

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
Методы оптимизации Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кашина О.А. , Кораблев А.И.

Рецензент(ы):

Миссаров М.Д.

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) Кашина О.А. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , olga.kashina@mail.ru ; 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

Целями освоения дисциплины (модуля) "Методы оптимизации" являются изучение теоретических основ оптимизации и понимание ее места в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, знакомство с экономико-математическими моделями, а также развитие навыков самостоятельного решения проблем теории и методов решения экстремальных задач.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 38.03.05 Бизнес-информатика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина "Методы оптимизации" изучается на втором году обучения. Она основана на ряде курсов, изученных студентами по программе бакалавриата направления "Бизнес-информатика", включая "Математический анализ", "Линейная алгебра", "Макроэкономика" и "Микроэкономика".

В результате освоения дисциплины "Методы оптимизации" студенты смогут применить полученные теоретические и практические знания к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-19 (профессиональные компетенции)	использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования; ПК-20 - использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

роль и место оптимизации в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, теорию материал основных разделов выпуклого анализа, основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины.

2. должен уметь:

применять основные результаты теории и методов оптимизации к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики.

3. должен владеть:

основным математическим аппаратом решения оптимизационных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- * формулировать экономические задачи в виде оптимизационных математических моделей;
- * теоретически обосновывать применение математических методов решения оптимизационных задач;
- * ориентироваться в программном обеспечении, используемом для анализа и решения задач оптимизации, иметь навыки использования пакетов аналитических вычислений;
- * осуществлять концептуальный анализ получаемых результатов, делать практические выводы.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскроя материалов.	4	1	1	0	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП.	4	2	1	2	0	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	
3.	Тема 3. Графическое решение двумерных ЗЛП.	4	2	0	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы.	4	3	2	2	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Выпуклые многогранные множества (ВММ). Определение. Выпуклый многогранник. Свойства многогранных множеств. Размерность многогранного множества. Грани многогранного множества. Ребра и вершины. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.	4	3	2	2	0	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.	4	4	2	4	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.	4	5	2	2	0	

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	
8.	Тема 8. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.	4	6	2	2	0	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности.	4	7	2	4	0	Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы.	4	8	2	4	0	Письменное домашнее задание
11.	Тема 11. Метод последовательного улучшения плана (МПУП) решения задачи линейного программирования. Принципиальная схема метода. Невырожденные и вырожденные задачи линейного программирования. Теорема о конечности МПУП.	4	8	2	2	0	Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП как численно реализуемый алгоритм МПУП. Симплексная таблица. Формулы пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.	4	9	2	2	0	Контрольная работа 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	
13.	Тема 13. Решение неканонических ЗЛП. Приёмы приведения различных неканонических ЗЛП к канонической форме. Решение симметричной ЗЛП (приём введения дополнительных переменных);	4	10	2	4	0	Письменное домашнее задание
14.	Тема 14. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.	4	10	2	4	0	Письменное домашнее задание
15.	Тема 15. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.	4	11	2	2	0	Письменное домашнее задание
16.	Тема 16. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.	4	12	2	4	0	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	
17.	Тема 17. Методы решения нелинейных экстремальных задач. Методы последовательных приближений. Общая схема. Последовательности приближений. Основные определения.	4	13	1	0	0	
18.	Тема 18. Покоординатный метод (ПМ). Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.	4	14	1	2	0	Письменное домашнее задание
19.	Тема 19. Градиентный метод (ГМ). Антиградиент - направление наискорейшего спуска. Общая схема ГМ. Полношаговый ГМ (метод наискорейшего спуска). Графическая интерпретация полношагового ГМ. Некоторые модификации ГМ.	4	15	2	2	0	Письменное домашнее задание
20.	Тема 20. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.	4	16	2	2	0	Письменное домашнее задание
21.	Тема 21. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. Признак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ.	4	17	1	2	0	Письменное домашнее задание
22.	Тема 22. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.	4	18	1	2	0	Контрольная работа
23.	Тема 23. Подготовка к экзамену	4		0	2	0	

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	
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин.

Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскрытия материалов.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскрытия материалов. Построение математических моделей конкретных задач из перечисленных классов.

Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП).

Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Формулировка ЗЛП, преобразование ЗЛП из одной формы записи в другую.

Тема 3. Графическое решение двумерных ЗЛП.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Графическое решение ЗЛП на плоскости.

Тема 4. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры.

Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Установление наличия (или отсутствия) выпуклости множеств. Геометрическая иллюстрация полученных результатов.

