



1920

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

филиал Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

в г. Новороссийске

Кафедра информатики и математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по работе с филиалами

ФГБОУ ВО «Кубанский

государственный университет»

А.А.Евдокимов



01.04 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### Б1.В.ДВ.01.02 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое и информационное обеспечение  
экономической деятельности

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 9 от 10 января 2018 года.

Программу составил(и):

И.Г. Рзун , доцент канд.физ.-мат. наук



С.В. Дьяченко доцент канд.физ.-мат.



Рабочая программа дисциплины Геометрическое программирование  
обсуждена и утверждена на заседании кафедры Информатики и математики  
протокол № 11 от 20.06. 2019 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Рзун И.Г.



Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
филиала УГС 01.00.00 «Математика и механика»  
21.06.2019 г. протокол № 10

Председатель УМК



С.В. Дьяченко

Рецензенты:

Сулимов А.В. Директор ООО «Центр компьютерной техники»

Посаженников А.В. Директор ООО «Профессиональные информационные технологии»

## **Содержание рабочей программы дисциплины**

### **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

#### **1.1 Цель освоения дисциплины**

#### **1.2 Задачи дисциплины**

Основными задачами курса является:

#### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

#### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

### **2. Структура и содержание дисциплины**

#### **2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

#### **2.2 Структура дисциплины:**

#### **2.3 Содержание разделов дисциплины:**

##### **2.3.1 Занятия лекционного типа**

##### **2.3.2 Занятия практического типа**

##### **2.3.3 Лабораторные занятия**

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

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

Примерные вопросы для самостоятельной работы.

### **3. Образовательные технологии**

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

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

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

#### **5.1 Основная литература:**

#### **5.2 Дополнительная литература:**

#### **5.3. Периодические издания:**

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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

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

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

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

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

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

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «Геометрическое программирование» является развитие профессиональных компетентностей ознакомления студентами с основами геометрического программирования и решением практических задач, реализующих инновационный характер в высшем профессиональном образовании.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Получение базовых знаний о подходах оптимизации решений; приобретении навыков применения методов геометрического программирования (ГП).

Выработка:

способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

способность приобретать новые научные знания и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат;

способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.

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

Дисциплина «Геометрическое программирование» относится к дисциплинам по выбору учебного плана. Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами: «Методы оптимизации» и «Теория игр и исследование операций». Она направлена на формирование знаний и умений обучающихся решать задачи оптимизации  $x$ . В курсе основное внимание уделяется модельному аспекту теории: от постановок задач и анализа возможных принципов оптимальности, до численных методов их решения.

### **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 компетенций: УК-1, ПК-1, ПК-3

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)    | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны |                                    |                                              |
|--------|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|
|        |                    |                                          | знать                                                       | уметь                              | владеть                                      |
| 1.     | УК-1               | Способен осуществлять поиск, критический | основные категории философии и их особенности;              | применять основные методы и приемы | культурой мышления; принципами использования |

| №<br>п.п<br>. | Индекс<br>компет<br>енции | Содержание<br>компетенции<br>(или её части)                                           | В результате изучения учебной дисциплины<br>обучающиеся должны                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                           |                                                                                       | знать                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | владеть                                                                                                                                                                                                               |
|               |                           | анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | общую характеристику существующих социально-философских направлений; современные социально-политические проблемы и их связь с мировым историческим процессом; условия формирования личности, ее свободы, ответственности за сохранение жизни, природы, культуры; нравственные обязанности человека по отношению к другим и самому себе; современные социальные и этические проблемы; структуру, формы и методы научного познания, их эволюцию. | историко-философского анализа для решения социально-практических задач современности; анализировать результаты исторических, философских, социологических и психологических исследований и делать на их основе грамотные выводы; ориентироваться в современных идейно-теоретических и экономико-политических дискуссиях; анализировать мировоззренческое, социально и личностно значимые философские проблемы в контексте профессиональной деятельности. | философских знаний для анализа предметно-практической деятельности; основными методами и приемами исследования в области гуманитарных наук; технологиями приобретения, использования и обновления гуманитарных знаний |
|               | ПК-1                      | Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики      | современный уровень развития прикладной математики и информационных технологий; источники данных о современных научных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | проводить научные исследования с использованием новейших математических и информационных достижений, собирать, обрабатывать                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | информацией о перспективах развития современных математических теорий и информационных технологий, навыками участия в работе научных семинаров,                                                                       |

