Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"

Московский институт электроники и математики
Департамент прикладной математики

Рабочая программа дисциплины
Методы оптимизации

для образовательной программы «Компьютерные системы и сети»
направления подготовки 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника» магистра

Разработчик(и) программы
Манита Л.А., к.ф.-м.н., доцент, lmanita@hse.ru

Одобрена на заседании департамента прикладной математики
«___»_____ 2015 г.
Руководитель департамента А. В. Белов _____ [подпись]

Рекомендована Академическим советом образовательной программы
«___»_____ 2015 г., № протокола_____

Утверждена «___»_____ 2015 г.
Академический руководитель образовательной программы
А.В.Вишнеков _____ [подпись]

Москва, 2015

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.

1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 09.00.00 Информатика и Вычислительная техника, обучающихся на магистерской программе «Компьютерные системы и сети», изучающих дисциплину Методы оптимизации.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры)";
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 09.00.00 Информатика и Вычислительная техника, Магистерская программа "Компьютерные системы и сети", утвержденным в 2015г.

2 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются освоение студентами методов исследования задач оптимизации. В процессе изучения дисциплины студенты получают знания основных математических методов решения оптимизационных задач, приобретают навыки математической формализации экстремальных прикладных задач, навыки самостоятельного освоения отдельных тем дисциплины.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать

- Основные методы решения конечномерных задач оптимизации;
- Методы решения многокритериальных задач;
- Методы принятия решений в условиях неопределенности,
- Методы вариационного исчисления и оптимального управления;

Уметь

- интерпретировать реальные задачи как задачи оптимизации, записывать их формальную математическую постановку;
- выбирать методы решения задач оптимизации
- использовать прикладные программы и разрабатывать алгоритмы для решения оптимизационных задач.

Иметь навыки (приобрести опыт)

- математической формализации экстремальных задач;
- численного решения оптимизационных задач;
- качественного исследования экстремальных задач.

Дисциплина «Методы оптимизации» способствует формированию у студентов следующих компетенций:

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-3	Демонстрирует способность самостоятельно освоить новые разделы теории и методы исследования оптимизационных задач	Самостоятельная работа студента
способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения	ОК-7	Демонстрирует способность самостоятельного поиска, анализа информации по темам, выносимым на самостоятельное изучение	Самостоятельная работа студента
знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности	ПК-3	Формализует проблему как оптимизационную задачу, выбирает метод ее решения, интерпретирует и анализирует результат	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина входит в блок Дисциплины (модули), базовая часть, программы подготовки магистра по направлению 09.00.00 Информатика и Вычислительная техника.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Алгебра и геометрия, Программирование.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Знать основные понятия и методы указанных дисциплин;
- Уметь логически правильно выстраивать рассуждения;

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

Методы принятия проектных решений,
Модели и методы принятия проектных решений,
Подготовка ВКР

Надежность технических систем.

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Основные понятия в теории оптимизации.	4	2			2
2	Конечномерные задачи безусловной оптимизации.	16	2	4		10
3	Задачи условной оптимизации. Метод множителей Лагранжа.	18	4	4		10
4	Выпуклые задачи.	10	2	2		6
5	Задачи линейного программирования.	10		4		6
6	Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана.	12		4		8
7	Многокритериальные задачи	8		2		6
8	Принятие решений в условиях неопределенности.	12		4		8
9	Задачи вариационного исчисления и оптимального управления.	24	4	6		14
	Итого	114	14	30		70

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год		Параметры **
		1 м	2 м	
Текущий (неделя)	Домашнее задание		*	
Промежуточный	экзамен	*		Письменная работа на 2 часа
Итоговый	Экзамен		*	Устный экзамен: в билете 2 вопроса с задачами

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Во 2 модуле выдается домашнее задание (в соответствии с РУПом). При выполнении домашнего задания студент должен продемонстрировать знания метода динамического программиро-

вания, методов нахождения решений в многокритериальных задачах, методы принятия решений в условиях неопределенности.

В течение 1-2 модулей студенты получают регулярно небольшие задания, выполнение которых учитывается в оценке за самостоятельную работу студента. Кроме того, на занятиях проводятся небольшие самостоятельные работы, цель которых - контроль освоения пройденного материала.

В течение 1-2 модулей студентам предлагается разобрать материал на заданную тему и провести мини-занятие (20-30 минут) с группой. При этом отрабатывается навык самостоятельного поиска информации, самостоятельному обучению новым методам, а также способность аргументированно и ясно строить устную речь. Оценивается последовательность изложения, ясность, способность ответить на возникающие вопросы (максимум – 4 балла)

7 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и задачи теории оптимизации.