Тема 5. Выпуклые многогранные множества (ВММ). Определение. Выпуклый многогранник. Свойства многогранных множеств. Размерность многогранного множества. Грани многогранного множества. Ребра и вершины. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Определение ВММ. Выпуклый многогранник. Свойства многогранных множеств. Размерность многогранного множества. Грани многогранного множества. Ребра и вершины. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Установление наличия (или отсутствия) выпуклости многогранных множеств. Геометрическая иллюстрация полученных результатов.

Тема 6. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Установление свойств выпуклости функций. Проверка критериев оптимальности для конкретных задач. Геометрическая иллюстрация (для двумерных случаев).

Тема 7. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка ЗВП. Построение допустимого множества, линий уровня, множества оптимальных решений. Графическая интерпретация случаев существования и несуществования решений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Графическое решение ЗВП на плоскости.

Тема 8. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Проверка условий Теорем Куна-Таккера. Геометрическая иллюстрация.

Тема 9. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопреженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопреженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Пара взаимосопреженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопреженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Формулировка двойственных задач при симметричной и канонической форме исходных задач. Геометрическая иллюстрация свойств взаимосопреженных симметричных ЗЛП.

Тема 10. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Способы нахождения базисов и соответствующих им опорных решений ЗЛП. Решение примеров.

Тема 11. Метод последовательного улучшения плана (МПУП) решения задачи линейного программирования. Принципиальная схема метода. Невырожденные и вырожденные задачи линейного программирования. Теорема о конечности МПУП.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Концепция МПУП. Предварительные результаты для обоснования МПУП. Формулировка принципиальной схемы МПУП. Конечность метода ПУП. Проблемы вырожденности задачи и закливания метода. Антициклон.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Выполнение практических заданий.

Тема 12. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП как численно реализуемый алгоритм МПУП. Симплексная таблица. Формулы пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Определение симплексной таблицы. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ. Пример применения СМ. Решение задач ЛП при помощи СМ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение ЗЛП с помощью СМ.

Тема 13. Решение неканонических ЗЛП. Приёмы приведения различных неканонических ЗЛП к канонической форме. Решение симметричной ЗЛП (приём введения дополнительных переменных);

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Решение ЗЛП с помощью СМ в различных случаях нарушения канонической формы задачи. Экономический смысл дополнительных переменных. Свойства полученного решения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение практических примеров.

Тема 14. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ. Решение задач ЛП при помощи МИБ.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение практических примеров.

Тема 15. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом. Решение задач ЛП при помощи МОБ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое применение МОБ.

Тема 16. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Экономический смысл транспортной модели. Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные. Изоморфизм транспортной модели.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Численное решение ТЗ.

Тема 17. Методы решения нелинейных экстремальных задач. Методы последовательных приближений. Общая схема. Последовательности приближений. Основные определения.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Релаксационные, минимизирующие и сильно сходящиеся последовательности приближений. Полношаговые итерационные процессы.

Тема 18. Покоординатный метод (ПМ). Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменных.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменных. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов ПМ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью ПМ. Геометрическая иллюстрация.

Тема 19. Градиентный метод (ГМ). Антиградиент - направление наискорейшего спуска. Общая схема ГМ. Полношаговый ГМ (метод наискорейшего спуска). Графическая интерпретация полношагового ГМ. Некоторые модификации ГМ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Антиградиент целевой функции - направление наискорейшего спуска. Общая схема ГМ. Полношаговый ГМ (метод наискорейшего спуска). Графическая интерпретация полношагового ГМ. Некоторые модификации ГМ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов ГМ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью ГМ с различными способами выбора итерационного шага. Геометрическая иллюстрация.

Тема 20. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Определение понятия проекции точки на множество и его графическая интерпретация. Существование и единственность проекции. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов МПГ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью МПГ. Геометрическая иллюстрация.

Тема 21. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. Признак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Вспомогательная задача и её свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. Признак оптимальности приближённого решения. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов МУГ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью МУГ. Геометрическая иллюстрация.

Тема 22. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Графическая иллюстрация. Алгоритм МШФ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью МШФ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение штрафных функций для конкретных задач. Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью МШФ.

