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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы оптимизации Б3.Б.8

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки: Системное программирование, математическое моделирование
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очно-заочное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Заботин И.Я.

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 968214

Казань
2014

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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) профессор, д.н. (доцент) Заботин И.Я. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Igor.Zabotin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Методы оптимизации" является изучение экстремальных свойств процессов и систем, используемых экономикой, техникой, наукой. Изучаются методы решения задач математического программирования и основы теорий оптимального управления и вариационного исчисления. Данная дисциплина опирается на дисциплины "Математический анализ", "Алгебра и геометрия", "Дифференциальные уравнения", "ЭВМ и программирование", и служит базой для дисциплины "Теория игр и исследование операций".

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 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина Б3.Б.8 "Методы оптимизации" относится к циклу профессиональным дисциплин. Читается на 3 курсе в 6 семестре для студентов обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика". Изучение основывается на результатах изучения дисциплин "Алгебра и геометрия", "Математический анализ ", "Дифференциальные уравнения", "Основы информатики". Дисциплина 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
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности

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:

знаниями об основных методах решения задач линейного и нелинейного программирования.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

умение решать задачи оптимального управления и вариационного исчисления и знать подходы к их решению.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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. Модели задач оптимизации. Постановка задачи математического программирования.	8	1-2	4	0	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи.	8	3-4	4	0	2	письменная работа
3.	Тема 3. Методы решения задач линейного программирования.	8	5-6	4	0	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Постановка и свойства задачи выпуклого программирования	8	7-8	4	0	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Градиент и субградиент функции. Неравенства-следствия.	8	9-10	4	0	2	письменная работа
6.	Тема 6. Методы безусловной минимизации функций.	8	11-12	4	0	2	домашнее задание
7.	Тема 7. Методы условной минимизации функций.	8	13-14	4	0	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Вариационное исчисление и оптимальное управление.	8	15-18	8	0	4	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			36	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Модели задач оптимизации. Постановка задачи математического программирования.

лекционное занятие (4 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)):

Построение математических моделей прикладных задач (транспортная задача, задача планирования производства, задача о раскрое и др.) в виде задач линейного программирования.

Тема 2. Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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. Методы решения задач линейного программирования.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Решение задач линейного программирования симплексным методом без привлечения искуственных переменных. Решение задач с использованием метода искусственного базиса. Решение задач методом обратной матрицы. Решение задач двойственным симплекс-методом.

Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Постановка и свойства задачи выпуклого программирования

лекционное занятие (4 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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)):

Решение задач из выпуклого анализа (доказательство выпуклости множеств, проверка на выпуклость функций и т. д.)

Тема 5. Градиент и субградиент функции. Неравенства-следствия.

лекционное занятие (4 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)):

Способ вычисления субградиентов для функции максимума

Тема 6. Методы безусловной минимизации функций.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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 (2 часа(ов)):

Решение задач безусловной минимизации гладких функций методом наискорейшего спуска, методом покоординатного спуска, методом Ньютона, методом сопряженных градиентов (применение одной или двух итераций методов).

Тема 7. Методы условной минимизации функций.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Общая схема методов возможных направлений для условной минимизации. Метод условного градиента, метод проекции градиента, метод Ньютона, метод возможных направлений Зойтендейка для условной минимизации гладких функций. 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 (2 часа(ов)):

Решение задач условной минимизации (с применением одной или двух итераций) методом условного градиента, методом проекции градиента, методом Зойтендейка, методом Лагранжа, методом обобщенного градиентного спуска.

Тема 8. Вариационное исчисление и оптимальное управление.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

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.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

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. Модели задач оптимизации. Постановка задачи математического программирования.	8	1-2	подготовка домашнего задания	11	домашнее задание
2.	Тема 2. Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи.	8	3-4	подготовка к письменной работе	11	письменная работа
3.	Тема 3. Методы решения задач линейного программирования.	8	5-6	подготовка домашнего задания	11	домашнее задание
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Постановка и свойства задачи выпуклого программирования	8	7-8	подготовка домашнего задания	11	домашнее задание
5.	Тема 5. Градиент и субградиент функции. Неравенства-следствия.	8	9-10	подготовка к письменной работе	11	письменная работа
6.	Тема 6. Методы безусловной минимизации функций.	8	11-12	подготовка домашнего задания	11	домашнее задание
7.	Тема 7. Методы условной минимизации функций.	8	13-14	подготовка домашнего задания	11	домашнее задание
8.	Тема 8. Вариационное исчисление и оптимальное управление.	8	15-18	подготовка к контрольной работе	13	контрольная работа
	Итого				90	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов. Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература. Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения. Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

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

Тема 1. Модели задач оптимизации. Постановка задачи математического программирования.

