

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. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Дополнительные главы оптимизации Б1.В.ДВ.16

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Системное программирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кораблев А.И.

**Рецензент(ы):**

Кашина О.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Миссаров М. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Кораблев А.И. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Anatol.Korablev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Специальный курс охватывает следующие темы:

Специальные задачи линейного программирования. Двойственный симплексный метод. Схемы отсечений. Классическая транспортная задача.

Современные методы решения безусловных экстремальных задач. Методы последовательной безусловной минимизации. Недифференцируемые

экстремальные задачи. Субдифференциалы и субградиенты. Обобщенные критерии экстремума. Обобщенный градиентный (субградиентный) метод.

Эпсилон-субградиент. Обобщенная выпуклость. Методы одномерного поиска.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.16 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре. Для изучения этой дисциплины студент должен знать математический анализ, алгебру и геометрию и общий курс методов оптимизации.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

понимать роль и место теории экстремальных задач и современных методов оптимизации в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин;

обладать теоретическими знаниями по основным разделам выпуклого анализа, знать основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины;

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Приемы решения неканонических задач линейного программирования. Решение примеров.	6	1	0	0	5	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Метод обратной матрицы. Решение примеров.	6	2	0	0	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Двойственный симплексный метод. Решение примеров. Схемы отсечений. Использование двойственного симплексного метода.	6	3	0	0	4	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Замкнутая транспортная задача. Ее свойства. Потенциалы. Двойственная к транспортной задаче. Правило северо-западного угла. Вычисление потенциалов. Признак оптимальности.	6	4	0	0	4	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Метод потенциалов. Эpsilon-прием. Правило минимальной цены и его модификации. Решение примеров. Незамкнутые транспортные задачи. Фиктивные перевозки. Решение примеров.	6	5	0	0	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
6.	Тема 6. Метод сопряженных направлений. Метод сопряженных градиентов. Обзор прочих методов.	6	6	0	0	3	Письменное домашнее задание Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод линеаризации. Решение примеров.	6	7	0	0	5	Письменное домашнее задание Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Методы последовательной безусловной оптимизации. Метод штрафных функций. Метод барьеров. Метод центров. Метод модифицированной функции Лагранжа.	6	8	0	0	5	Контрольная работа Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Недифференцируемая оптимизация. Субградиенты и субдифференциалы. Обобщенный градиентный (субградиентный) метод.	6	9	0	0	4	Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Эпсилон-субдифференциалы. Обобщенная выпуклость. Квазивыпуклые и псевдовыпуклые функции.	6	10	0	0	4	Письменное домашнее задание
11.	Тема 11. Методы одномерного поиска. Простой перебор. Последовательный перебор. Метод дихотомии.	6	11	0	0	3	Письменное домашнее задание Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Метод золотого сечения. Метод парабол. Обзор прочих методов.	6	12	0	0	4	Письменное домашнее задание
13.	Тема 13. Подготовка к экзамену.	6	13	0	0	5	Письменное домашнее задание Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабораторные работы	
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			0	0	54	

## 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Приемы решения неканонических задач линейного программирования. Решение примеров.**

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Решение симметричных задач линейного программирования. Использование неполного искусственного базиса. Решение задач с неравенствами больше либо равно. Решение задач с неограниченными по знаку переменными. Решение задач в общей форме записи.

**Тема 2. Метод обратной матрицы. Решение примеров.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Использование матрицы обратной к базисной матрице для решения двух систем линейных алгебраических уравнений в процессе осуществления мтерации метода последовательного улучшения плана.

**Тема 3. Двойственный симплексный метод. Решение примеров.Схемы отсечений. Использование двойственного симплексного метода.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Двойственный симплексный метод как численно реализуемый алгоритм метода последовательного уточнения оценок, основанного на последовательном переборе двойственно допустимых базисов и соответствующих им псевдопланов прямой задачи линейного программирования.

**Тема 4. Замкнутая транспортная задача. Ее свойства. Потенциалы. Двойственная к транспортной задаче. Правило северо-западного угла. Вычисление потенциалов. Признак оптимальности.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Постановка матричной замкнутой транспортной задачи. формирование двойственной задачи к транспортной задаче. Особенности системы условий этих задач. Ранг матрицы системы ограничений транспортной задачи. Нахождение исходного опорного плана перевозок. Потенциалы и их вычисление.

