

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.02.2023 10:27:06
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4aa51e7373a7e2

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Java технологии

Цель дисциплины:

освоение студентами фундаментальных знаний в области JAVA-технологий.

Задачи дисциплины:

- 1) формирование базовых знаний в области JAVA-технологий, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку программистов и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- 2) обучение студентов принципам создания программ на основе JAVA-технологий для современных процессоров;
- 3) формирование подходов к выполнению исследований студентами JAVA-технологий в области в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики и информатики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в информатике и их приложениях;
- основы языка Java. Инструменты Java и JDK;
- введение в объектно-ориентированное программирование;
- обзор существующих библиотек классов.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

- работать на современном компьютерном оборудовании;
- программировать с помощью JAVA-технологий.

владеть:

- техническими средствами разработки программ, исполняющихся на платформе JAVA;
- библиотеками и прикладными программными интерфейсами, используемыми при разработке программ, и понимать их применимость к задачам;
- навыками самостоятельной работы при разработке и отладке программ на языке JAVA.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Знакомство с платформой Java.

Язык Java, его история и положение по отношению к другим языкам. Основные свойства и преимущества на сегодняшний день. Garbage collector. Версии языка. Типы Java приложений.

Лексика. Пробелы, комментарии, лексемы. Идентификаторы, ключевые слова, литералы, операторы, разделители.

Основные средства Java SDK.

2. Типы данных. Переменные (объявление, инициализация, final). Простые и ссылочные типы данных.

Переменные (объявление, инициализация, final). Простые и ссылочные типы данных. Все простые типы данных. Операции над простыми и объектными

значениями. Литерал null. Классы Object, Class, String. Основные методы класса Object. Применение типов.

3. Объявление классов. Реализация интерфейсов. Тело класса. Объявление полей и методов. Сигнатура методов.

Реализация интерфейсов. Тело класса. Объявление полей и методов. Сигнатура методов. Конструкторы. Инициализаторы.

4. Объектная модель. Модификаторы. Абстрактные методы.

Модификаторы. Абстрактные методы. Статические элементы. Ключевые слова this и super. Наследование. Полиморфизм.

5. Объявление интерфейса. Наследование интерфейсов.

Наследование интерфейсов. Возможные противоречия при наследовании и реализации интерфейсов.

Массивы. Типы массивов. Объявление и создание массивов. Доступ к элементам массива. Инициализаторы массивов.

6. Приведение типов.

Приведение типов. Виды приведений (сужение, обобщение, приведение к String, запрещенные).

Применение приведений.

7. Исключения.

Исключения. Причина возникновения исключительных ситуаций. Проверки компилятора.

Обработка исключений. Дерево классов.

8. Ход выполнения программы.

Ход выполнения программы. Механизм Assert.

Циклы while, for. Выражение switch. Использование continue и break.

Использование assert.

9. Потоки выполнения и блокировки.

Потоки выполнения и блокировки. Преимущества многопоточной архитектуры. Модель потоков в Java. Организация и порождение потоков. Методы синхронизации. Ожидание и уведомление.

10. Базовые пакеты java.lang и java.util

Базовые пакеты java.lang и java.util. Основные классы этих пакетов: wrapper-классы, операции со строками, системные классы, клонирование, способы хранения набора объектов, Observer/Observable, работа со случайными числами, ресурсы, время и дата и др.

11. Графический пользовательский интерфейс и библиотеки AWT, Swing.

Графический пользовательский интерфейс и библиотеки AWT, Swing. Дерево компонент. Вспомогательные классы. Принципы отрисовки. Модель сообщений. Менеджеры компоновки. Меню. Апплеты.

12. Пакет java.io и java.net.

Пакет java.io и java.net. Работа с потоками. Работа с файлами. Новые классы для работы с символами.

13. Работа с потоками.

Работа с потоками. Основы TCP/IP. Классы URL и URLConnection. Поддержка TCP. Поддержка UDP.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Автоматизация научных исследований

Цель дисциплины:

Абстрактная - научиться точно, ясно, красиво излагать свои и чужие идеи.

Конкретная - написать научную статью, которая была бы принята другими исследователями, работающими в нашей области; сделать доклад.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами навыков подготовки научных докладов и презентаций, написания научных статей.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории интеллектуального анализа данных;
- современные проблемы интеллектуального анализа данных.