| №<br>п.п<br>. | Индекс<br>компет<br>енции | Содержание<br>компетенции<br>(или её части) | В результате изучения учебной дисциплины<br>обучающиеся должны |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                            |
|---------------|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                           |                                             | знать                                                          | уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | владеть                                                                                                    |
|               |                           |                                             | исследованиях.                                                 | данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным проблемам, использовать современные достижения в своей профессиональной деятельности, изучать новые научные результаты, научную литературу и научно-исследовательские проекты в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности, исследовать и разрабатывать математические модели, алгоритмы, методы, программное обеспечение, инструментальные средства по тематике проводимых научно-исследовательских проектов, составлять научные обзоры, рефераты и | научно-тематических конференций, симпозиумов; навыками подготовки научных и научно-технических публикаций. |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                     | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                                                           |
|--------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                           | знать                                                                                                                                                                                | уметь                                                                                                                                                                               | владеть                                                                   |
|        |                    |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                      | библиографии по тематике проводимых исследований.                                                                                                                                   |                                                                           |
|        | ПК-3               | Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов | разнообразие направлений развития своего профессионализма и мастерства; перспективы использования приобретенных компетенций в различных отраслях производства и научной деятельности | ориентироваться на рынке спроса трудовых услуг по приобретенной профессии; пользоваться различными источниками для получения новых знаний и умений в профессиональной деятельности. | навыками самообразования и повышения мастерства в профессиональной сфере. |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 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>                     | 38,2        | 38,2            |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>34</b>   | <b>34</b>       |
| Занятия лекционного типа                                   |             |                 |
| 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>                | 33,8        | 33,8            |
| Курсовая работа                                            |             |                 |
| Проработка учебного (теоретического) материала             | 20          | 20              |
| Выполнение индивидуальных заданий                          | 13,8        | 13,8            |
| Реферат                                                    |             |                 |
|                                                            |             |                 |
| Подготовка к текущему контролю                             |             |                 |
| <b>Контроль: зачет</b>                                     |             |                 |
| Подготовка к зачету                                        |             |                 |

|                    |                               |      |      |
|--------------------|-------------------------------|------|------|
| Общая трудоемкость | 144                           | 72   | 72   |
|                    | в том числе контактная работа | 38,2 | 38,2 |
|                    | зач. ед                       | 2    | 2    |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

|   | Наименование разделов                                      | Количество часов |                   |    |     |      |           |                          |
|---|------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|-----|------|-----------|--------------------------|
|   |                                                            | Всего            | Контактная работа |    |     |      | Конт роль | Самос тоятел ьная работа |
|   |                                                            |                  | Л                 | ЛР | КСР | ИК Р |           |                          |
| 1 | 2                                                          | 3                | 4                 | 5  | 6   | 7    | 8         | 9                        |
| 1 | Задача геометрического программирования                    | 8                |                   | 4  |     |      |           | 4                        |
| 2 | Оптимизационные задачи с позиномами                        | 12               |                   | 6  |     |      |           | 6                        |
| 3 | Неравенство для взвешенных средних и минимизация позиномов | 12               |                   | 6  |     |      |           | 6                        |
| 4 | Регулярные позиномы                                        | 12               |                   | 6  |     |      |           | 6                        |
| 5 | Минимизация регулярных позиномов                           | 14               |                   | 6  | 2   |      |           | 6                        |
| 6 | Минимизация произвольных позиномов (общий метод)           | 13,8             |                   | 6  | 2   |      |           | 5,8                      |
|   | <b>Итого по дисциплине:</b>                                | 71,8             |                   | 34 | 4   |      |           | 33,8                     |
|   | Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,2              |                   |    |     | 0,2  |           |                          |
|   | <i>Контроль</i>                                            |                  |                   |    |     |      |           |                          |
|   | <i>Всего:</i>                                              | 72               |                   | 34 | 4   | 0,2  |           | 33,8                     |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1.** Задача геометрического программирования. УК-1, ПК-1, ПК-3

