

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Методы оптимизации и исследование операций Б1.О.26

Направление подготовки: 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Системный анализ и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Коннов И.В.

**Рецензент(ы):** Андрианова А.А.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) главный научный сотрудник, д.н. (профессор) Коннов И.В. (НИЦ Фундаментальная и прикладная информатика, Институт вычислительной математики и информационных технологий), Igor.Konnov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- знать основные свойства методов решения задач нелинейной оптимизации.

Должен уметь:

- решать задачи линейного программирования произвольного вида с помощью симплекс-метода;
- решать транспортные задачи с помощью метода потенциалов.

Должен владеть:

- навыками использования различных критериев проверки свойств выпуклости функций;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- проверять выполнение условий оптимальности для нелинейной задачи оптимизации;
- выбирать метод решения задач нелинейной оптимизации.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.26 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии (Системный анализ и информационные технологии)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

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

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.	6	2	0	2	4
2.	Тема 2. Линейное программирование.	6	6	0	8	8
3.	Тема 3. Транспортная задача.	6	4	0	6	8
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа.	6	4	0	4	8
5.	Тема 5. Методы минимизации функций без ограничений.	6	4	0	4	6
6.	Тема 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.	6	5	0	4	6
7.	Тема 7. Методы минимизации функций на простых множествах.	6	4	0	4	6
8.	Тема 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.	6	7	0	4	8
	Итого		36	0	36	54

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.

Введение. Примеры задач оптимизации. Задачи оптимизации как модели принятия решений.

Основные математические модели оптимизации, применение принципов оптимальности, решение задач и простейшие примеры приложений. Понятие оптимальности для систем. Формализация схемы принятия решений. Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.

### Тема 2. Линейное программирование.

Линейное программирование. Графическое представление задачи линейного программирования и ее свойства. Элементы теории двойственности. Симплекс-метод для задач линейного программирования. Методы поиска начального допустимого базиса. Метод симплексных таблиц.

Графическое представление задачи линейного программирования, основные свойства решения, идея конечного метода решения.

### Тема 3. Транспортная задача.

Транспортная задача. Транспортная задача в матричной постановке и ее свойства. Метод потенциалов.

Постановка транспортной задачи, основные элементы, основные свойства. Постановка транспортной задачи при нарушении баланса, способы приведения к обычному виду. Метод потенциалов, способы поиска начального плана, укажите основные свойства.

### Тема 4. Элементы выпуклого анализа.

Элементы выпуклого анализа. Выпуклые и замкнутые множества. Проекция и их свойства. Выпуклые функции. Дифференциальные условия выпуклости.

Выпуклые и замкнутые множества, примеры. Замкнутые множества, примеры. Определение проекции и свойства. Выпуклые функции, примеры.

Выпуклые функции, критерии проверки.

### Тема 5. Методы минимизации функций без ограничений.

Методы минимизации функций без ограничений. Условие оптимальности в задаче минимизации выпуклой функции. Градиентный метод и его свойства. Метод Ньютона и его свойства. Методы минимизации функций без вычисления производных.

Градиентный метод, метод Ньютона, сходимость и скорость сходимости, выбор длины шага.

### Тема 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.

Элементы теории нелинейной оптимизации. Существование и единственность решений в задаче нелинейной оптимизации. Строгая и сильная выпуклость функций. Дифференциальные и общие критерии различных классов выпуклости. Условия оптимальности в задаче нелинейной оптимизации. Приложение условий оптимальности к теории двойственности.

### Тема 7. Методы минимизации функций на простых множествах.

Методы минимизации функций на простых множествах. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Способы реализации.

Метод проекции градиента, сходимости и скорость сходимости, выбор длины шага, примеры реализации.

Метод условного градиента, сходимости и скорость сходимости, выбор длины шага, примеры реализации.

## Тема 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.

Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях. Методы двойственности. Метод симплексного поиска. Методы штрафных функций.

Методы двойственности, примеры реализации. Методы внешних штрафных функций, свойства сходимости, примеры реализации. Методы барьерных функций, свойства сходимости, примеры реализации.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ОПК-3, ОПК-1	2. Линейное программирование.
2	Контрольная работа	ОПК-1, ОПК-3	3. Транспортная задача.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Контрольная работа	ОПК-1, ОПК-3	4. Элементы выпуклого анализа. 5. Методы минимизации функций без ограничений. 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-1, УК-1	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
					3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

## 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### Семестр 6

#### Текущий контроль

##### 1. Контрольная работа



## Тема 2

Задание контрольной работы заключается в решении задачи линейного программирования симплексным методом. Конкретные задачи контрольной работы приведены в Приложении ([https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F\\_1378232296/Kontrolnye\\_po\\_MO\\_i\\_IO.pdf](https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F_1378232296/Kontrolnye_po_MO_i_IO.pdf)).