уметь:

- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- применять современные математические методы интеллектуального анализа данных;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования прикладных задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;

- навыками теоретического анализа реальных задач интеллектуального анализа данных;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Подготовка презентации.

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Защита диссертации. Конференция. Выступление на семинаре.

2. Правила оформления научных работ. Построение научного доклада.

Рекомендуемые обозначения

NB Заготовка для русскоязычной статьи со стилевым пакетом журнала «Вычислительные технологии», ZIP

NB Шаблон презентации Beamer-TeX

Elsevier's guide to publication

elsarticle.cls A better way to format your submission

Author Artwork Instructions

The elsarticle LaTeX document class

Russian: `\usepackage[cp1251]{inputenc} \usepackage[russian]{babel}`

Ключевые слова по MSC-кодам[1] Стилистика научного языка. Вступление, основная часть, заключение доклада. Этапы подготовки доклада.

3. Принципы написания научной статьи. Черновик. План статьи.

Объем статьи. Иллюстрации. Структура статьи. Формулы. Аннотация. Список литературы.

Название.

Аннотация.

Ключевые слова (используются те, которые дали хорошие результаты поиска).

Введение (примерно страница, далее — по абзацам, примерный план).

Основное сообщение — чему посвящена работа (одна-две фразы)

Обзор литературы — развитие предлагаемой идеи (не более двух абзацев)

Современное состояние области (два-четыре абзаца)

Что предлагается (два абзаца)

Как организована работа (предложение или два)

Постановка задачи (примерно страница).

Дано (как устроена выборка).

Предполагается, что (статистические гипотезы, гипотезы порождения данных)

Ограничения и другие предположения о характере данных.

Функционал или критерий качества искомой модели, решения (часто вытекает из гипотезы порождения данных).

Дополнительные требования (разбиения выборки, скользящий контроль, требования к мультиколлинеарности и подобное).

Решение: математическая часть (тут название первого раздела).

Сейчас (в д-2) ожидается схема решения.

Другие разделы.

Решение: алгоритмическая часть (часто уходит в следующий раздел).

Вычислительный эксперимент (не входит в д-2, но если есть результаты — желательно вставить).

Описание задачи, кратко.

Описание данных, достаточно, чтобы воспроизвести эксперимент самостоятельно.

Описание алгоритма или ход эксперимента.

Описание полученных результатов.

Выводы, сравнение результатов, полученных альтернативным путем.

Заключение (пишется в последнюю очередь).

Желательно вставить ссылку на `mlalgorithms/ваша_папка` для того, чтобы другие исследователи могли проверить результаты или использовать их в дальнейшей работе.

Литература (входит в д-1 и д-2).

Литература должна у вас уже быть по результатам доклада-1 (даже если она не вся указана во введении, пожалуйста, приведите полный список).

Аннотация: изложение краткого содержания и основных результатов (не более 600 знаков).

Введение: раскрытие темы статьи, общая постановка задачи, обзор литературы, описание подхода к решению задачи (от одной до двух страниц).

Постановка задачи: полная формальная постановка, введение обозначений, принятие необходимых гипотез, задание функционалов качества (одна страница).

Описание алгоритма (возможно несколько разделов): математическое описание предлагаемого алгоритма, исследование его свойств, доказательство необходимых теорем.

Вычислительный эксперимент: описание исходных и производных данных, описание технической части алгоритма (если необходимо), описание результатов, сравнение их с результатами других алгоритмов; крайне желательны иллюстрации.

Заключение: сжатое изложение результатов (1/4 страницы).

Список литературы: желательно найти опорные статьи за последние 10 лет, максимально покрывающие тематику (не менее 20 статей).

Общий объем работы — 6-8 страниц. Совет: иллюстрации желательно планировать заранее и писать код таким образом, чтобы иллюстрацию можно было бы перерисовать на любом этапе работы над статьей.

Как писать тезисы и аннотации.

Написание отчетов и статей (рекомендации).

4. Подготовка презентации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Актуарная математика

Цель дисциплины:

-знакомство студентов с основами прикладной теории случайных процессов, а именно, математики страхового дела. Это необходимо для дальнейшей сдачи экзамена на звание актуария, если таковое желание у слушателей возникнет. Специальность актуария считается в финансовом мире Запада второй после банкира.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области актуарной математики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области актуарной математики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области актуарной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и законы теории вероятностей, случайных процессов, математической статистики;
- современные проблемы соответствующих разделов страхового дела;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла актуарной математики;
- основные свойства соответствующих математических моделей;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач актуарной математики.