**Тема 5. Метод потенциалов.Эпсилон-прием. Правило минимальной цены и его модификации. Решение примеров. Незамкнутые транспортные задачи. Фиктивные перевозки. Решение примеров.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Метод потенциалов.Эпсилон-прием. Различные модификации приемов нахождения исходного опорного плана перевозок (правило северо-западного угла, правило минимальной цены). Решение незамкнутых транспортных задач при помощи ввещения фиктивных перевозок. Решение примеров.

**Тема 6. Метод сопряженных направлений. Метод сопряженных градиентов. Обзор прочих методов.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Сопряженные относительно положительно определенной матрицы направления. Использование базисов сформированных из системы сопряженных направлений для отыскания безусловного минимума квадратичной функции. Обобщения метода сопряженных направлений. Метод сопряженных градиентов.

**Тема 7. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод линеаризации. Решение примеров.**

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Метод проекции градиента. Различные способы регулировки шагового множителя в методе проекции градиента. Метод Голдстайна. Теоремы сходимости. Области применения метода проекции градиента. Метод условного градиента. Области применения метода условного градиента. Обзор прочих методов градиентного типа для решения задач на условный минимум.

**Тема 8. Методы последовательной безусловной оптимизации. Метод штрафных функций. Метод барьеров. Метод центров. Метод модифицированной функции Лагранжа.**

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Штрафная функция. Примеры штрафных функций для различных множеств. Штрафной множитель. Общая схема метода штрафных функций. Барьерная функция и ее использование в методе барьеров. Функция d-расстояния. Центр множества. Метод центров. Модифицированная функция Лагранжа.

**Тема 9. Недифференцируемая оптимизация. Субградиенты и субдифференциалы. Обобщенный градиентный (субградиентный) метод.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Дифференцируемость выпуклых функций по направлениям. Субградиент и субдифференциал. Условия экстремума выпуклых не всюду дифференцируемых функций. Методы обобщенного градиентного спуска.

**Тема 10. Эпсилон-субдифференциалы. Обобщенная выпуклость. Квазивыпуклые и псевдовыпуклые функции.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Обобщения понятия выпуклости функций. Конусы обобщенно опорных векторов. Эпсилон-субградиентные методы.

**Тема 11. Методы одномерного поиска. Простой перебор. Последовательный перебор. Метод дихотомии.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Унимодальные функции. Простой и последовательный перебор. Метод дихотомии. Нахождение начального отрезка локализации. Метод Фибоначи.

**Тема 12. Метод золотого сечения. Метод парабол. Обзор прочих методов.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Метод деления отрезка пополам. Метод золотого сечения. Метод парабол. Метод касательных. Метод Ньютона. Метод ломанных.

**Тема 13. Подготовка к экзамену.**

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Повторение пройденного материала.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Приемы решения неканонических задач линейного программирования. Решение					

примеров.

6	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
---	---	------------------------------	---	------------------



N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Метод обратной матрицы. Решение примеров.	6	2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Двойственный симплексный метод. Решение примеров. Схемы отсечений. Использование двойственного симплексного метода.	6	3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Замкнутая транспортная задача. Ее свойства. Потенциалы. Двойственная к транспортной задаче. Правило северо-западного угла. Вычисление потенциалов. Признак оптимальности.	6	4	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
5.	Тема 5. Метод потенциалов. Эпсилон-прием. Правило минимальной цены и его модификации. Решение примеров. Незамкнутые транспортные задачи. Фиктивные перевозки. Решение примеров.	6	5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Метод сопряженных направлений. Метод сопряженных градиентов. Обзор прочих методов.	6	6	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод линеаризации. Решение примеров.	6	7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
8.	Тема 8. Методы последовательной безусловной оптимизации. Метод штрафных функций. Метод барьеров. Метод центров. Метод модифицированной функции Лагранжа.	6	8			
9.	Тема 9. Недифференцируемая оптимизация. Субградиенты и субдифференциалы. Обобщенный градиентный (субградиентный) метод.	6	9			
10.	Тема 10. Эпсилон-субдифференциалы. Обобщенная выпуклость. Квазивыпуклые и псевдовыпуклые функции.	6	10			
11.	Тема 11. Методы одномерного поиска. Простой перебор. Последовательный перебор. Метод дихотомии.	6	11			
12.	Тема 12. Метод золотого сечения. Метод парабол. Обзор прочих методов.	6	12			
13.	Тема 13. Подготовка к экзамену.	6	13			

