

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»**

Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании УМС
ИАТЭ НИЯУ МИФИ Протокол от
30.08.2022 № 2-8/2022

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

09.04.01 - Информатика и вычислительная техника

программа:

Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

Программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры).

Программу составил:

_____ Антонов А.В., профессор кафедры АСУ, д.т.н.

Рецензент(ы):

_____ Сальников Н.Л., д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных систем ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Программа рассмотрена на заседании отделения Интеллектуальных кибернетических систем (О)
(протокол № _____ от «_____» _____ 2022 г.)

Руководитель магистерской программы 090401
«Информатика и вычислительная техника»

_____ Старков С.О.

« _____ » _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ».

1. Современные подходы к проблематике дисциплины

При реализации программы дисциплины «**Методы оптимизации**» используются различные методы изложения лекционного материала в зависимости от конкретной темы – вводная, установочная, подготовительная лекции, лекции с применением техники обратной связи, лекция-беседа. С целью проверки усвоения студентами необходимого теоретического минимума, проводятся экспресс - тесты по лекционному материалу в письменной форме.

Занятие по дисциплине состоит из потоковых лекций и групповых практических занятий и лабораторных работ. В лекциях излагаются основные понятия и теория построения математических конструкций, теоремы и их доказательство.

На практических занятиях с помощью решения практических задач отрабатываются теоретические положения лекции.

На практических занятиях, с целью достижения максимального положительного эффекта, основное внимание уделяется индивидуальному подходу в обучении студентов.

Методы обучения:

Словесный: в лекциях излагаются основные понятия и теория построения математических конструкций, теоремы и их доказательство.

Практический: на практических занятиях с помощью решения задач отрабатываются теоретические положения лекции, отрабатываются методика решения и практические навыки. Обращается внимание на более рациональные методы решения, на свойства некоторых операций.

Консультации представляют собой своеобразную форму проведения лекционных занятий, основным содержанием которых является разъяснение отдельных, часто наиболее сложных или практически значимых вопросов изучаемой программы.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление полученных навыков и на приобретение новых теоретических и фактических знаний, выполняется в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением (учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций). Практикуется самостоятельная работа по постановке и решению индивидуальных оригинальных прикладных задач.

2. Образовательные технологии

Основным методом изучения тем, вынесенных в лекционный курс, является информационно-объяснительный метод с элементами проблемных ситуаций и заданий студентам. На практических занятиях основным является поисковый метод, связанный с решением различных типов задач. Средствами обучения является базовый учебник, дополнительные пособия для организации самостоятельной работы студентов, демонстрационные материалы, компьютерные обучающие программы, сборники задач.

Приемами организации учебно-познавательной деятельности студентов являются приемы, направленные на осмысление и углубление предлагаемого содержания и приемы, направленные на развитие аналитико-поисковой и исследовательской деятельности.

Важно четко представлять структуру курса, уметь выделить в каждом разделе основные, базовые понятия, обозначенные минимумом содержания, определенного государственным образовательным стандартом.

Для активизации образовательной деятельности с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, используются формы проблемного, контекстного, индивидуального и междисциплинарного обучения.

.2.1. Активные и интерактивные формы проведения занятий

Основным методом изучения тем, вынесенных в лекционный курс, является информационно-объяснительный метод с элементами проблемных ситуаций и заданий студентам. На практических занятиях основным является поисковый метод, связанный с решением различных типов задач.

Средствами обучения является базовый учебник, дополнительные пособия для организации самостоятельной работы студентов, демонстрационные материалы, компьютерные обучающие программы, сборники задач.

Приемами организации учебно-познавательной деятельности студентов являются приемы, направленные на осмысление и углубление предлагаемого содержания и приемы, направленные на развитие аналитико-поисковой и исследовательской деятельности.

Важно четко представлять структуру курса, уметь выделить в каждом разделе основные, базовые понятия, обозначенные минимумом содержания, определенного государственным образовательным стандартом.

.2.2. Организация и контроль самостоятельной работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов проводится в основном посредством изучения литературы, анализа лекционного материала, решения задач (большинство задач, предлагаемых для самостоятельной работы, составлено таким образом, чтобы обеспечить индивидуализацию работы студента: предусмотрена возможность различных комбинаций объясняющих переменных, выбор различной объясняемой (зависимой) переменной). Поощряется и такой вид самостоятельной работы студентов, как изготовление наглядных пособий, сбор необходимой статистической информации, подготовка письменных заданий по изучаемой теме.

К видам самостоятельной работы относится также выполнение расчетных работ по индивидуальным самостоятельным заданиям.

Контроль за самостоятельной работой студентов заключается в опросах, собеседовании, проверке индивидуальных самостоятельных заданий.

3. Принципы и критерии оценивания результатов обучения

Общая оценка успеваемости студента по предмету выставляется за совокупный результат активного участия студента в практических занятиях, регулярного выполнения домашних заданий, написания экспресс - тестов по лекционному материалу, самостоятельных работ, контрольных работ, аудиторной работы и итогового тестирования. Оценка зависит не только от количества решенных задач, но и от уровня их сложности.