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач актуарной математики;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач актуарной математики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области актуарной математики в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач актуарной математики;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов актуарной математики;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов актуарной математики;
- предметным языком актуарной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Теория полезности и страхование. Теорема об оптимальном страховании.

Существование и способы задания функций полезности. Теорема о возможности заключения взаимовыгодного договора между страховщиком и страхователем. Теорема об оптимальном страховании с франшизой.

2. Модели краткосрочного страхования.

Модели краткосрочного страхования жизни.

Аппроксимация суммы случайных исков с помощью нормального распределения и распределения Пуассона.

Формулы для распределения вероятностей суммы целочисленных случайных исков.

3. Модели долгосрочного страхования.

Функции выживания. Остаточное и округленное остаточное время жизни. Их математические ожидания и дисперсии. Интенсивность смертности. Таблицы продолжительности жизни. Связь табличных величин с функцией выживания. Интерполяция непрерывных актуарных функций дискретными табличными величинами.

Аналитические законы смертности. Простейшая модель долгосрочного страхования. Смешанное страхование жизни. Разовые нетто-премии. Отсроченное страхование. Виды страхования с переменной страховой выплатой. Страхование с выплатой в конце года смерти. Перестрахование. Рекуррентные уравнения и коммутационные функции.

4. Аннуитеты.

Введение в финансовую математику. Потоки платежей. Понятие аннуитета. Актуарная приведённая стоимость аннуитета. Непрерывные аннуитеты. Дискретные аннуитеты. Аннуитеты с кратными годовыми выплатами.

Аннуитеты с переменными выплатами.

5. Распределенные нетто- премии.

Нетто-премии с выплатами, распределенными по годам. Модели с непрерывными выплатами премий.

Нетто-премии в моделях с ежегодными выплатами.

Нетто-премии при кратных ежегодных выплатах.

6. Нетто резервы.

Резервы нетто-премий в непрерывных моделях. Четыре вида формул для резервов нетто-премий в непрерывных моделях.

Резервы нетто-премий в дискретных и непрерывных моделях. Рекуррентные формулы для резервов нетто-премий в дискретных моделях. Распределение потерь по годам действия полиса. Теорема Хэттендорфа. Дифференциальное уравнение Тиле для резервов нетто-премий в непрерывных моделях.

7. Групповые страхования.

Страхование жизни нескольких лиц. Состояние совместной жизни, состояние выживания последнего.

Общее симметрическое состояние. Теорема Шуэтта– Несбитта.

Примеры асимметричных аннуитетов и видов страхования.

8. Специальные виды страхования. Основы теории разорения.

Специальные типы годовых выплат:

- а) пожизненный аннуитет с n -летними гарантированными выплатами;
- б) аннуитет с компенсирующей доплатой;
- в) страхование семейного дохода.

Страхование пенсионных выплат.

Модели коллективных рисков. Роль производящих функций моментов в анализе коллективных рисков.

Теория разорения. Модель Крамера–Лундберга. Коэффициент Лундберга и его связь с вероятностью разорения.

9. Теория полезности и страхование. Теорема об оптимальном страховании.

Теория полезности

Страхование и полезность

Элементы страхования

Оптимальное страхование

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Алгебра логики, комбинаторика, теория графов

Цель дисциплины:

Знакомство с базовыми понятиями алгебры логики, комбинаторики, теории графов (АЛКТГ). Развитие математической культуры доказательств. Изучение фундаментальных разделов, относящихся к дискретной математике - АЛКТГ, необходимых для успешного прохождения последующих курсов алгоритмического цикла.

Задачи дисциплины:

- научить студентов работать с формальными определениями, изучать доказательства и решать задачи с использованием доказательств;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в областях алгебры логики, комбинаторики и теории графов (АЛКТГ);
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области АЛКТГ;
- мотивация студентов к проведению собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории дискретной математики (АЛКТГ);
- современные проблемы соответствующих разделов дискретной математики (АЛКТГ);
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла АЛКТГ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной математики (АЛКТГ).

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач АЛКТГ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач АЛКТГ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области АЛКТГ в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач АЛКТГ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов АЛКТГ;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Алгебра логики.