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Аудиторные занятия со студентами по данной дисциплине проводятся в форме семинарских занятий. Кроме того, предусмотрены самостоятельная работа студентов и контрольные работы.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Приемы решения неканонических задач линейного программирования. Решение примеров.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

### Тема 2. Метод обратной матрицы. Решение примеров.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

### Тема 3. Двойственный симплексный метод. Решение примеров.Схемы отсечений. Использование двойственного симплексного метода.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

### Тема 4. Замкнутая транспортная задача. Ее свойства. Потенциалы. Двойственная к транспортной задаче. Правило северо-западного угла. Вычисление потенциалов. Признак оптимальности.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

### Тема 5. Метод потенциалов.Эпсилон-прием. Правило минимальной цены и его модификации. Решение примеров. Незамкнутые транспортные задачи. Фиктивные перевозки. Решение примеров.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

## **Тема 6. Метод сопряженных направлений. Метод сопряженных градиентов. Обзор прочих методов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

## **Тема 7. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод линеаризации. Решение примеров.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

контрольная работа , примерные вопросы:

-подготовка к контрольной работе

## **Тема 8. Методы последовательной безусловной оптимизации. Метод штрафных функций. Метод барьеров. Метод центров. Метод модифицированной функции Лагранжа.**

## **Тема 9. Недифференцируемая оптимизация. Субградиенты и субдифференциалы. Обобщенный градиентный (субградиентный) метод.**

## **Тема 10. Эпсилон-субдифференциалы. Обобщенная выпуклость. Квазивыпуклые и псевдовыпуклые функции.**

## **Тема 11. Методы одномерного поиска. Простой перебор. Последовательный перебор. Метод дихотомии.**

## **Тема 12. Метод золотого сечения. Метод парабол. Обзор прочих методов.**

## **Тема 13. Подготовка к экзамену.**

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена и контрольных работ. Примерные вопросы для экзамена - Приложение 1. Примерные варианты контрольных работ по текущему контролю успеваемости - Приложение 2.

Варианты контрольных работ:

1. Задачу линейного программирования в канонической форме записи решить при помощи метода обратной матрицы.

2. Матричную транспортную задачу решить при помощи метода потенциалов.

3. Дана задача отыскания безусловного минимума выпуклой функции двух переменных. Вычислить три первых элемента

последовательности приближений при помощи метода циклического покоординатного спуска. Оценить погрешность полученного приближения.

4. Дана задача отыскания безусловного минимума выпуклой дифференцируемой функции двух переменных. Вычислить три первых элемента

последовательности приближений при помощи полношагового градиентного метода. Оценить погрешность полученного приближения.

5. Дана задача выпуклого программирования с выпуклой дифференцируемой целевой функцией двух переменных. Вычислить три первых элемента

последовательности приближений при помощи метода проекции градиента. Оценить погрешность полученного приближения.

6. Дана задача выпуклого программирования с выпуклой дифференцируемой целевой функцией двух переменных. Вычислить три первых элемента

последовательности приближений при помощи метода условного градиента. Оценить погрешность полученного приближения.

Билеты к экзамену.

Билет 1

1. Теоремы о связи седловой точки функции Лагранжа с решением задачи нелинейного программирования.
2. Критерий оптимальности опорных решений задачи линейного программирования.

Билет 2

1. Выпуклые множества. Определение и теоремы о пересечении и линейной комбинации выпуклых множеств.
2. Метод обратной матрицы.

Билет 3

1. Выпуклые множества. Определение и теоремы о замыкании и внутренности выпуклых множеств.
2. Двухфазный метод искусственного базиса.

Билет 4

1. Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Операции над выпуклыми функциями.
2. Метод последовательного улучшения плана (предварительные результаты, теоремы 1 и 2).

Билет 5

1. Теорема о градиентном неравенстве для выпуклых функций.
2. Метод Ньютона и его модификации.