**Раздел 2.** Оптимизационные задачи с позиномами. УК-1, ПК-1, ПК-3

**Раздел 3.** Неравенство для взвешенных средних и минимизация позиномов. УК-1, ПК-1, ПК-3

**Раздел 4.** Регулярные позиномы. УК-1, ПК-1, ПК-3

**Раздел 5.** Минимизация регулярных позиномов. ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-7

**Раздел 6.** Минимизация произвольных позиномов (общий метод). УК-1, ПК-1, ПК-3

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела                                       | Содержание раздела                                         | Форма текущего контроля    |
|---|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | 2                                                          | 3                                                          | 4                          |
| 1 | Задача геометрического программирования                    | Задача геометрического программирования                    | Вопросы для устного опроса |
| 2 | Оптимизационные задачи с позиномами                        | Оптимизационные задачи с позиномами                        | Вопросы для устного опроса |
| 3 | Неравенство для взвешенных средних и минимизация позиномов | Неравенство для взвешенных средних и минимизация позиномов | Вопросы для устного опроса |
| 4 | Регулярные позиномы                                        | Регулярные позиномы                                        | Вопросы для устного опроса |
| 5 | Минимизация регулярных позиномов                           | Минимизация регулярных позиномов                           | Вопросы для устного опроса |
| 6 | Минимизация произвольных позиномов (общий метод)           | Минимизация произвольных позиномов (общий метод)           | Вопросы для устного опроса |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия - не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № | Наименование раздела                                       | Содержание раздела                                         | Форма текущего контроля |
|---|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2                                                          | 3                                                          | 4                       |
| 1 | Задача геометрического программирования                    | Задача геометрического программирования                    | Решение задач           |
| 2 | Оптимизационные задачи с позиномами                        | Оптимизационные задачи с позиномами                        | Решение задач           |
| 3 | Неравенство для взвешенных средних и минимизация позиномов | Неравенство для взвешенных средних и минимизация позиномов | Решение задач           |
| 4 | Регулярные позиномы                                        | Регулярные позиномы                                        | Решение задач           |
| 5 | Минимизация                                                | Минимизация регулярных                                     | Решение                 |

|   |                                                  |                                                  |               |
|---|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|
|   | регулярных позиномов                             | позиномов                                        | задач         |
| 6 | Минимизация произвольных позиномов (общий метод) | Минимизация произвольных позиномов (общий метод) | Решение задач |

### 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)

| №  | Наименование раздела                           | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1. | Проработка учебного (теоретического) материала | Гапанович, В.С. Методы решения оптимизационных задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Гапанович, И.В. Гапанович. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2014. — 272 с.                  |
| 2. | Выполнение индивидуальных заданий              | Балдин, К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс] : Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 220 с. |

## 3. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин.

Сочетание видов ОД с различными методами ее активизации.

| Семестр | Вид занятия | Используемые интерактивные образовательные технологии    | Количество часов |
|---------|-------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| 5       |             |                                                          |                  |
|         | ЛК          | Использование средств мультимедиа (компьютерные классы). | 2                |
|         | ЛР          | Обучение на основе опыта.                                | 4                |
| Итого   |             |                                                          | 6                |

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров программа по дисциплине «Геометрическое программирование» предусматривает использование в учебном процессе следующих

образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; разбор конкретных ситуаций.

Компьютерные технологии позволяют проводить сравнительный анализ научных исследований по данной проблеме, являясь средством разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и бакалаврами во время лекций и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе работы с геометрическим программированием часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций. Особенно этот подход широко используется при определении адекватности математической модели, результатам компьютерных экспериментов.

Цель *лекции* – обзор понятий методов математического анализа II.

Цель *лабораторного занятия* – научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

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

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

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. примерные варианты контрольных работ, индивидуальных заданий, задач и вопросов) и итоговой аттестации (экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: устного опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий, ответов на экзамене.

Аттестация по учебной дисциплине проводится в виде экзамена. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Студент готовит ответы на билет в письменной форме в течение установленного времени. Далее экзамен протекает в форме собеседования.