Высказывания и логические связки. Булевы функции и способы их задания: таблицы истинности, формулы, вектор значений. Законы коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности, приоритет операций. Законы поглощения. Равенство булевых функций (и булевых формул). Существенные и фиктивные переменные.

2. Множества и логика.

Множества и операции над ними. Связь алгебры логики и алгебры множеств: предикаты, юнивърсум и дополнение, законы де Моргана, кванторы, эквивалентность тождеств алгебры множеств и алгебры логики, импликация и включение множеств, контрапозиция.

3. Математические определения, утверждения и доказательства.

Определение, утверждение, теорема, критерий. Запись утверждений в кванторах (формулы первого порядка). Методы доказательств: контрапозиция, индукция, от противного, конструктивные (примеры и контрпримеры), неконструктивные.

4. Графы

Графы I. Неориентированные графы.

Определение неориентированных графов Степень вершины. Сумма степеней вершин — удвоенное количество рёбер. Число людей, сделавших нечётное число рукопожатий, чётно. Теоретико-множественные операции с графами. Определение подграфа Определение путей и циклов (через подграфы). Связные графы и компоненты связности (через подграфы).

Графы II. Деревья.

Связность. Теорема «#компонент связности $\geq |V| - |E|$ ». Маршруты и замкнутые маршруты. Между двумя вершинами графа есть путь, если между ними есть маршрут. Деревья. Теорема об эквивалентности четырёх свойств. Расстояние между вершинами, диаметр графа. Диаметр любого связного графа не превосходит $|V| - 1$. Двураскрашиваемый граф. Граф двураскрашиваемый тогда и только тогда, когда нет циклов нечётной длины. Эйлеровы маршруты.

5. Двудольные графы, паросочетания и функции.

Двудольные графы и паросочетание. Теорема Холла (без доказательства). Функции (область определения, множество значений, образ, полный прообраз). Отображения (всюду определённые функции): инъекции, сюръекции, биекции. Отображения и задача о назначениях. Изоморфизм графов. Доказательство теоремы Холла*.

6. Комбинаторика

Комбинаторика I. Правила суммы и произведения.

Отображения и подсчёты. Правило суммы. Правило произведения — биекция с декартовым произведением множеств. Число двоичных слов длины n . Число подмножеств n -элементного множества. Размещения. Перестановки. Подсчёт количества слов длины k с разными буквами. Подсчёты с кратностью: сколько различных слов можно составить из слова «Математика»? Число сочетаний. Количество k -элементных подмножеств n -элементного множества. Дискретная вероятность.

Комбинаторика II. Биномиальные коэффициенты.

Количество путей по узлам клеток (вправо и вверх) из $(0,0)$ в (i,j) есть число сочетаний из $i+j$ по i . Треугольник Паскаля и его свойства: симметрия, возрастание биномиальных коэффициентов к середине, оценка центрального коэффициента. Бином Ньютона и биномиальные коэффициенты. Рекуррентное соотношение. Сумма биномиальных коэффициентов и её комбинаторный смысл. Знакопеременная сумма биномиальных коэффициентов. Комбинаторные доказательства. Рекуррентное соотношение на биномиальные коэффициенты в треугольнике Паскаля. Задача о командире и солдатах. Метод точек и перегородок. Формула Муавра. Число мономов степени d . Число сочетаний с повторениями. Числа Фибоначчи. Числа Каталана (доказательство явной формулы).

Комбинаторика III. Формула включений-исключений.

Характеристические функции. Доказательство формула включений-исключений. Примеры: количество чисел от 1 до 1000 не делящихся ни на 3, ни на 5, ни на 7; связь со знакопеременной суммой биномиальных коэффициентов; подсчёт сюръекций. Подсчёт числа отображений (всюду определённых функций), функций, инъекций, биекций из n -элементного множества в n -элементное множество Множества и функции. Смысл обозначений $2A$ для множества всех подмножеств и YX для множества отображений из X в Y . Принцип Дирихле: при $m > n$ нет инъекции из $\{1, \dots, m\}$ в $\{1, \dots, n\}$.

7. Бинарные отношения. Отношения эквивалентности.

Формальное определение отношений и их свойств: рефлексивность, транзитивность, симметричность, антисимметричность. Задание бинарного отношения таблицей, двудольным графом, перечислением пар. Примеры отношений эквивалентности: рациональные числа, равные и подобные треугольники, неопределённые интегралы. Формальное определение. Т.: Классы эквивалентности не пересекаются или совпадают. Теоретико-множественные операции с отношениями. Операция обращения. Описание с помощью булевых матриц. Композиция отношений (связь с базами данных).