Для оценки результатов обучения используется четырехбалльная количественная шкала («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Соотношение четырехбалльной шкалы и стобальной: «отлично» - 90-100 б., «хорошо» - 75-89 б., «удовлетворительно» - 60-74 б.

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полные знания учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работе по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

4. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература

1. Антонов А.В. Системный анализ. Учеб. для вузов / А.В. Антонов. – М.: Высшая школа, 2004/2006/2008 гг. –454 с.: ил. (100 экз.) (Гриф УМО по университетскому политехническому образованию)
2. Пантелеев А.В, Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. –М.: Высшая школа, 2005 г. – 544 с.
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. –М.: Высшая школа, 2002 г. – 840 с.
4. Методы оптимизации в примерах и задачах / Бирюков Р.С., Городецкий С.Ю., Григорьева С.А., Павлючонок З.Г., Савельев В.П. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 101 с.
5. Лемешко, Б.Ю. Л 442 Методы оптимизации: Конспект лекций / Б.Ю. Лемешко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 126 с.

б) дополнительная учебная литература

1. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. –М.: Высшая школа, 2004 г. – 616 с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Наука, 1980. – 208 с. (10 экз.)
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.И. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989. – 386 с. (10 экз.)
4. Исследование операций: В 2-х томах. Пер. с англ./ Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. –М.: Мир, 1981 г. Т.1 – Методологические основы и математические методы, 712 с.
5. Исследование операций: В 2-х томах. Пер. с англ./ Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. –М.: Мир, 1981 г. Т.2 – Модели и применения, 677 с

5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Материалы открытой энциклопедии Wikipedia // Корневая URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Системный анализ](http://ru.wikipedia.org/wiki/Системный_анализ)
2. Материалы сервера информационных технологий // URL: <http://citforum.ru/database/>
3. Ресурсы портала «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» / Раздел «Кибернетика» // URL: http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.7
4. Ресурсы электронно-библиотечной системы Центра информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ // URL: www.library.mephi.ru (по подписке)
5. Ресурсы научной электронной библиотеки elibrary.ru // URL: www.elibrary.ru (по подписке)
6. Ресурсы электронно-библиотечной системы издательства «Лань» // URL: www.e.lanbook.com (по подписке)
7. Ресурсы электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий // URL: www.iqlib.ru (по подписке)

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий,

	словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии и лабораторной работе. Уделить внимание следующим понятиям: Этапы системного анализа, классификация систем, характеристика задач системного анализа, особенности задач системного анализа, модель системы, способы описания систем. декомпозиция систем, агрегирование, анализ и синтез.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение выбранной предметной области, включая задачи построения модели системы, постановки задачи исследования и решения поставленной задачи.. Формулирование требований к объекту системного анализа. При проведении системных исследований объекта опираться на последовательность процедур анализа. При поиске решений системного анализа использовать принцип оптимальности.
Курсовая работа	Не предусмотрена
Контрольная работа	Ознакомиться с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, основополагающие термины.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Материалы открытой энциклопедии Wikipedia // Корневая URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> Системный анализ
2. Материалы сервера информационных технологий // URL: <http://citforum.ru/database/>
3. Ресурсы портала «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» / Раздел «Кибернетика» // URL: http://window.edu.ru/library/resources?p_rubr=2.2.75.6.21
4. Текстовый редактор Microsoft Word (подготовка отчета) или другое программное обеспечение аналогичного назначения.
5. Электронный учебник по курсу, состоящий из трех частей:
 - 1) методология системного анализа. Построение моделей;
 - 2) математические модели и методы;
 - 3) выбор и принятие решений в системном анализе.

В учебнике представлена теоретическая часть курса дополненная практическими примерами по соответствующим разделам. В учебнике имеется возможность навигации по соответствующим главам, параграфам, имеется возможность автоматического поиска формул, понятий и определений, ссылок на литературу.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Класс персональных ЭВМ, видеопроектор, компьютер, текстовый редактор Microsoft Word для подготовки отчетов.

9. Иные сведения и (или) материалы

9.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Часов в интерактивной форме – 28.

Лекционный материал основан на большом количестве примеров из реальной практики построения моделей систем и проведения системных исследований.

Изучение дисциплины включает в себя освоение современных высокотехнологичных средств системного исследования и анализа структур.

Практические занятия проводятся с использованием современного программного обеспечения, в том числе и авторского. Практические занятия включают в себя элементы деловых игр, исследовательских и аналитических задач. В ходе этих занятий студенты знакомятся с богатым опытом многолетней практической работы по анализу систем на крупных предприятиях.

На первом этапе студенты изучают предметную область в максимально реальной обстановке (по мере возможности). В ходе практических занятий происходит публичное обсуждение результатов обследования. Студенты высказывают свои мнения и дополняют построенную модель.

Каждый студент выполняет три ИДЗ на индивидуальную тему. В этой работе принимают участие все студенты, происходит коллективное обсуждение результатов и итерационное усовершенствование созданного продукта.