## **Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы**

1. Капитальные и эксплуатационные затраты
2. Пример оптимизации
3. Целевые функции, естественные переменные, вектор решения, вектор показателей и двойственный вектор, условия ортогональности и нормализации
4. Основное тождество
5. Коэффициент эффективности капитальных вложений
6. Обобщение на случай многих переменных
7. Матрица показателей, позитив, степень трудности
8. Частный пример
9. Пространство показателей
10. Метод Бранда
11. Обобщение на случай наличия ограничений
12. Ограничивающие функции
13. Ограничения типа неравенств, функция Лагранжа, множитель Лагранжа, пример
14. Жесткие и слабые ограничения, коэффициенты чувствительности
15. Задача
16. Общая задача с ограничениями, вектор Лагранжа, двойственная функция
17. Ограничивающие функции
18. Ограничения типа неравенств, функция Лагранжа, множитель Лагранжа, пример 25
19. Вспомогательные переменные и вспомогательные ограничения
20. Выпуклость
21. Обобщение на случай членов произвольного вида
22. Члены произвольного вида
23. Одномерные задачи
24. Стратегия задержки выбора
25. Пример использования стратегии задержки выбора
26. Исключение избыточных членов ПО
27. Обобщение на случай более высоких степеней трудности
28. Двойственное пространство, векторы нормализации, векторы невязки, базисные переменные
29. Бидвойственная функция
30. Уравнения равновесия
31. Двойственная функция, принцип минимакса
32. Еще раз о коэффициентах чувствительности
33. Программы для вычислительных машин
34. Рациональный подход к проектированию
35. Функция политики
36. Предварительный инженерный анализ
37. Связь геометрического программирования с другими инженерными методами

- 38.Связь с линейным программированием
- 39.Двойственное пространство в теории цепей
- 40.Геометрическое программирование как преобразование Лежандра
- 41.Арки в гражданском строительстве
- 42.Основная арка
- 43.Простые арочные системы: мосты
- 44.Двойные арочные системы: здания
- 45.Электромагнитные устройства в электротехнике
- 46.Основные соотношения
- 47.Прямоугольность сердечника и обмотки
- 48.Различные топологические системы
- 49.Потери энергии
- 50.Опреснение морской воды. Химическая технология
- 51.Основные соотношения
- 52.Круговой испаритель
- 53.Затраты на перекачку

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

Для контроля знаний периодически проводятся аудиторные самостоятельные работы.

#### Задача о перевозке песка.

Требуется перевезти  $A$  кубометров песка с одного берега реки на другой. Средством перевозки служит паром, стоимость одного рейса которого (туда и обратно) равна  $a$  руб. Для перевозки песка должен быть изготовлен открытый прямоугольный ящик. Один квадратный метр материала, идущего на изготовление дна ящика, стоит  $b$  руб. Боковые стенки ящика изготавливаются из материала по  $c$  рублей. за квадратный метр. Задача состоит в минимизации суммарных издержек на перевозку песка, считая, что они складываются из стоимости рейсов парома и стоимости материала, идущего на изготовление ящика. Пусть  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  - соответственно длина, ширина и высота ящика в метрах. Тогда стоимость рейсов парома составляет  $Aa/x_1x_2x_3$  руб., а стоимость материалов, потраченных на изготовление ящика, согласно условиям задачи будет равна  $bx_1x_2 + 2cx_1x_3 + 2cx_2x_3$  руб.

Таким образом, полные издержки на перевозку песка составят:

$$g(x_1, x_2, x_3) = \frac{Aa}{x_1x_2x_3} + bx_1x_2 + 2cx_1x_3 + 2cx_2x_3$$

Пусть, например,  $a=b=c=5$  руб.,  $A=243$  куб.м.

Экономически более выгодный ящик должен быть выполнен в форме (открытого) куба со стороной 1 м.

Расходы на транспортировку:  $Aa=4c$  руб.

Расходы на ящик:  $6c$  руб.

Тогда, (по свойству регулярного полинома), минимальные затраты равны сумме всех коэффициентов.