Тема 1. Постановка задачи оптимизации. Понятие критерия оптимальности. Основные задачи оптимизации. Оптимальные решения.

(2 ч лекций)

Самостоятельная работа (2 ч)

Разобрать материал лекции 1, изучить соответствующие разделы рекомендуемых учебных пособий.

Раздел 2. Конечномерные задачи безусловной оптимизации

Тема 2. Условия оптимальности в одномерной задаче без ограничений.

(1 ч лекций + 2 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (4 часа)

Изучить материалы лекции 2. Решить задачи из текущего домашнего задания.

Тема 3. Знакоопределенные и знакопеременные матрицы. Критерий Сильвестра. (1 ч прак.зан.)

Самостоятельная работа (2 часа)

Изучить материалы лекции №2. Решить задачи из текущего домашнего задания.

Тема 4.Условия оптимальности в многомерной задаче без ограничений.

(2 ч лекций + 1 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (4 ч)

Изучить материалы лекции №2. Решить задачи текущего домашнего задания.

Раздел 3. Задачи условной оптимизации. Метод множителей Лагранжа

Тема 5. Геометрическая интерпретация задачи условной оптимизации. Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств. Условия оптимальности.

(2 ч лекций + 2 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (5 ч)

Изучить материалы лекции. Выполнение заданий текущего домашнего задания.

Тема 6. Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств и неравенств. Условия оптимальности. Интерпретация множителей Лагранжа. (2 ч лекций + 2 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (5 часов)

Изучить материалы лекций. Решить задачи текущего домашнего задания.

Раздел 4. Выпуклые задачи

Тема 8. Выпуклые множества и выпуклые функции. Выпуклая задача оптимизации. Локальные и глобальные решения в выпуклой задаче.

(2 ч лекций)

Самостоятельная работа (2 часа)

Изучить материалы лекции.

Тема 9. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна – Таккера.

(2 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (4 часа)

Решение задач по теме.

Раздел 5. Линейное программирование

Тема 10. Задачи линейного программирования. Основы симплекс-метода. Транспортная задача. Задача о назначении.

(2 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (3 часа)

Выполнение задания текущего домашнего задания.

Тема 11. Двойственные задачи в линейном программировании. Правила построения двойственной задачи. Основные теоремы двойственности.

(2 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (3 часа)

Выполнение индивидуального задания по теме «Линейное программирование».

Раздел 6. Динамическое программирование.

Тема 12. Задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Метод функциональных уравнений.

(4 ч практ.занятий)

Самостоятельная работа (8 часов)

Выполнение индивидуального задания по теме «Динамическое программирование».

Раздел 7. Многокритериальная оптимизация.

Тема 13. Задачи многокритериальной оптимизации. Подходы к решению задач многокритериальной оптимизации. Парето оптимальные решения.

(2 ч практ.занятий)

Самостоятельная работа (6 часов)

Выполнение индивидуального задания по теме «Многокритериальные задачи».

Раздел 8. Принятие решений в условиях неопределенности.

Тема 14. Задачи теории игр. Основные понятия и определения. Антагонистические игры. Матричная игра. Чистые и смешанные стратегии.

(2 ч практ.занятий)

Самостоятельная работа (4 часа)

Тема 15. Игры с природой. Различные критерии оптимальности: критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица, правило Лапласа.

(2 ч практ.занятий)

Самостоятельная работа (4 часа)

Раздел 9. Вариационное исчисление и оптимальное управление

Тема 16. Виды задач вариационного исчисления. Методы решения.

(2 ч лекций+ 2 ч практ.)

Самостоятельная работа (6 часов)

Тема 17. Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.

(2 ч лекций + 4 ч практических занятий)

Самостоятельная работа (8 часов)

8 Образовательные технологии

Занятия по курсу проходят в форме лекций и практических занятий. На практических занятиях разбираются методы решения задач. Для достижения хороших результатов при изучении дисциплины студентам необходимо самостоятельно дома решать задания, выданные преподавателем, а также разбирать материалы лекций или соответствующие темы в рекомендованных учебниках. Отдельные темы предлагаются студентам для самостоятельного изучения.

9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

9.1 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Постановка задачи оптимизации. Основные понятия.

2. Условия оптимальности в задачах безусловной оптимизации.

3. Знакоопределенные и знакопеременные симметрические матрицы. Собственные числа и знакоопределенность действительной симметрической матрицы. Критерий Сильвестра.