8. Ориентированные графы и отношения порядка.

Определение ориентированного графа. Исходящие и входящие степени — аналог формулы суммы степеней для неориентированного графа. Компоненты сильной связности. Т.: Следующие условия для ориентированного графа равносильны:

- Каждая компонента сильной связности тривиальна (состоит из одной вершины).
- Граф ациклический.
- Вершины графа можно занумеровать так, что рёбра идут только от вершин с меньшим номером к вершинам с большим номером.

Примеры отношений (частичного) порядка, формальное определение. Линейный порядок. Отношение непосредственного следования и его граф (диаграмма Хассе). Покоординатный порядок. Булев куб — двоичные слова, упорядоченные покоординатно.

9. Булевы функции.

Алгоритм построения ДНФ (и КНФ) по таблице истинности Определение булевых схем, реализующих булевы функции, через последовательности присваиваний и графов (стандартный базис). Задание функции булевой схемой (последовательностью присваиваний) Формулы—схемы специального вида Общее определение схем (для произвольного базиса). Базис — полный базис. Монотонные функции: неполнота монотонного базиса $\{\wedge, \vee\}$, связь с множествами (монотонность по включению), раскраска булева куба, оценка числа монотонных булевых функций. Многочлены Жегалкина. Классы Поста. Формулировка теоремы Поста.

10. Производящие функции.

Определения и примеры. Производящая функция бинома Ньютона Свойства, нужные для математического анализа (экспонента растёт быстрее полинома и т.п.). Применение для решения комбинаторных задач Задача Муавра. Задача о счастливых билетах. Найти число целочисленных решений системы уравнений вида $x_1+x_2+\dots+x_k=n$ с ограничениями на значения переменных. Число разбиений n на различные слагаемые совпадает с числом разбиений n на нечётные слагаемые. Свёртки. Пример использования для вычисления производящей функции последовательности. Числа Каталана. *Общий метод для линейно-рекуррентных последовательностей. Числа Стирлинга первого рода (без знака). Задача о числе беспорядков. Числа Фибоначчи. Числа Стирлинга второго рода. Числа Белла.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Алгоритмы вычислительной геометрии

Цель дисциплины:

- изучение слушателями математических и алгоритмических основ анализа и классификации изображений;
- знакомство с практическими приложениями математических методов анализа и классификации изображений.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области распознавания изображений;
- освоение математических методов решения задач анализа и классификации изображений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и теории обработки изображений;
- математические методы решения задач анализа и классификации изображений;
- основные области применения этих методов.

уметь:

- применять математические методы решения задач анализа и классификации изображений к практическим задачам.

владеть:

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач анализа и классификации изображений.

Темы и разделы курса:

1. Задача анализа формы в изображениях
 - Непрерывная модель формы в евклидовой плоскости
 - Дискретная модель формы в регулярном пространстве
 - Мера близости формы объектов
 - Задача построения непрерывной модели формы по дискретной
 - Критерии аппроксимации формы: близость, гладкость и кривизна границы

2. Задача поиска и прослеживания границы дискретного образа
 - Алгоритмы прослеживания границы
 - Симплекс-прослеживание, прослеживание бегущим мостом

3. Задача построения непрерывной границы дискретного образа
 - Алгоритм построения многоугольника минимального периметра
 - Алгоритм подгонки границы сплайновой кривой
 - Измерение признаков формы на основе граничного представления

4. Получение скелетного представления формы на основе диаграмм Вороного
 - Разбиение Вороного и триангуляция Делоне
 - Построение скелета многоугольника на основе разбиения Вороного.
 - Построение базового скелета на основе стрижки скелета многоугольника

5. Скелетное представление формы двумерных объектов
 - Скелет формы. Непрерывные и дискретные модели скелета.
 - Задача построения скелета формы
 - Скелет многоугольной фигуры.
 - Скелетное ядро и базовый скелет.
 - Измерение признаков формы на основе скелетного представления

6. Циркулярное представление формы двумерных объектов
 - Представление формы двумерными примитивами
 - Жирные линии и их использование в качестве примитивов
 - Задача подгонки жирных линий. Алгоритмы подгонки
 - Измерение признаков формы на основе циркулярного представления