### 2. Контрольная работа

## Тема 3

Задание контрольной работы заключается в решении транспортной задачи методом потенциалов. Конкретные задачи контрольной работы приведены в Приложении ([https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F\\_1378232296/Kontrolnye\\_po\\_MO\\_i\\_IO.pdf](https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F_1378232296/Kontrolnye_po_MO_i_IO.pdf)).

### 3. Контрольная работа

## Темы 4, 5, 6

Задание контрольной работы заключается в исследовании функции на выпуклость. Конкретные задачи контрольной работы приведены в Приложении ([https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F\\_1378232296/Kontrolnye\\_po\\_MO\\_i\\_IO.pdf](https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F_1378232296/Kontrolnye_po_MO_i_IO.pdf)).

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

#### ОБЩИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА

1. Примеры задач оптимизации. Задачи оптимизации как модели принятия решений.
2. Графическое представление задачи линейного программирования и ее свойства.
3. Элементы теории двойственности.
4. Симплекс-метод для задач линейного программирования.
5. Методы поиска начального допустимого базиса.
6. Метод симплексных таблиц.
7. Транспортная задача в матричной постановке и ее свойства.
8. Метод потенциалов.
9. Выпуклые и замкнутые множества. Проекция и их свойства.
10. Выпуклые функции. Дифференциальные условия выпуклости. Условие оптимальности в задаче минимизации выпуклой функции.
11. Градиентный метод и его свойства.
12. Метод Ньютона и его свойства.
13. Методы минимизации функций без вычисления производных.
14. Существование и единственность решений в задаче нелинейной оптимизации. Строгая и сильная выпуклость функций.
15. Дифференциальные и общие критерии различных классов выпуклости.
16. Условия оптимальности в задаче нелинейной оптимизации.
17. Приложение условий оптимальности к теории двойственности.
18. Метод проекции градиента.
19. Метод условного градиента.
20. Методы двойственности. Метод симплексного поиска.
21. Методы штрафных функций.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА

Темы:

1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.
  - 1.1 Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы.
  - 1.2 Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы.
  - 1.3 Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.
2. Линейное программирование.
  - 2.1 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные элементы.

- 2.2 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные свойства функций.
- 2.3 Графическое представление задачи линейного программирования, постройте на примере, где  $n=2$ .
- 2.4 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите основные свойства решения.
- 2.5 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите идею конечного метода решения.
- 2.6 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где  $n=2$ , случай единственности.
- 2.7 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где  $n=2$ , случай множества решений.
- 2.8 Построить графическое представление двойственной задачи линейного программирования для примера, где  $m=2$ .
- 2.9 Общая постановка пары двойственных задач линейного программирования.
- 2.10 Эквивалентные преобразования задач линейного программирования
- 2.11 Свойства двойственных задач линейного программирования, лемма двойственности.
- 2.12 Свойства двойственных задач линейного программирования, обоснование следствий леммы двойственности.

- 2.13 Теоремы двойственности для задач линейного программирования.
- 2.14 Поиск решения пары двойственных задач линейного программирования на основе графического представления и теорем двойственности.
- 2.15 Симплекс-метод, опишите базис и опорные точки.
- 2.16 Симплекс-метод, опишите итерацию.
- 2.17 Симплекс-метод, укажите основные свойства.
- 2.18 Симплекс-метод, укажите способы реализации.
- 2.19 Симплекс-метод, укажите способы поиска начального базиса.

### 3. Транспортная задача.

- 3.1 Постановка транспортной задачи, укажите основные элементы.
- 3.2 Постановка транспортной задачи при нарушении баланса, укажите способы приведения к обычному виду.
- 3.3 Постановка транспортной задачи, укажите основные свойства.
- 3.4 Метод потенциалов, укажите способы поиска начального плана.
- 3.5 Метод потенциалов, опишите итерацию.
- 3.6 Метод потенциалов, укажите основные свойства.

### 4. Элементы выпуклого анализа.

- 4.1 Выпуклые и замкнутые множества, примеры.
- 4.2 Замкнутые множества, примеры.
- 4.3 Определение проекции, укажите свойства.
- 4.4 Выпуклые функции, примеры.
- 4.5 Выпуклые функции, укажите дифференциальные критерии проверки.

### 5. Методы минимизации функций без ограничений.

- 5.1 Выпуклые функции, необходимое и достаточное условие минимума.
- 5.2 Градиентный метод, опишите итерацию.
- 5.3 Градиентный метод, сходимость и скорость сходимости.
- 5.4 Градиентный метод, выбор длины шага.
- 5.5 Метод Ньютона, опишите итерацию.
- 5.6 Метод Ньютона, сходимость и скорость сходимости.
- 5.7 Градиентный метод и метод Ньютона, сравнение.
- 5.8 Методы координатного поиска, опишите итерацию.
- 5.9 Метод симплексного поиска, опишите итерацию.