### Задача о транспортировке руды

Компания заключила контракт на перевозку некоторого количества  $Q$  руды, включающий морские перевозки из порта А в порт В. Для морских перевозок компания решает арендовать судно (рудовоз). Затраты на морские перевозки складываются из следующих компонент: расходов  $R1$  на аренду судна, оплату  $R2$  труда экипажа и закупку  $R3$  топлива. Стоимость месячной аренды судна определяется по эмпирической формуле

$d=k1T^{1,2}$ , где  $T$  - тоннаж судна, а  $k1$  - некоторый коэффициент пропорциональности.

Пусть  $L$  - длина рейса в обе стороны,  $v$  - скорость судна.

Тогда время аренды судна равно  $\tau=QL/Tv$ .

Следовательно, расходы на аренду судна выразятся формулой

$$R1=c1T^{0,2}/v, \quad c1=k1QL=const.$$

Оплата труда экипажа пропорциональна времени  $\tau$ , на которое арендуется судно:

$$R2=k2\tau, \text{ т.е. ввиду формулы для } \tau, \text{ равна } R2=c2/Tv \quad (c2=k2QL=const).$$

Наконец, затраты  $R3$  на топливо пропорциональны общему пройденному пути, т.е.  $QL/T$ .

Кроме того, они пропорциональны гидродинамическому сопротивлению судна, которое, в свою очередь, можно считать пропорциональным величине  $T^{2/3} v^2$ .

$$\text{Таким образом, } R3=c3T^{-1/3} * v^2 \quad (c3=const).$$

В итоге получаем, что при данных  $T$  и  $v$  общие затраты на морские перевозки руды равны  $q(T,v)=c1T^{0,2}/v + c2/Tv + c3T^{-1/3} * v^2$

Задача состоит в том, чтобы выбрать такие тоннаж  $T$  и скорость судна, которые обеспечивают минимум затрат.

1. На какой высоте должна быть приложена нагрузка, чтобы вес вертикально несущей конструкции был минимальным?

2. Проектируется эстакада через широкое и мелкое озера. Стоимость каждой опоры с увеличением приходящихся на нее вертикальных и горизонтальных нагрузок растет слабо. Стоимость опоры  $\sim FvzFh^4$ . Учитывая это, было решено для восприятия всех горизонтальных сил в арках использовать опоры. Чему равно отношение стоимости опор к стоимости фермы моста для оптимальной конструкции, обеспечивающей минимум затрат? Указание:

число арок и опор равно  $D/L$ , где  $D$  — ширина озера,  $L$  — пролет арки. Общая стоимость системы может быть записана в виде  $\text{Стоимость} = C_1 F h + C_2 F h L^2 + C^* F L A L^2$

3. Фирма «Хилтон-Шангрила» планирует строительство современного мотеля на арочном основании. Требуется спроектировать арку, для которой произведение пролета на высоту максимально; стоимость арки и опор не должна превышать 100000 долл. Каждая арка должна иметь ширину 6,1 м. Номер мотеля должен весить 4,54 т. Мотель должен иметь 500 номеров. Используя формулу (8.2.4), сформулируем задачу в виде: минимизировать  $(Lh)^{-1}$  при условиях

$$C \frac{\rho W_M}{S_0} \left( a_h \frac{L^2}{8h} + a_v \frac{2}{3} h \right) \leq 100\,000 \text{ долл.}$$

Здесь  $C$  — стоимость арки, долл./кг;  $W_M$  — общий вес мотеля, равный 2270 т; вектор  $(a_h; a_v)$  равен  $(1; 3/2)$ .

Ответ:

$$\begin{aligned} \max Lh &= \frac{3}{4} \left( \frac{3}{2} \right)^{1/2} \left( \frac{100\,000 S_0}{C \rho W_M} \text{ долл.} \right)^2, \\ \frac{L}{h} &= 8^{1/2}. \end{aligned}$$

Для характерных значений постоянных  $50 = 21$  кгс/мм<sup>2</sup>,  $C = 1,1$  долл./кг,  $\rho = 9,8$  г/см<sup>3</sup> получаем  $A = 61$  м,  $l = 171$  м.