7. Эффективные алгоритмы для разбиений Вороного

- Вычислительная геометрия, алгоритмические парадигмы (рекурсивная декомпозиция, плоское заметание, балансировка)
- Алгоритмы построения триангуляции Делоне
- Алгоритм построения диаграмм Вороного многоугольной фигуры

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Алгоритмы и модели вычислений

Цель дисциплины:

- изучение фундаментальных основ теории вычислительных алгоритмов и моделей вычислений (А и МВ).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых теоретических знаний в области А и МВ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области А и МВ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории А и МВ;
- современные проблемы соответствующих разделов А и МВ;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла А и МВ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной математики А и МВ.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач А и МВ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач А и МВ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области А и МВ в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач А и МВ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов А и МВ;
- предметным языком дискретной математики и теории алгоритмов, а также навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Потокосые алгоритмы.

Асимптотические обозначения. (O , Ω , θ , o , ω) и их свойства (транзитивность, рефлексивность, симметричность, обращение).

Потоки в сетях. Задача о максимальном потоке и ее решение (алгоритмы Форда – Фалкерсона и Карзанова). Разрезы. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе. Задача о потоке минимальной стоимости. Алгоритм дефекта.

Приложения потокосых алгоритмов. (Алгоритм В.С. Танаева планирования вычислений с прерываниями в многопроцессорных системах при заданных длительностях выполнения работ и директивных интервалах, алгоритм упаковки для случая одинаковых директивных интервалов, алгоритм Э.Г. Коффмана для случая одного процессора, транспортная задача, задача о назначениях, задача о максимальном потоке, задачи о кратчайшем и самом длинном путях, составление расписания при жестких директивных интервалах, задача о паросочетаниях).

2. Сортировка. Хеш-таблицы. Рандомизированные алгоритмы.

Куча и ее свойства. Преобразование массива в кучу. Сортировка с помощью кучи. Извлечение из массива максимального элемента и добавление элемента к отсортированному массиву с помощью кучи.

Хеш-таблицы. Разрешение коллизий с помощью цепочек. Хеш-функции (деление с остатком, умножение, универсальное хеширование).

Рандомизированные алгоритмы. Лемма Шварца. (Задача проверки идентичности полиномов, задача о паросочетаниях в двудольном графе).

3. Классы языков полиномиально распознаваемых, P и NP.

Задачи распознавания и их языки. Детерминированные машины Тьюринга. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые языки и соотношение между ними.

Временная сложность детерминированной машины Тьюринга. Полиномиально распознаваемые языки и класс P. Полиномиальные проверяющие алгоритмы. Классы NP и co-NP.

Полиномиальная сводимость и NP-полные языки. Теорема Кука. Семь основных NP-полных задач (выполнимость, 3-выполнимость, трехмерное сочетание, вершинное покрытие, клика, гамильтонов цикл, разбиение). Методы доказательства NP-полноты.

Задачи с числовыми параметрами. Псевдополиномиальная сводимость. Сильная NP-полнота (задачи: упорядочение работ внутри интервалов, многопроцессорное расписание без прерываний, коммивояжер, упаковка в контейнеры).

4. Полнота и приближенные значения.

Псевдополиномиальные алгоритмы (задачи: разбиение, рюкзак, многопроцессорное расписание без прерываний при фиксированном числе процессоров, упаковка в контейнеры при фиксированном числе контейнеров).

Сводимость по Тьюрингу и NP-трудные задачи (задача K-e по порядку множество). NP-эквивалентные задачи (оптимизационные варианты семи основных NP-полных задач, оптимизационная задача коммивояжера).

Приближенные полиномиальные алгоритмы решения NP-трудных задач (упаковка в контейнеры, рюкзак, коммивояжер (при выполнении неравенства треугольника), многопроцессорное расписание без прерываний); оценки их погрешности. Применение теории NP-полноты к отысканию приближенных решений.

5. Специальные методы и алгоритмы.

Метод "ветвей и границ" (задача: многопроцессорное расписание без прерываний для случая различных процессоров).

