

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Методы оптимизации БЗ.Б.8

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Численные методы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кораблев А.И.

**Рецензент(ы):**

Павлова М.Ф.

**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 910515

Казань  
2014

## 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

изучение экстремальных свойств процессов и систем, используемых экономикой, техникой, наукой. Изучаются методы решения задач математического программирования и основы теорий оптимального управления и вариационного исчисления.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.8 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Данная дисциплина изучается на 3 курсе, в 6 семестре, опирается на дисциплины "Математический анализ", "Алгебра и геометрия", "Дифференциальные уравнения", и служит базой для дисциплины "Теория игр и принятие решений".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
(ПК-1) (профессиональные компетенции)	способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;
(ПК-14) (профессиональные компетенции)	способность владения методикой преподавания учебных дисциплин;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные методы решения задач линейного и нелинейного программирования, включая негладкие задачи, и уметь реализовать эти методы на ЭВМ;

2. должен уметь:

составлять математические модели практических экстремальных задач;

3. должен владеть:

иметь представление о задачах оптимального управления и вариационного исчисления и подходах к их решению.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность и готовность решать оптимизационные задачи математического программирования

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. История становления и перспективы развития методов оптимизации. Оптимизационные математические модели(критерий оптимальности, ограничения задачи). Примеры математических моделей. Постановка задачи математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.	6	1	2	0	2	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Линейное программирование(ЛП). Постановка задачи ЛП в форме неравенств и ее геометрический смысл. Метод дополнительных переменных. Опорные планы и псевдопланы задачи ЛП. Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества. Идеи прямого симплекс-метода. Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому с уменьшением линейной формы. Теорема оптимальности опорного плана. Теорема о неограниченности линейной формы на допустимом множестве.	6	2-3	4	0	2	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Линейное программирование(ЛП). Симплексная таблица. Формулы пересчета коэффициентов разложения векторов-столбцов матрицы ограничений. Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы). Пример. Двойственные задачи ЛП и их основные свойства. Двойственный симплекс-метод. Пример. Метод потенциалов для решения транспортной задачи	6	4-5	6	0	10	
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества и выпуклые функции. Примеры. Исследование на выпуклость многомерной функции с помощью одномерной функции. Теорема о выпуклости и замкнутости лебегова множества выпуклой функции. Постановка задачи выпуклого программирования(ВП) и ее геометрический смысл. Свойства задачи ВП.	6	6-7	2	0	2	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Градиент функции и его геометрический смысл. Градиентное неравенство. Неравенство для функций, градиент которых удовлетворяет условию Липшица. Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП(в частности, теорема Куна-Таккера). Субградиент функции. Способ вычисления субградиентов для функции максимума.	6	8-9	2	0	2	
6.	Тема 6. Методы нелинейного программирования. Методы одномерной минимизации(метод деления отрезка пополам, метод ?золотого? сечения). Градиентный метод(метод наискорейшего спуска), метод покоординатного спуска, метод Ньютона, метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.	6	10-11	6	0	6	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Методы нелинейного программирования. Общая схема методов возможных направлений для условной минимизации. Полный шаг в методах возможных направлений и способ его вычисления. Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций.	6	12-13	6	0	6	
8.	Тема 8. Методы нелинейного программирования. Метод Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод обобщенного градиентного спуска(метод опорных элементов) для условной минимизации недифференцируемых выпуклых функций. Методы отыскания точки выпуклого множества.	6	14-15	6	0	6	



N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Вариационное исчисление и оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления. Примеры задач вариационного исчисления. Уравнение Эйлера(с обоснованием). Примеры использования уравнения Эйлера. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина(с выводом). Пример использования принципа максимума. Проблема синтеза.	6	16-18	2	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			36	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. История становления и перспективы развития методов оптимизации. Оптимизационные математические модели(критерий оптимальности, ограничения задачи). Примеры математических моделей. Постановка задачи математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

История становления и перспективы развития методов оптимизации. Оптимизационные математические модели(критерий оптимальности, ограничения задачи). Примеры математических моделей. Постановка задачи математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Математические модели задач линейного и нелинейного программирования