Тема 23. Подготовка к экзамену

практическое занятие (2 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. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскроя материалов.	4	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП.	4	2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Графическое решение двумерных ЗЛП.	4	2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	<p>Тема 4. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы.</p>	4	3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	<p>Тема 5. Выпуклые многогранные множества (ВММ). Определение. Выпуклый многогранник. Свойства многогранных множеств. Размерность многогранного множества. Грани многогранного множества. Ребра и вершины. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.</p>	4	3	<p>подготовка домашнего задания</p> <p>подготовка домашнего задания</p>	4	<p>домашнее задание</p> <p>Письменное домашнее задание</p>

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	<p>Тема 6. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.</p>	4	4	<p>подготовка домашнего задания</p> <p>подготовка домашнего задания</p>	4	домашнее задание
7.	<p>Тема 7. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.</p>	4	5	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.	4	6	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
9.	Тема 9. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности.	4	7	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы.	4	8	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Метод последовательного улучшения плана (МПУП) решения задачи линейного программирования. Принципиальная схема метода. Невырожденные и вырожденные задачи линейного программирования. Теорема о конечности МПУП.	4	8	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	<p>Тема 12. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП как численно реализуемый алгоритм МПУП. Симплексная таблица. Формулы пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.</p>	4	9	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. Решение неканонических ЗЛП. Приёмы приведения различных неканонических ЗЛП к канонической форме. Решение симметричной ЗЛП (приём введения дополнительных переменных);	4	10	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	2	Письменное домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
14.	Тема 14. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.	4	10	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	6	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
15.	Тема 15. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.	4	11	подготовка домашнего задания	6	Письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
16.	Тема 16. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.	4	12	подготовка домашнего задания	6	Письменное домашнее задание
17.	Тема 17. Методы решения нелинейных экстремальных задач. Методы последовательных приближений. Общая схема. Последовательности приближений. Основные определения.	4	13	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
18.	Тема 18. Покоординатный метод (ПМ). Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.	4	14	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
19.	Тема 19. Градиентный метод (ГМ). Антиградиент - направление наискорейшего спуска. Общая схема ГМ. Полношаговый ГМ (метод наискорейшего спуска). Графическая интерпретация полношагового ГМ. Некоторые модификации ГМ.	4	15	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
20.	Тема 20. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.	4	16	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
21.	Тема 21. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. Признак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ.	4	17	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
22.	Тема 22. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.	4	18	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
	Итого				126	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В соответствии с требованиями ФГОС удельный вес занятий, проводимых в активных и интерактивных формах, составляет не менее 40% аудиторных занятий. В процессе изучения дисциплины "Методы оптимизации" студенты используют анимированные иллюстрации (выполненные средствами Wolfram Research Mathematica и Macromedia Flash), а также интерактивные обучающие системы, разработанные в поддержку изучения разделов "Симплексный метод" (система выполнена как веб-приложение с JavaScript-сценариями) и "Градиентные методы" (веб-приложение с встроенным Flash-объектом), опубликованные в разделе "Обучающие системы" сайта кафедры экономической кибернетики КФУ (<http://kek.ksu.ru>). Рекомендуется проводить лекционные занятия в классе, где рабочее место преподавателя оборудовано компьютером с доступом к Интернет, а также имеется мультимедийный проектор и экран. Практические занятия рекомендуется проводить в компьютерных классах с использованием пакета Wolfram Research Mathematica.

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

Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскроя материалов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подробно разобрать задачу о диете.

Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Преобразовать задачу линейного программирования из одной формы записи в другую.

Тема 3. Графическое решение двумерных ЗЛП.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Доработать графическое решение задачи линейного программирования на плоскости.

Тема 4. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию установления (или отсутствия) выпуклости множеств.

Тема 5. Выпуклые многогранные множества (ВММ). Определение. Выпуклый многогранник. Свойства многогранных множеств. Размерность многогранного множества. Грани многогранного множества. Ребра и вершины. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.

домашнее задание Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию установления (или отсутствия) выпуклости многогранных множеств.

Тема 6. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию проверки критериев оптимальности для конкретных задач.

Тема 7. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить графическое решение задачи выпуклого программирования.

Тема 8. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию проверки условий теорем Куна-Таккера.

Тема 9. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Решение практических примеров по двойственным задачам.

Тема 10. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. невырожденные и вырожденные опорные планы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Решение примеров на способы нахождения базисов и соответствующих им опорных решений задач линейного программирования.

Тема 11. Метод последовательного улучшения плана (МПУП) решения задачи линейного программирования. Принципиальная схема метода. невырожденные и вырожденные задачи линейного программирования. Теорема о конечности МПУП.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить графическое решение задачи выпуклого программирования.

Тема 12. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП как численно реализуемый алгоритм МПУП. Симплексная таблица. Формулы пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Решение примеров задач линейного программирования с помощью симплексных таблиц.

Тема 13. Решение неканонических ЗЛП. Приёмы приведения различных неканонических ЗЛП к канонической форме. Решение симметричной ЗЛП (приём введения дополнительных переменных);

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Решение симметричной ЗЛП. Метод введения дополнительных переменных.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Решение симметричной ЗЛП. Метод введения дополнительных переменных.