Алгоритмы параллельных вычислений. Параллельная машина с произвольным доступом. (Задачи: о номере в списке, параллельная обработка префиксов списка, вычисление глубины вершин двоичного дерева, определение корней деревьев по заданным вершинам, эффективная параллельная обработка префиксов). Моделирование CRCW-машины с помощью EREW-машины.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Анализ и прогнозирование развития отраслей экономики

Цель дисциплины:

– формирование у студентов базовых представлений об отраслях российской экономики, о производственно-технологических и общеэкономических факторах, определяющих их современное состояние и перспективы, об отраслевых особенностях методики анализа и прогнозирования их развития.

Задачи дисциплины:

- изучение широкого круга отраслей российской экономики (структуры выпускаемой ими продукции, основных сфер ее использования, технологий ее производства, особенностей состава ресурсов текущего производственного потребления);
- изучение тенденций развития отраслей в ретроспективе и современного их состояния;
- изучение факторов, определяющих ограничения и возможности развития отраслей в перспективе;
- изучение особенностей отраслевых статистических данных;
- изучение особенностей процедур анализа и прогнозирования развития отраслей.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и определения, используемые при характеристике отраслей широкого круга отраслей российской экономики;
- ключевые тенденции развития отраслей в ретроспективе, уровень и динамику основных показателей;
- общеэкономические и отраслевые факторы, определяющие современное состояние и перспективы развития отраслей;
- основные положения (цели, задачи, инструменты) государственной политики в соответствующих отраслях российской экономики;
- глобальный экономический контекст развития отраслей российской экономики;

- основные источники и отраслевые особенности статистической информации о производстве, распределении и потреблении различных видов продукции и услуг, производимых в рассматриваемых отраслях;
- отраслевые особенности процедур анализа и прогнозирования динамики и структуры производства основных видов продукции рассматриваемых отраслей.

уметь:

- проводить экономический анализ состояния отраслей;
- формировать сценарии развития отраслей и проводить прогнозные расчеты основных показателей.

владеть:

- навыками анализа отраслевых программ (стратегий) развития;
- навыками сбора и анализа информации из различных источников;
- навыками подготовки кратких аналитических материалов и выступлений.

Темы и разделы курса:

1. Газовая промышленность.

Ресурсная база газовой промышленности. Тенденции развития отрасли в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития газовой промышленности России. Общеэкономическая роль газовой промышленности. Особенности корпоративной структуры отрасли и ее государственного регулирования. Эволюция конъюнктуры и механизмов ценообразования на внешних рынках природного газа и ее влияние на российскую газовую промышленность.

2. Жилищный сектор экономики.

Структура жилищного сектора экономики. Развитие жилищного строительства и воспроизводство жилого фонда в ретроспективе. Жилищная ситуация и методы ее анализа. Обеспеченность российского населения жильем и тенденции ее изменения в ретроспективе. Межстрановые сопоставления показателей обеспеченности населения жильем. Понятие жилищного рынка, система аналитических показателей для оценки его состояния. Развитие жилищного рынка и системы финансирования жилищного строительства в России в ретроспективе (с 1991 г.). Ипотечное кредитование: отраслевые и общеэкономические предпосылки развития. Жилищная политика в России и мире. Цели, основные направления и инструменты жилищной политики в РФ в перспективе. Подходы к прогнозированию развития жилищного рынка, объемов жилищного фонда, обеспеченности населения жильем, структуры жилищного фонда по формам собственности, объемов жилищного строительства, капитального ремонта и выбытия жилых площадей.

3. Машиностроение.

Машиностроение как пример полиноменклатурной отрасли: основные подотрасли и виды продукции. Машиностроение в рамках воспроизводственной теории. Тенденции производства инвестиционной, оборонной и потребительской продукции в российском машиностроении в 90-х и 2000-х годах. Современное состояние, проблемы и перспективы развития машиностроения. Инновационный потенциал машиностроения. Факторы, определяющие конкурентоспособность отечественной машиностроительной продукции на внутреннем и внешнем рынках. Моделирование и прогнозирование машиностроительного комплекса.

4. Metallургия.

Роль и функции металлургии в экономике. Особенности обращения металла в экономике как составной части воспроизводственных процессов. Metallургия как система потоков ресурсов и продукции. Тенденции развития черной и цветной металлургии в РФ в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития российской металлургии. Особенности экспортной ориентации металлургического производства России, общеэкономические и внутриотраслевые предпосылки повышения конкурентоспособности. Методы и модели анализа и прогнозирования металлургического комплекса.

5. Нефтяная промышленность.