**Тема 2. Линейное программирование(ЛП). Постановка задачи ЛП в форме неравенств и ее геометрический смысл. Метод дополнительных переменных. Опорные планы и псевдопланы задачи ЛП. Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества. Идеи прямого симплекс-метода. Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому с уменьшением линейной формы. Теорема оптимальности опорного плана. Теорема о неограниченности линейной формы на допустимом множестве.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Линейное программирование(ЛП). Постановка задачи ЛП в форме неравенств и ее геометрический смысл. Метод дополнительных переменных. Опорные планы и псевдопланы задачи ЛП. Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества. Идеи прямого симплекс-метода. Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому с уменьшением линейной формы. Теорема оптимальности опорного плана.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Постановка задачи ЛП в форме неравенств и ее геометрический смысл. Метод дополнительных переменных. Опорные планы и псевдопланы задачи ЛП. Идеи прямого симплекс-метода.

**Тема 3. Линейное программирование(ЛП). Симплексная таблица. Формулы пересчета коэффициентов разложения векторов-столбцов матрицы ограничений. Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы). Пример. Двойственные задачи ЛП и их основные свойства. Двойственный симплекс-метод. Пример.Метод потенциалов для решения транспортной задачи**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Теорема о неограниченности линейной формы на допустимом множестве. Симплексная таблица. Формулы пересчета коэффициентов разложения векторов-столбцов матрицы ограничений. Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса.

Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы). Пример. Двойственные задачи ЛП и их основные свойства. Двойственный симплекс-метод. Пример.

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Симплексная таблица. Формулы пересчета коэффициентов . Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы).

**Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества и выпуклые функции. Примеры. Исследование на выпуклость многомерной функции с помощью одномерной функции. Теорема о выпуклости и замкнутости лебегова множества выпуклой функции. Постановка задачи выпуклого программирования(ВП) и ее геометрический смысл. Свойства задачи ВП.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества и выпуклые функции. Примеры. Исследование на выпуклость многомерной функции с помощью одномерной функции. Теорема о выпуклости и замкнутости лебегова множества выпуклой функции. Постановка задачи выпуклого программирования(ВП) и ее геометрический смысл. Свойства задачи ВП.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества и выпуклые функции. Исследование на выпуклость многомерной функции с помощью одномерной функции. Постановка задачи выпуклого программирования(ВП) и ее геометрический смысл.

**Тема 5. Градиент функции и его геометрический смысл. Градиентное неравенство. Неравенство для функций, градиент которых удовлетворяет условию Липшица. Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП(в частности, теорема Куна-Таккера). Субградиент функции. Способ вычисления субградиентов для функции максимума.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Градиент функции и его геометрический смысл. Градиентное неравенство. Неравенство для функций, градиент которых удовлетворяет условию Липшица. Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП(в частности, теорема Куна-Таккера). Субградиент функции. Способ вычисления субградиентов для функции максимума.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Градиент функции и его геометрический смысл. Критерий оптимальности задачи ВП(в частности, теорема Куна-Таккера). Субградиент функции. Способ вычисления субградиентов для функции максимума.

**Тема 6. Методы нелинейного программирования. Методы одномерной минимизации(метод деления отрезка пополам, метод ?золотого? сечения). Градиентный метод(метод наискорейшего спуска), метод покоординатного спуска, метод Ньютона, метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Методы нелинейного программирования. Методы одномерной минимизации(метод деления отрезка пополам, метод ?золотого? сечения). Градиентный метод(метод наискорейшего спуска), метод покоординатного спуска, метод Ньютона, метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Градиентный метод(метод наискорейшего спуска), метод покоординатного спуска, метод Ньютона, метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.

**Тема 7. Методы нелинейного программирования. Общая схема методов возможных направлений для условной минимизации. Полный шаг в методах возможных направлений и способ его вычисления. Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Методы нелинейного программирования. Общая схема методов возможных направлений для условной минимизации. Полный шаг в методах возможных направлений и способ его вычисления. Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций.