Тема 14. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Привести примеры вспомогательных задач линейного программирования.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Решение ЗЛП двухфазным и однофазным МИБ.

Тема 15. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Привести примеры практического применения матрицы, обратной к базисной.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Привести примеры практического применения матрицы, обратной к базисной.

Тема 16. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Подробно разобрать численное решение транспортной задачи.

Тема 17. Методы решения нелинейных экстремальных задач. Методы последовательных приближений. Общая схема. Последовательности приближений. Основные определения.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию проверки критериев оптимальности для конкретных задач.

Тема 18. Покоординатный метод (ПМ). Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменных.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию построения нескольких точек итерационной последовательности с помощью покоординатного метода.

Тема 19. Градиентный метод (ГМ). Антиградиент - направление наискорейшего спуска. Общая схема ГМ. Полношаговый ГМ (метод наискорейшего спуска). Графическая интерпретация полношагового ГМ. Некоторые модификации ГМ.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию построения нескольких точек итерационной последовательности с помощью градиентного метода с различными способами выбора итерационного шага.

Тема 20. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию построения нескольких точек итерационной последовательности с помощью метода проекции градиента.

Тема 21. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. Признак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Выполнить геометрическую иллюстрацию построения нескольких точек итерационной последовательности с помощью метода условного градиента.

Тема 22. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Подготовка к контрольной работе (выполнению индивидуальных заданий) по пройденным темам.

Тема 23. Подготовка к экзамену

Итоговая форма контроля

экзамен (в 4 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

В процессе изучения дисциплины "Методы оптимизации" студенты самостоятельно работают с литературой и электронными материалами, размещёнными в разделе "Обучающие системы" сайта кафедры экономической кибернетики КФУ (<http://kek.ksu.ru>), выполняют домашние задания. Форма проведения занятий предусматривает разные формы активности студентов (ответы с места на вопросы преподавателя, ответы у доски, самостоятельное решение задач и демонстрация у доски, формулировка вопросов, поиск ошибок в рассуждениях отвечающих студентов, подготовка демонстрационных файлов (например, в пакете Mathematica, PowerPoint и пр.). Преподаватель ведёт текущий учёт и контроль всех форм учебной активности студентов и учитывает результаты текущей работы (наряду с оценками за контрольные работы и экзаменационными оценками) при выставлении итоговых оценок по предмету.

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. - 84 с. - Режим доступа: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1222753485/Metody_optimizacii._Chast_I.pdf
- 2.Кашина О.А., Кораблёв А.И. Методы оптимизации. Часть II. Численные методы решения экстремальных задач. - Казань: КГУ, 2011. - 144 с. - Режим доступа: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_864299223/Metody_optimizacii._Chast_II.pdf
- 3.Аттетков А. В. 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/catalog/product/350985>
- 4.Есипов, Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б.А. Есипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-0917-4. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68467>
- 5.Новиков, А.И. Начала линейной алгебры и аналитическая геометрия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Новиков. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2015. - 376 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71997>
- 6.Лунгу, К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.Н. Лунгу. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2009. - 132 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2253>
- 7.Бесов, О.В. Лекции по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебник / О.В. Бесов. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2016. - 480 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91150>
- 8.Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/912642>
- 9.Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие / Струченков В.И. - М.:СОЛОН-Пр., 2016. - 314 с.: ISBN 978-5-91359-191-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/905033>

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>
- 3.Лесин, В.В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/86017>

7.3. Интернет-ресурсы:

Лесин, В.В., Лисовец, Ю.П. Основы методов оптимизации (электронный ресурс) - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=86017

World-Wide-Web for Operations Research and Management Science - <http://www.moshe-online.com/worms/>

Вавилов В.А., Змеев О.А., Змеева Е.Е. Исследование операций (электронное пособие) - <http://fmi.asf.ru/Library/Book/OperReserch/INDEX.html>

Графические иллюстрации к курсу - http://kek.ksu.ru/EOS/MO/!!!_All_Illustrations/index.html

Задачи по исследованию операций - <http://allmath.ru/appliedmath/operations/problems-tgru/zadachi.htm>

Электронный курс - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=808>

Электронный образовательный ресурс по дисциплине - <http://kek.ksu.ru/EOS/MO/ASP/links.asp>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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.

Лекции и практические занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером). Предусмотрены занятия, проходящие в компьютерных классах, оборудованных мультимедийным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 38.03.05 "Бизнес-информатика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Кашина О.А. _____

Кораблев А.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Миссаров М.Д. _____

"__" _____ 201__ г.