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение математических моделей прикладных задач (транспортная задача, задача планирования производства, задача о раскрое и др.) в виде задач линейного программирования

Тема 2. Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи.

письменная работа , примерные вопросы:

Отчет по теме "Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи".

Тема 3. Методы решения задач линейного программирования.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач линейного программирования симплексным методом без привлечения искусственных переменных. Решение задач с использованием метода искусственного базиса. Решение задач методом обратной матрицы. Решение задач двойственным симплекс-методом.

Тема 4. Элементы выпуклого анализа. Постановка и свойства задачи выпуклого программирования

домашнее задание , примерные вопросы:

Постановка и свойства задачи выпуклого программирования проверка домашних заданий Решение задач из выпуклого анализа (доказательство выпуклости множеств, проверка на выпуклость функций и т. д.)

Тема 5. Градиент и субградиент функции. Неравенства-следствия.

письменная работа , примерные вопросы:

Отчет по теме Неравенства-следствия. Лемма Фаркаша. Критерий оптимальности задачи ВП (теорема Куна-Таккера)".

Тема 6. Методы безусловной минимизации функций.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач безусловной минимизации гладких функций методом наискорейшего спуска, методом покоординатного спуска, методом Ньютона, методом сопряженных градиентов (применение одной или двух итераций методов).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 7. Методы условной минимизации функций.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач условной минимизации (с применением одной или двух итераций) методом условного градиента, методом проекции градиента, методом Зойтендейка, методом Лагранжа, методом обобщенного градиентного спуска.

Тема 8. Вариационное исчисление и оптимальное управление.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примеры использования принципа максимума Понтрягина. Проблема синтеза. Контрольная работа по теме "Методы нелинейного программирования"

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Билеты для экзамена:

- 1.

1. Теорема о соответствии опорного плана и крайней точки допустимого множества (с доказательством).
2. Метод штрафных функций.

- 2.

1. Вывод симплексного метода (Обоснование способа перехода от одного опорного плана к другому).
2. Решение задачи отыскания точки выпуклого множества.

- 3.

1. Обоснование возможности перехода от одного опорного плана к другому в симплексном методе с уменьшением линейной формы.
2. Геометрический смысл методов условного градиента и обобщенного градиентного спуска.

- 4.

1. Теорема (критерий) оптимальности опорного плана. Доказательство теоремы.
2. Постановка и геометрический смысл задачи выпуклого программирования. Метод проекции градиента и метод центров для ее решения (без обоснования сходимости).

- 5.

1. Симплексная таблица в прямом симплекс-методе.
2. Метод наискорейшего спуска. Теорема его сходимости (с доказательством).

- 6.

1. Метод искусственного базиса (с обоснованием).
2. Теорема о глобальном и локальном минимуме (с доказательством).

- 7.

1. Симплексные таблицы в методе обратной матрицы и способ их пересчета (без обоснования метода).
2. Теорема сходимости метода обобщенного градиентного спуска (с доказательством).

- 8.

1. Лемма о ранге матрицы ограничений транспортной задачи с доказательством. (Привести вид матрицы).
2. Полный шаг в методах возможных направлений. Его геометрический смысл и способ отыскания.

- 9.

1. Метод потенциалов для решения транспортной задачи (с обоснованием).
2. Метод покоординатного спуска (без обоснования сходимости).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

◆ 10.

1. Обоснование способа нахождения вектора, входящего в базис в методе потенциалов.

2. Метод штрафных функций. Его геометрический смысл.

◆ 11.

1. Алгоритм симплексного метода (без обоснования).

2. Геометрический смысл субградиента. Отыскание субградиента для функции максимума (с обоснованием способа отыскания). Метод обобщенного градиентного спуска (без обоснования сходимости). Его геометрический смысл и реализация для гладких функций.

◆ 12.

1. Теорема оптимальности (критерий оптимальности) опорного плана (с доказательством).

2. Общая схема методов возможных направлений (понятия возможного направления, подходящего направления, полного шага). Способы построения подходящего направления в методах условного градиента и проекции градиента.

◆ 13.

1. Опорный план транспортной задачи. Доказательство опорности плана, построенного методом "северо-западного" угла.

2. Метод наискорейшего спуска и его геометрический смысл. Теорема сходимости метода (с доказательством).

◆ 14.

1. Метод обратной матрицы (без обоснования).

2. Метод условного градиента. Его геометрический смысл. Теорема сходимости метода (с доказательством).

◆ 15.

1. Модифицированный симплекс-метод (с обоснованием).

2. Способы отыскания точки выпуклого множества.

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.

Ч. 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

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

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

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

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 по дисциплине 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 Системное программирование, математическое моделирование .

Автор(ы):
Заботин И.Я. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Павлова М.Ф. _____
"__" _____ 201 __ г.