**Тема 8. Методы нелинейного программирования. Метод Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод обобщенного градиентного спуска(метод опорных элементов) для условной минимизации недифференцируемых выпуклых функций. Методы отыскания точки выпуклого множества.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Методы нелинейного программирования. Метод Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод обобщенного градиентного спуска(метод опорных элементов) для условной минимизации недифференцируемых выпуклых функций. Методы отыскания точки выпуклого множества.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Метод обобщенного градиентного спуска(метод опорных элементов) для условной минимизации недифференцируемых выпуклых функций. Методы отыскания точки выпуклого множества.

**Тема 9. Вариационное исчисление и оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления. Примеры задач вариационного исчисления. Уравнение Эйлера(с обоснованием). Примеры использования уравнения Эйлера. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина(с выводом). Пример использования принципа максимума. Проблема синтеза.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вариационное исчисление и оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления. Примеры задач вариационного исчисления. Уравнение Эйлера(с обоснованием). Примеры использования уравнения Эйлера. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина(с выводом). Пример использования принципа максимума. Проблема синтеза.

#### **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. Введение. История становления и перспективы развития методов оптимизации. Оптимизационные математические модели(критерий оптимальности, ограничения задачи). Примеры математических моделей. Постановка задачи математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.	6	1	реферат	8	проверка реферата
2.	Тема 2. Линейное программирование(ЛП). Постановка задачи ЛП в форме неравенств и ее геометрический смысл. Метод дополнительных переменных. Опорные планы и псевдопланы задачи ЛП. Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества. Идеи прямого симплекс-метода. Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому с уменьшением линейной формы. Теорема оптимальности опорного плана. Теорема о неограниченности линейной формы на допустимом множестве.	6	2-3	реферат	8	проверка реферата

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	<p>Тема 3. Линейное программирование(ЛП). Симплексная таблица. Формулы пересчета коэффициентов разложения векторов-столбцов матрицы ограничений. Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса.</p> <p>Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы). Пример. Двойственные задачи ЛП и их основные свойства. Двойственный симплекс-метод. Пример. Метод потенциалов для решения транспортной задачи</p>	6	4-5	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
4.	<p>Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества и выпуклые функции. Примеры. Исследование на выпуклость многомерной функции с помощью одномерной функции. Теорема о выпуклости и замкнутости лебегова множества выпуклой функции. Постановка задачи выпуклого программирования(ВП) и ее геометрический смысл. Свойства задачи ВП.</p>	6	6-7	реферат	8	проверка реферата

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	<p>Тема 5. Градиент функции и его геометрический смысл. Градиентное неравенство. Неравенство для функций, градиент которых удовлетворяет условию Липшица. Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП(в частности, теорема Куна-Таккера). Субградиент функции. Способ вычисления субградиентов для функции максимума.</p>	6	8-9	реферат	8	проверка реферата
6.	<p>Тема 6. Методы нелинейного программирования. Методы одномерной минимизации(метод деления отрезка пополам, метод ?золотого? сечения). Градиентный метод(метод наискорейшего спуска), метод покоординатного спуска, метод Ньютона, метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.</p>	6	10-11	реферат	8	проверка реферата

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Методы нелинейного программирования. Общая схема методов возможных направлений для условной минимизации. Полный шаг в методах возможных направлений и способ его вычисления. Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций.	6	12-13	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
8.	Тема 8. Методы нелинейного программирования. Метод Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод обобщенного градиентного спуска(метод опорных элементов) для условной минимизации недифференцируемых выпуклых функций. Методы отыскания точки выпуклого множества.	6	14-15	реферат	8	проверка реферата



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Вариационное исчисление и оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления. Примеры задач вариационного исчисления. Уравнение Эйлера(с обоснованием). Примеры использования уравнения Эйлера. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина(с выводом). Пример использования принципа максимума. Проблема синтеза.	6	16-18	реферат	8	проверка реферата
	Итого				72	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Аудиторные занятия со студентами по данной дисциплине проводятся в форме лекций и лабораторных занятий. Кроме того, предусмотрена самостоятельная работа студентов.

