.
7. Симплексный метод. Признак оптимальности ЗЛП.
8. Метод искусственного базиса. Признаки оптимальности и отсутствия решения ЗЛП. Примеры.
9. Составление математических моделей двойственных ЗЛП. Первая и вторая теорема двойственности ЗЛП. Примеры.
10. Составление математических моделей транспортных ЗЛП. Необходимые и достаточные условия существования решения. Метод вычеркивания. Метод северо-западного угла. Примеры.
11. Решение транспортной задачи методом минимальной стоимости. Переход от одного опорного решения к другому. Метод потенциалов. Примеры.

### **Примерный перечень практических заданий на зачет**

1. Решите ЗЛП симплексным методом.
2. Решите ЗЛП методом искусственного базиса.
3. Решить ЗЛП, используя математическую модель двойственной задачи.
4. Решите транспортную задачу методом минимальной стоимости и методом потенциалов.

### **Критерии оценки по промежуточной аттестации зачета**

*Оценка «отлично», «зачтено»:*

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

*Оценка «хорошо», «зачтено»:*

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

*Оценка «удовлетворительно», «зачтено»:*

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;

- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

*Оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»:*

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2330>.

2. 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://bibli-online.ru/book/CAA9AF22-E3BB-454A-BE5C-BB243EAAE72A>.

3. Эльсгольц Л. Э. Вариационное исчисление: Учебник. Изд. 6-е. – М.: КомКнига, 2006. – 208 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Методы оптимизации: теория и алгоритмы [Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский, С. А. Богданович. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 357 с. - <https://bibli-online.ru/book/C7F691C8-DD20-4A49-954A-D8D171EEF4D2>.

2. Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] / Колбин В. В. - СПб. : Лань, 2014. - 384 с. - <https://e.lanbook.com/book/41015#authors>.

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» — не предусмотрены.

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

При организации изучения дисциплины студенту необходимо посещать лекционные и лабораторные занятия, выполнять учебные указания преподавателя. Ознакомиться со списком предлагаемой литературы и самостоятельно изучать свои конспекты лекционных занятий и учебный материал литературных источников, применять полученные знания на лабораторных занятиях и в самостоятельной работе.

Непосредственно на лабораторных занятиях студенты с преподавателем повторяют основной учебный материал лекционных занятий по конкретной теме. Получают от преподавателя лабораторное задание и выполняют их, используя помощь и контроль преподавателя. Часть лабораторных заданий приходится на самостоятельную работу: изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы, решение задач по заданному методу.

По разделу: «Элементы дифференциального исчисления. Конечномерные гладкие экстремальные задачи» студенту необходимо по материалам лекционных занятий и по литературным источникам сформулировать определения производных, производной Фреше. Дифференцировать интегральный оператор в пространстве  $C^1[a, b]$ . Выучить основные теоремы дифференциального исчисления в нормированных пространствах. Формализовать классические задачи. Выучить необходимые и достаточные условия экстремума, теорему Ферма, принцип Лагранжа. Сформулировать постановку конечномерных гладких экстремальных задач без ограничений, с ограничениями в виде равенств, с ограничениями в виде неравенств и решать их

По разделу: «Задачи классического вариационного исчисления. Основные леммы вариационного исчисления» используя конспекты лекционного курса и по литературным источникам сформулировать постановку задачи классического вариационного исчисления и решать: простейшую, Больца, изопериметрическую, задачу со старшими производными, применяя необходимые условия существования экстремума, уравнение Эйлера, Лагранжиан, уравнение Эйлера-Лагранжа, условия второго порядка Лежандра и Якоби.

По разделу: «Основные элементы выпуклого анализа. Задачи линейного программирования и проблемы экономики, теорема двойственности» Ознакомиться и выучить основные понятия выпуклого анализа, постановку задач линейного программирования (ЗЛП), ее геометрическую и экономическую интерпретации. Приводить ЗЛП к канонической форме и решать симплексным методом, применяя признак оптимальности, методом искусственного базиса, применяя признак оптимальности и отсутствия решения. Составлять математических моделей двойственных ЗЛП и решать их, применяя первую и вторую теорему двойственности ЗЛП. Составлять математические модели транспортных ЗЛП, и решать их, применяя необходимые и достаточные условия существования решения, метод вычеркивания, метод северо-западного угла. Решать транспортные задачи методом минимальной стоимости, используя переход от одного опорного решения к другому и метод потенциалов.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

– Программы для обработки табличной информации («Microsoft Office Excel 2010»).

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Office PowerPoint 2010»).

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ                               | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                               |
|----|---|--|
| 1. | Лекционные занятия                      | Учебная аудитория № 303Н для проведения занятий лекционного типа с проектором и интерактивной доской |
| 2. | Лабораторные занятия                    | Учебная аудитория № 302Н (№ 309Н, № 310Н, № 316Н, № 318Н, № 320Н) компьютерный класс.                |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации | Учебная аудитория № 301Н (№ 309Н, № 316Н, № 320Н) компьютерный класс                                 |
| 4. | Текущий контроль,                       | Учебная аудитория № 301Н (№ 309Н, № 316Н, № 320Н)  |

|    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
|    | промежуточная аттестация | компьютерный класс   |
| 5. | Самостоятельная работа   | Учебная аудитория № 301Н (№ 309Н, № 316Н, № 320Н) компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.<br>Аудитория для самостоятельной работы 304(Н). |