9.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Самостоятельная работа посвящена домашней проработке индивидуальных заданий практических занятий и лабораторных работ.

Раздел	Тема	Число часов
1.	Введение в методы оптимизации	4
1.1.	Введение	2
1.2.	История развития методов оптимизации	2
2.	Безусловная оптимизация функций	10
2.1.	Основные положения безусловной оптимизации	5
2.2.	Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума	5
3.	Многомерная условная оптимизация	14
3.1.	Формулировка задачи нелинейного программирования	3
3.2.	Ограничения в виде равенств	4
3.3.	Ограничения в виде неравенств	4
3.4.	Необходимые и достаточные условия условного экстремума	3
4.	Линейное программирование	18
4.1.	Постановка задачи линейного программирования	3
4.2.	Симплексные преобразования	5
4.3.	Двойственная задача линейного программирования	5
4.4.	Метод искусственных переменных	5
5.	Численные методы	11
5.1	Организация вычислительного процесс	2
5.2	Метод последовательных приближений.	3

Раздел	Тема	Число часов
5.3	Численное интегрирование	3
5.4	Методы поиска оптимального значения функции	3

Вопросы и задания для самоконтроля по всем темам:

1. Оцените предмет дисциплины, структура и место курса в подготовке магистра.
2. Классификация оптимизационных задач.
3. Понятие целевой функции.
4. Развитие теории оптимизации в 20-м веке.
5. Постановка задачи безусловной оптимизации.
6. Глобальные и локальные точки экстремума.
7. Поверхность уровня функции.
8. Градиент функции.
9. Матрица Гессе.
10. Свойство выпуклости функций.
11. Необходимые условия экстремума первого и второго порядка
12. Достаточные условия экстремума.
13. Способы проверки выполнения условий экстремума.
14. Постановка задачи условной оптимизации.
15. Оптимизируемый функционал.
16. Функции-ограничения.
17. Максимизация функции двух переменных.
18. Функция Лагранжа. Множитель Лагранжа.
19. Необходимые условия максимума функции.
20. Задача условной оптимизации функции многих переменных.
21. Постановка задачи условной оптимизации функционала с ограничениями в виде неравенств.
22. Решение задачи методом множителей Лагранжа.
23. Условия Куна-Такера.
24. Градиент обобщенной функции Лагранжа.
25. Второй дифференциал обобщенной функции Лагранжа.
26. Первый дифференциал ограничения.
27. Необходимые условия экстремума первого и второго порядка.
28. Достаточные условия экстремума первого и второго порядка.
29. Формулировка задачи линейного программирования.
30. Векторная форма задачи линейного программирования.
31. Каноническая форма.
32. Графическая интерпретация задачи линейного программирования.
33. Понятие базисного решения.
34. Метод симплекс-таблиц.
35. Фиктивные переменные.
36. Направляющий столбец. Направляющая строка. Направляющий элемент.
37. Пример решения задачи линейного программирования.
38. Соотношение прямой и двойственной задач.

39. Экономическая интерпретация прямой и двойственной задач.
40. Теоремы двойственности.
41. Способ нахождения решения двойственной задачи.
42. Правило решения задач минимизации.
43. Понятие искусственной переменной.
44. Цель расчетов, проводимых численными методами.
45. Роль математических методов при проведении численных расчетов.
46. Планирование порядка проведения расчетов.
47. Метод последовательных приближений.
48. Усовершенствованный метод последовательных приближений.
49. Метод Ньютона–Рафсона.
50. Постановка задачи численного интегрирования.
51. Метод прямоугольников.
52. Метод трапеций.
53. Ошибка интегрирования метода трапеций.
54. Усовершенствованный метод трапеций.
55. Правило Симпсона.
56. Вычисление интегралов с бесконечными пределами.
57. Метод деления отрезка пополам.
58. Метод золотого сечения.
59. Метод прямого поиска оптимального значения функции.

19.3. Краткий терминологический словарь

Градиент	Матрица –строка Якоби
Задача линейного программирования	Простейший тип оптимизационных задач, в которых и оптимизируемый функционал и ограничения представлены в виде линейных форм
Задача линейного программирования	Тип оптимизационных задач, в которых оптимизируемый функционал и ограничения (либо одна из форм) представлены в виде нелинейных форм
Задача дискретного программирования	Тип задач линейного программирования, в которых решение ищется на конечном или счетном множестве
Интерполяция	Процесс построения интерполяционной функции или процесс нахождения промежуточных значений табличной функции
Матрица Гессе	Матрица вторых частных производных оператора
Матрица Якоби	Матрица частных производных оператора
Погрешность	Отклонение оценки от точного значения параметра
Симплекс-метод	Метод решения задач линейного программирования путем поиска базисного решения с последующим переходом от одного базиса к другому таким образом, чтобы целевая функция стремилась к экстремуму
Функция Лагранжа	Функция, которая представляет собой сумму целевой функции и функций ограничений, каждая из которых умножена на некоторый коэффициент