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Капитальные и эксплуатационные затраты
2. Пример оптимизации
3. Целевые функции, естественные переменные, вектор решения, вектор показателей и двойственный вектор, условия ортогональности и нормализации
4. Основное тождество
5. Коэффициент эффективности капитальных вложений
6. Обобщение на случай многих переменных
7. Матрица показателей, позинорм, степень трудности
8. Частный пример
9. Пространство показателей
10. Метод Бранда
11. Обобщение на случай наличия ограничений
12. Ограничивающие функции

- 13.Ограничения типа неравенств, функция Лагранжа, множитель Лагранжа, пример
- 14.Жесткие и слабые ограничения, коэффициенты чувствительности
- 15.Задача
- 16.Общая задача с ограничениями, вектор Лагранжа, двойственная функция
- 17.Ограничивающие функции
- 18.Ограничения типа неравенств, функция Лагранжа, множитель Лагранжа, пример 25
- 19.Вспомогательные переменные и вспомогательные ограничения
- 20.Выпуклость
- 21.Обобщение на случай членов произвольного вида
- 22.Члены произвольного вида
- 23.Одномерные задачи
- 24.Стратегия задержки выбора
- 25.Пример использования стратегии задержки выбора
- 26.Исключение избыточных членов ПО
- 27.Обобщение на случай более высоких степеней трудности
- 28.Двойственное пространство, векторы нормализации, векторы невязки, базисные переменные
- 29.Бидвойственная функция
- 30.Уравнения равновесия
- 31.Двойственная функция, принцип минимакса
- 32.Еще раз о коэффициентах чувствительности
- 33.Программы для вычислительных машин
- 34.Рациональный подход к проектированию
- 35.Функция политики
- 36.Предварительный инженерный анализ
- 37.Связь геометрического программирования с другими инженерными методами
- 38.Связь с линейным программированием
- 39.Двойственное пространство в теории цепей
- 40.Геометрическое программирование как преобразование Лежандра
- 41.Арки в гражданском строительстве
- 42.Основная арка
- 43.Простые арочные системы: мосты
- 44.Двойные арочные системы: здания
- 45.Электромагнитные устройства в электротехнике
- 46.Основные соотношения
- 47.Прямоугольность сердечника и обмотки
- 48.Различные топологические системы
- 49.Потери энергии
- 50.Опреснение морской воды. Химическая технология
- 51.Основные соотношения
- 52.Круговой испаритель
- 53.Затраты на перекачку

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

### **5.1 Основная литература:**

1. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. [Электронный ресурс] URL:<https://www.biblio-online.ru/viewer/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5#page/1>, 05.10.2017.
2. Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации : учебное пособие для академического бакалавриата / Е. А. Кочегурова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. [Электронный ресурс] URL:<https://www.biblio-online.ru/viewer/0F701845-34C1-4EE9-98BF-475071A06072#page/1>, 05.10.2017.
3. Методы оптимизации: теория и алгоритмы : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский, С. А. Богданович. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 357 с. - <https://biblio-online.ru/viewer/24F5F974-3B00-4AE6-A508-D85E850ADD14#page/1>
4. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс]: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с. : табл., схем., граф. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452649>
5. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 8-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 432 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450779>

### **Дополнительная литература:**

1. Васильев, Н.С. Двойственность в линейном программировании и теория матричных игр [Электронный ресурс] : / Н.С. Васильев, В.В. Станцо. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 48 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52398](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52398)
2. Лунгу, К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 131 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2253](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2253)
3. Гласс, Роберт. Программирование и конфликты 2.0 : теория и практика программной инженерии / Гласс, Роберт ; Р. Гласс ; [пер. с англ. В. Овчинникова]. - СПб. ; М. : Символ-Плюс, 2010. - 239 с.

4. Минько, А.Э. Методы прогнозирования и исследования операций. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Э. Минько, Э.В. Минько. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2010. — 480 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=28357](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=28357)

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник МГУ сер.1 Математика. Механика.