### 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.



- 6.1 Задача нелинейной оптимизации, укажите условия существования решений.
- 6.2 Задача нелинейной оптимизации, укажите условия единственности решения.
- 6.3 Строго выпуклые функции, примеры.
- 6.4 Строго выпуклые функции, укажите дифференциальные критерии проверки.
- 6.5 Сильно выпуклые функции, примеры.
- 6.6 Сильно выпуклые функции, укажите дифференциальные критерии проверки.
- 6.7 Выпуклые функции, укажите критерии проверки выпуклости композиции.
- 6.8 Задача нелинейной оптимизации, укажите общие необходимые и достаточные условия оптимальности.
- 6.9 Задача нелинейной оптимизации, укажите необходимые и достаточные условия оптимальности для разных типов ограничений.
- 6.10 Задача нелинейной оптимизации, укажите необходимые и достаточные условия оптимальности в виде седловой точки.
- 6.11 Задача выпуклой оптимизации, укажите способ определения двойственных задач.
- 6.12 Задача выпуклой оптимизации, укажите связь двойственных задач и задачи о седловой точке.

## 7. Методы минимизации функций на простых множествах.

- 7.1 Метод проекции градиента, опишите итерацию.
- 7.2 Метод проекции градиента, сходимость и скорость сходимости.
- 7.3 Метод проекции градиента, выбор длины шага.
- 7.4 Метод проекции градиента, укажите примеры реализации.
- 7.5 Метод условного градиента, опишите итерацию.
- 7.4 Метод условного градиента, укажите примеры реализации.

## 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.

- 8.1 Методы двойственности, опишите итерации.
- 8.2 Метод симплексного поиска, опишите итерацию.
- 8.3 Методы штрафных функций, опишите итерацию.
- 8.4 Методы штрафных функций, укажите свойства сходимости.

## 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
		2	20
		3	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

### 7.1 Основная литература:

1. 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-', 2018. - 218 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=415097>
2. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=350985>
3. Методы оптимальных решений: Учебник / Мастяева И.Н., Горемыкина Г.И., Семенихина О.Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 384 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=521453>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Шапкин А. С. Математические методы и модели исследования операций / Шапкин А.С., Шапкин В.А. - М.: Дашков и К, 2016. - 400 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=557767>
2. Золотарев, А.А. Методы оптимизации распределительных процессов [Электронный ресурс]/ А.А. Золотарев. - М.: Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=520282>
3. Линейное программирование. Транспортная задача: Учебное пособие / Литвин Д.Б., Мелешко С.В., Мамаев И.И. - Ставрополь: Сервисшкола, 2017. - 84 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=976430>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Портал web-сервисов для математиков - <http://mathelp.spb.ru>  
 Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>  
 Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>  
 Сайт с материалами по естественно-научным дисциплинам - <http://en.edu.ru/>  
 Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам - <http://www.exponenta.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература. Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов данной дисциплины на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Лабораторные занятия проходят в интерактивной форме обсуждения решения различных задач или в активной форме самостоятельного решения задач студентами. С целью закрепления навыков построения математических моделей и решения задач в состав курса включается теоретическое и численное решение задач по основным темам: построение математических моделей оптимизационного типа, решению задач линейного программирования, транспортной задачи, минимизации гладких функций без ограничений, на простых множествах, при нелинейных ограничениях, изучению свойств выпуклых множеств и функций.
самостоятельная работа	Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами лекций, а также изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Студентам следует стремиться самостоятельно решать все задачи, предлагаемые преподавателем в ходе курса, а также содержащиеся в рекомендованной литературе.
контрольная работа	Подготовка к контрольным работам заключается в самостоятельном повторении теоретических концепций и решении примеров и упражнений для закрепления навыков решения задач. Требуется иметь навыки решения задач линейного программирования с помощью симплекс-метода, транспортных задач с помощью метода потенциалов, использовать различные критерии проверки свойств выпуклости функций.
экзамен	При подготовке к экзамену студентам надо обратить внимание на равную значимость хорошего усвоения всех компонент курса: теоретического исследования и численного решения задач оптимизации. Студентам необходимо усвоить подход к построению моделей оптимизационного типа как формализацию схемы принятия решений. Студенты должны иметь навыки решения задач линейного программирования произвольного вида с помощью симплекс-метода, транспортных задач с помощью метода потенциалов, использовать различные критерии проверки свойств выпуклости функций, проверять выполнение условий оптимальности для нелинейной задачи оптимизации, выбирать метод решения задач нелинейной оптимизации, знать основные свойства таких методов.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Методы оптимизации и исследование операций" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Методы оптимизации и исследование операций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и профилю подготовки "Системный анализ и информационные технологии".