4. Задача условной оптимизации. Геометрическая интерпретация.

5. Условия оптимальности в задаче ограничениями в виде равенств.

6. Условия оптимальности в задаче с ограничениями в виде равенств и неравенств.

7. Выпуклые функции и выпуклые множества. Основные свойства.

8. Выпуклая задача оптимизации. Свойства решений в выпуклой задаче.

9. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна--Таккера.

10. Теорема Куна--Таккера в форме теоремы о седловой точке функции Лагранжа.

11. Интерпретация множителей Лагранжа в задачах условной оптимизации.

12. Задача линейного программирования в общей форме. Идея симплекс-метода.

13. Транспортная задача. Замкнутая и открытая модели транспортной задачи. Теорема о существовании решения в транспортной задаче. Метод запрета перевозок.

14. Задача о назначении как частный случай транспортной задачи. Существование решения в задаче о назначении.

15. Задача динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.

16. Многокритериальные задачи. Методы решения многокритериальных задач. Парето оптимальные решения.

17. Матричная игра. Цена игры. Решение в чистых стратегиях.

18. Смешанные стратегии в матричной игре.

19. Игры с природой.

20. Задача классического вариационного исчисления. Вариация функционала. Необходимые условия оптимальности.

21. Условный экстремум в задачах вариационного исчисления.

22. Задача оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.

10. Порядок формирования оценок по дисциплине.

1 модуль

Накопленная оценка за 1 модуль определяется следующим образом:

$$Z_{накопленная\ 1} = Z_{сам.работа\ 1}$$

Преподаватель оценивает самостоятельную работу студента: правильность выполнения регулярных домашних заданий, полнота освещения темы, которую студент готовит для выступления на занятии. Накопленная оценка по 10-балльной шкале определяется перед промежуточным экзаменом.

Промежуточная оценка за 1 модуль определяется следующим образом:

$$Z_{промежуточная\ 1} = 0{,}6 * Z_{накопленная\ 1} + 0{,}4 * Z_{промежуточный\ экзамен}$$

2 модуль

Накопленная оценка за 2 модуль определяется следующим образом:

$$Z_{накопленная\ 2} = 0{,}6 * Z_{дом.задание\ 1} + 0{,}4 * Z_{сам.работа\ 2}$$

Итоговые оценки определяются следующим образом:

$$Z_{накопленная\ Итоговая} = (Z_{промежуточная\ 1} + Z_{накопленная\ 2}):2$$

В диплом выставляет *результирующая оценка* по учебной дисциплине, которая формируется по следующей формуле:

$$Z_{результ} = 0{,}6 * Z_{накопленная\ Итоговая} + 0{,}4 * Z_{итоговый\ экзамен}$$

Если накопленная оценка $Z_{накопленная}$ выше 7 баллов, преподаватель вправе освободить от сдачи зачета, с выставлением им в зачетную ведомость соответствующего числа баллов (8, 9, 10 баллов). Студент может отказаться и сдавать экзамен.

Способ округления оценок арифметический.

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Базовый учебник

1. Галеев Э.М Оптимизация: теория, примеры, задачи. — М.: Эдиториал УРСС, 2010..
2. Петровский А.Б. Теория принятия решений. – М.: Академия, 2009, 400 с.

10.2 Основная литература

3. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. — М.: Физматлит, 2005.
4. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Лань, 2009.

10.3 Дополнительная литература

5. Sundaram, R. K. A first course in optimization theory. Cambridge University Press, 2011. - 357 с.
6. Aoki, Masanao. Introduction to Optimization Techniques: Fundamentals and Applications on Nonlinear Programming . Macmillan, 1971
7. Murty K. G. Optimization for decision making. Springer, 2010. - 482 с.
8. B. D. Craven Control and Optimization. Chapman& Hall, London. 1998.
9. Kamien, M. I. Dynamic optimization. Dover Publication, Inc., 2012. - 377 с.

10. Алексеева Е. В., Кутненко О. А., Плясунов А. В. Численные методы оптимизации. Учеб. пособие . - Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2008. http://math.nsc.ru/LBRT/k5/Plyasunov/Posobie3.pdf

11. Рейзлин В.И. Методы оптимизации. – Томск, ТПУ. Электронный учебник: http://109.123.146.125/

10.4 Программные средства

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:

- Microsoft Excel,
- Mathematica.

10.5 Дистанционная поддержка дисциплины

Домашние задания отправляются студентам по e-mail. Выполненные задания студенты отправляют преподавателю, он осуществляет их предварительную проверку. Доступны электронные версии некоторых пособий (список литературы).