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

| №  | Наименование электронного ресурса                                    | Ссылка на электронный адрес                                           |
|----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. | Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ                         | <a href="https://www.kubsu.ru/">https://www.kubsu.ru/</a>             |
| 2. | Электронная библиотечная система «BOOK.ru» ООО «КноРус медиа»        | <a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a>                 |
| 3. | Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" | <a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a>              |
| 4. | Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ООО «ЗНАНИУМ»         | <a href="http://www.znanium.com">www.znanium.com</a>                  |
| 5. | Электронная библиотечная система издательства "Лань"                 | <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>             |
| 6. | Электронная библиотечная система "Юрайт"                             | <a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a> |

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. URL: <http://school-collection.edu.ru/>

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>

3. Российское образование. Федеральный портал. URL: <http://www.edu.ru/>  
Сайт Министерства образования и науки Российской Федерации <http://минобрнауки.рф/>

4. Университетская библиотека ONLINE URL: <http://www.biblioclub.ru/>

5. Федеральный портал «Российское образование» URL: <http://www.edu.ru/>

6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru/>

7. Электронная библиотека “Социология, психология, управление” URL: <http://soc.lib.ru>

8. Электронная библиотечная система издательства "Лань". URL: <http://e.lanbook.com/>

9. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ. URL: <http://www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2012.php>

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

При изучении курса «Геометрическое программирование» необходимо активизировать остаточные знания студентов по таким математическим дисциплинам, как линейная алгебра.

При чтении лекционного курса представляется целесообразным обратить внимание на физические приложения излагаемых математических фактов.

Чтобы изложение было понятным, следует акцентировать внимание не столько на формальных моментах доказательств, сколько на движущих ими идеях.

Необходимо отметить практическую значимость соответствующих проблем, обратить внимание на требования, предъявляемые к современному специалисту – прикладному математику, пояснить необходимость использования полученных знаний при изучении последующих специальных курсов.

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

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

Операционная система - Microsoft Windows, Архиватор WinRAR, Браузер Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox. Пакет программ Microsoft Office. Графические пакеты - Adobe Design Standard CS3, CorelDRAW Graphics Suite X3. Математический пакет программ - CodeGear RAD Studio.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

Информационных справочных систем по этому предмету не предусмотрено.

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

| <b>№</b> | <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>              | <b>Номера аудиторий / кабинетов</b>                                                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа                                     | 501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514                                                                                                                                                                            |
| 2.       | учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа                                    | 501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514                                                                                                                                                                            |
| 3.       | Компьютерные классы с выходом в Интернет                                                      | 503,509,510                                                                                                                                                                                                              |
| 4.       | учебные аудитории для выполнения научно – исследовательской работы (курсового проектирования) | Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ) - № 503<br>Оборудование: мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, учебно-наглядные пособия |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | (тематические иллюстрации), принтер, презентации на электронном носителе, сплит-система                                                                                                                                                                                               |
| 5. | учебные аудитории для самостоятельной работы, с рабочими местами, оснащенными компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением неограниченного доступа в электронную информационно-образовательную среду организации для каждого обучающегося, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин | Кабинет для самостоятельной работы - № 504<br>Оборудование: персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет                                                                                                                                                  |
| 6. | Исследовательские лаборатории (центров), оснащенные лабораторным оборудованием                                                                                                                                                                                                                                   | Компьютерный класс № 510 : мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, наглядные пособия. Сетевое оборудование CISCO (маршрутизаторы, коммутаторы, 19-ти дюймовый сетевой шкаф) сплит-система, стенд «Архитектура ПЭВМ» |
| 7. | Кабинет групповых и индивидуальных консультаций                                                                                                                                                                                                                                                                  | №508<br>Оборудование: персональный компьютер, учебная мебель, доска учебная, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), сканер, доска магнитно-маркерная, стеллажи с учебной и периодической литературой                                                                    |
| 8. | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                                                                                                                                                                    | Помещение № 511, Помещение № 516, Помещение № 517, Помещение № 518                                                                                                                                                                                                                    |
| 9. | Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации                                                                                                                                                                                                                                                      | 501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514                                                                                                                                                                                                                                         |

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов обучение проводится организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

При проведении обучения инвалидов обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

-проведение обучения для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если

это не создает трудностей для обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей;

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях;

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении занятий:

*а) для слепых:*

- на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

*б) для слабовидящих:*

- задания и иные материалы оформляются увеличенным шрифтом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

*в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:*

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):*

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

Обучающийся инвалид при поступлении подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении обучения с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности). К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).