Билет 6

1. Конусы релаксационных направлений.
2. Опорные решения задач линейного программирования и их свойства, критерий оптимальности опорных решений.

Билет 7

1. Теорема о локальном условном минимуме выпуклой функции.
2. Симплексный метод.

Билет 8

1. Условие экстремума первого порядка для выпуклой функции на выпуклом множестве.
2. Градиентные методы безусловной минимизации. Общая теорема о сходимости полношагового градиентного метода.

Билет 9

1. Проекция точки на множество.
2. Однофазный метод искусственного базиса.

Билет 10

1. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Теорема существования строго опорного вектора.
2. Градиентные методы безусловной минимизации. Теорема о сходимости полношагового градиентного метода для выпуклых функций.

Билет 11

1. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Теорема существования опорного вектора.
2. Метод последовательного улучшения плана (предварительные результаты, теоремы 3 и 4).

Билет 12

1. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа.
2. Метод последовательного улучшения плана (общая схема), теорема о конечности метода.

Билет 1

1. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.
2. Метод покоординатного спуска и его модификации.

Билет 14

1. Задача линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.
2. Градиентные методы безусловной минимизации. Теорема о сходимости полношагового градиентного метода для выпуклых функций.

Билет 15

1. Двойственная задача линейного программирования. Три теоремы о свойствах взаимосопреженных задач линейного программирования.
2. Градиентные методы безусловной минимизации. Общая теорема о сходимости полношагового градиентного метода.

Билет 16

1. Теорема двойственности.
2. Градиентные методы безусловной минимизации. Общая теорема о сходимости полношагового градиентного метода.

Билет 17

1. Опорные решения задачи линейного программирования (определения и теорема 1).
2. Конусы возможных направлений.

Билет 18

1. Критерий оптимальности опорных решений задачи линейного программирования.
2. Теорема о вариационном неравенстве для выпуклых функций.

Билет 20

1. Метод последовательного улучшения плана (предварительные результаты, теорема 1).
2. Метод Ньютона и его модификации.

Билет 21

1. Критерий условного экстремума выпуклой функции в терминах конусов условно релаксационных направлений.
2. Метод обратной матрицы.

Билет 22

1. Условие экстремума первого порядка для выпуклой функции на выпуклом множестве.
2. Метод последовательного уточнения оценок (предварительные результаты, теоремы 1 и 2).

Билет 23

1. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.
2. Метод последовательного уточнения оценок (предварительные результаты, теоремы 2 и 3).

#### Билет 24

1. Метод последовательного уточнения оценок (общая схема, теорема о конечности метода).
2. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа.

#### Билет 25

1. Двойственный симплексный метод.
2. Недифференцируемая оптимизация.

#### Билет 26

1. Метод проекции градиента. Теорема о выборе шагового множителя.
2. Метод штрафных функций.

#### Билет 27

1. Метод последовательного уточнения оценок (общая схема, теорема о конечности метода).
2. Метод проекции градиента. Теорема о сходимости.

#### Билет 28

1. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.
2. Метод условного градиента.

### 7.1. Основная литература:

1. Кашина О.А. Методы оптимизации. Часть I. Элементы теории экстремальных задач [Текст] / О.А. Кашина, А.И. Кораблев: - Казань: Изд-во КГУ, 2008. - 83 с.
2. Баранов, В.И. Экстремальные комбинаторные задачи и их приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Баранов, Б.С. Стечкин. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2006. - 240 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2721>
3. Лесин, В.В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 344 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/86017>
4. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 384 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2330>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Практикум по методам оптимизации / О.А. Сдвижков. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с. ISBN 978-5-9558-0372-2 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=459517>

2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Логос, 2011. - 424 с: Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=469213>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- <http://kek.ksu.ru/EOS/SGMP/index.html>  
сайт - <http://kek.ksu.ru/EOS/MO/index.html>  
сайт - <http://kek.ksu.ru/EOS/Simplex/index.htm>  
сайт - <http://kek.ksu.ru/kek2/os.php>  
сайт - <http://kek.ksu.ru/EOS/sim/index.html>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Дополнительные главы оптимизации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

лабораторные занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование .



Автор(ы):

Кораблев А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кашина О.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.