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

**Тема 1. Введение. История становления и перспективы развития методов оптимизации. Оптимизационные математические модели(критерий оптимальности, ограничения задачи). Примеры математических моделей. Постановка задачи математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.**

проверка реферата, примерные темы:

Математические модели задач оптимизации

**Тема 2. Линейное программирование(ЛП). Постановка задачи ЛП в форме неравенств и ее геометрический смысл. Метод дополнительных переменных. Опорные планы и псевдопланы задачи ЛП. Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества. Идеи прямого симплекс-метода. Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому с уменьшением линейной формы. Теорема оптимальности опорного плана. Теорема о неограниченности линейной формы на допустимом множестве.**

проверка реферата, примерные темы:

Метод дополнительных переменных. Обоснование формул пересчета симплексных таблиц.



**Тема 3. Линейное программирование(ЛП). Симплексная таблица. Формулы пересчета коэффициентов разложения векторов-столбцов матрицы ограничений. Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы). Пример. Двойственные задачи ЛП и их основные свойства. Двойственный симплекс-метод. Пример.Метод потенциалов для решения транспортной задачи**

контрольная работа, примерные вопросы:

Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы).

**Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества и выпуклые функции. Примеры. Исследование на выпуклость многомерной функции с помощью одномерной функции. Теорема о выпуклости и замкнутости лебегова множества выпуклой функции. Постановка задачи выпуклого программирования(ВП) и ее геометрический смысл. Свойства задачи ВП.**

проверка реферата, примерные темы:

Некоторые свойства задач выпуклого программирования.

**Тема 5. Градиент функции и его геометрический смысл. Градиентное неравенство. Неравенство для функций, градиент которых удовлетворяет условию Липшица. Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП(в частности, теорема Куна-Таккера). Субградиент функции. Способ вычисления субградиентов для функции максимума.**

проверка реферата, примерные темы:

Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП(теорема Куна-Таккера).

**Тема 6. Методы нелинейного программирования. Методы одномерной минимизации(метод деления отрезка пополам, метод ?золотого? сечения). Градиентный метод(метод наискорейшего спуска), метод покоординатного спуска, метод Ньютона, метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.**

проверка реферата, примерные темы:

Метод сопряженных градиентов для безусловной минимизации гладких функций.

**Тема 7. Методы нелинейного программирования. Общая схема методов возможных направлений для условной минимизации. Полный шаг в методах возможных направлений и способ его вычисления. Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций.**

контрольная работа, примерные вопросы:

Алгоритм прямого симплекс-метода. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод(метод обратной матрицы).

**Тема 8. Методы нелинейного программирования. Метод Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод обобщенного градиентного спуска(метод опорных элементов) для условной минимизации недифференцируемых выпуклых функций. Методы отыскания точки выпуклого множества.**

проверка реферата, примерные темы:

Метод Лагранжа.

**Тема 9. Вариационное исчисление и оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления. Примеры задач вариационного исчисления. Уравнение Эйлера(с обоснованием). Примеры использования уравнения Эйлера. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина(с выводом). Пример использования принципа максимума. Проблема синтеза.**

проверка реферата, примерные темы:

Пример использования принципа максимума Понтрягина. Проблема синтеза.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

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.

### БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

1. 1) Прямой симплекс-метод(с выводом).
- 2) Общая схема методов возможных направлений. Способы построения подходящих направлений в методах Зойтендейка и условного градиента.
2. 1) Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества в задаче линейного программирования.
- 2) Способы отыскания точки выпуклого множества.
3. 1) Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому в прямом симплекс-методе с уменьшением линейной формы.
- 2) Метод штрафных функций.
4. 1) Теорема оптимальности опорного плана.
- 2) Метод наискорейшего спуска. Теорема его сходимости.
5. 1) Метод искусственного базиса в линейном программировании.
- 2) Метод обобщенного градиентного спуска. Теорема сходимости.
6. 1) Геометрический смысл задачи линейного программирования в форме неравенств. Приведение задачи к каноническому виду.
- 2) Метод условного градиента. Теорема сходимости.
7. 1) Модифицированный симплекс-метод (метод обратной матрицы).
- 2) Теорема о глобальном и локальном минимуме в выпуклом программировании.
8. 1) Метод "северо-западного" угла для построения опорного плана транспортной задачи. Доказательство его опорности.
- 2) Способы отыскания точки выпуклого множества.
9. 1) Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
- 2) Полный шаг в методах выпуклого программирования и способы его отыскания.
10. 1) Обоснование способа отыскания вектора, входящего в базис в методе потенциалов.
- 2) Постановка задачи выпуклого программирования и ее геометрический смысл. Метод проекции градиента для ее решения.
11. 1) Симплексная таблица в методе последовательного улучшения планов и способ ее просчета.
- 2) Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.
12. 1) Симплексные таблицы в методе обратной матрицы и способ их пересчета.
- 2) Теорема сходимости метода обобщенного градиентного спуска.
13. 1) Критерий оптимальности в симплекс-методе.
- 2) Геометрический смысл методов условного градиента, проекции градиента и метода обобщенного градиентного спуска.
14. 1) Постановка задачи линейного программирования и ее геометрический смысл.
- 2) Метод возможных направлений Зойтендейка.
15. 1) Двойственный симплекс-метод.
- 2) Теорема Куна-Таккера.

16. 1) Двойственные задачи линейного программирования. Основные свойства двойственных задач.
- 2) Метод Лагранжа.
17. 1) Постановка задачи вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.
- 2) Методы покоординатного спуска и Ньютона для безусловной минимизации функций.
18. 1) Двойственный симплекс-метод.
- 2) Метод Ньютона для задачи условной минимизации.

### 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. - 84 с.
2. Кашина, О. А.. Методы оптимизации: учебное пособие / О. А. Кашина, А. И. Кораблев; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики. ?Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. ?; 21.
4. 2: Численные методы решения экстремальных задач. ?2011. ?143 с. ?Библиогр.: с. 138-143 (39 назв.), 150 . ?
3. Измаилов А.Ф., Солодов М.В. Численные методы оптимизации. - М.: Физматлит, 2008. - 320с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2184](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2184)
4. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. - М.: Лань, 2011. - 352с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1552](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1552)
5. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. - М.: Физматлит, 2011. - 384с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2330](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2330)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации [Текст] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - М.: Физматлит, 2005. - 368 с.
2. Кашина О.А, Кораблев А.И. Электронный курс "Методы оптимизации"  
<http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17260>
3. Ашманов С. А. Линейное программирование: Учеб. пособие.-М.: Наука.-1981.-304 с.
4. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач: Учеб. Пособие.-М.: Наука.-1986.
5. Карманов В. Г. Математическое программирование: Учеб. Пособие.-М.: Наука.-1986.
6. Моисеев Н. Н., Иванюков Ю. П., Столярова Е. М. Методы оптимизации: Учеб. Пособие.-М.: Наука.-1978.-351 с.
7. Понтрягин Л. С. и др. Математическая теория оптимальных процессов.-М.: Наука.-1976.-392 с.
8. Заботин Я. И. Лекции по линейному программированию: Учеб. Пособие.-Казань.-Изд-во КГУ.-1986.
9. Пшеничный Б. Н., Данилин Ю. М. Численные методы в экстремальных задачах.-М.: Наука.-1975.-320 с.
10. Химмельблау Д. Прикладное и нелинейное программирование.М.: Мир.-1975.-534 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ -  
<http://kek.ksu.ru/EOS/MO/index.html>
- СИМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ -  
<http://kek.ksu.ru/EOS/Simplex/index.htm>

СИМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД: Режим демонстрации - <http://kek.ksu.ru/EOS/sim/index.html>

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ (архив лекций) - <http://kek.ksu.ru/kek2/os.php>

СПЕЦ. ГЛАВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ -  
<http://kek.ksu.ru/EOS/SGMP/index.html>

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Численные методы .

Автор(ы):

Кораблев А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Павлова М.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.