Ресурсная база нефтяной промышленности. Тенденции развития отрасли в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности России. Общеэкономическая роль нефтяной промышленности РФ. Масштабы и структура российского нефтяного экспорта. Эволюция конъюнктуры мирового рынка нефти, факторы, определяющие уровень и волатильность цен. Внутренний рынок нефти и нефтепродуктов и механизм его зависимости от мирового рынка.

6. Сельское хозяйство.

Роль сельского хозяйства в экономике России. Состояние внутреннего рынка аграрной продукции и продовольствия. Концепция продовольственной безопасности. Концепция многофункциональности аграрного производства. Тенденции развития подотраслей сельского хозяйства в РФ в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития сельского хозяйства РФ. Сценарное прогнозирование как инструмент разработки стратегии развития сельского хозяйства и агропромышленного комплекса. Методы и модели построения прогнозных балансов ресурсов и использования основных видов аграрной продукции.

7. Теплоснабжение.

Основные технологии производства теплоэнергии. Тенденции развития отрасли в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития теплоснабжения в России. Факторы, определяющие сравнительную эффективность централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения. Рыночные реформы в теплоснабжении, целевые установки и промежуточные итоги.

8. Топливо-энергетический баланс (ТЭБ).

Основные понятия, источники информации, проблемы построения ТЭБ. Методы анализа и прогнозирования ТЭБ. Важнейшие изменения в структуре ТЭБ России в 90-х и 2000-х годах. Энергетическая эффективность: понятие, показатели, определяющие факторы.

9. Транспорт.

Роль транспортной отрасли в экономике России. Основные виды транспорта и их место в транспортной комплексе страны. Тенденции развития подотраслей транспорта в РФ в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития российского транспорта. Характеристика рынка транспортных услуг. Характеристика транспортной инфраструктуры России: сухопутные и водные пути сообщения. Морские порты страны. Терминальные системы. Место российского транспортного комплекса в глобальных грузопотоках. Транспортная стратегия России до 2030 г. Методы и модели анализа и прогнозирования развития подотраслей транспорта.

10. Угольная промышленность.

Ресурсная база угольной промышленности. Тенденции развития отрасли в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития угольной промышленности России. Основные потребители углей в экономике. Факторы определяющие конкурентоспособность энергетических углей в сравнении с другими видами органического топлива. Изменения в технологиях добычи и использования энергетических углей у потребителей.

11. Электроэнергетика.

Основные технологии производства электроэнергии и типы электростанций. Возобновляемые источники электроэнергии и их сравнительная экономическая эффективность. Тенденции развития отрасли в 90-х и 2000-х годах и обусловившие их факторы. Современное состояние, проблемы и перспективы развития электроэнергетики России. Единая энергетическая система, ее роль в оптимизации производства электроэнергии. Рыночные реформы в электроэнергетике, целевые установки и промежуточные итоги.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Анализ и прогнозирование финансово-стоимостных пропорций экономики и развития денежно-кредитной системы

Цель дисциплины:

обучение студентов базовым концепциям экономической науки в области финансов, денежного обращения и кредита, принципам определения целей и выбора инструментов финансовой, денежно-кредитной и валютной политики.

Задачи дисциплины:

- обучение навыкам постановки конкретных задач прогнозирования показателей финансовой и денежно-кредитной сферы;
- ознакомление с основными источниками информации о денежном обращении, кредите, корпоративных и государственных финансах, корректными процедурами сбора и анализа статистических данных;
- ознакомление с основными тенденциями изменения финансовой структуры и денежно-валютной архитектуры российской и мировой экономики,
- обучение навыкам оценки финансового состояния компаний реального и финансового секторов, сбалансированности федерального и региональных бюджетов, макрофинансовой стабильности российской и мировой экономики.
- анализ проблемных ситуаций, возникающих при разработке финансовой, денежно-кредитной и валютной политики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные финансовые, денежно-кредитные и валютные показатели и их интерпретацию;
- закономерности развития и характеристики процессов и структур в области финансов, денежного обращения и кредита в России и мире;
- источники информации о денежном обращении, кредите, корпоративных и государственных финансах.

уметь:

- отбирать, обрабатывать и анализировать данные о процессах в области финансов, денежного обращения и кредита;
- проводить оценку финансовой ситуации в мире/стране/регионе;
- строить расчетные схемы и прогнозировать финансовые и денежно-кредитные показатели, интерпретировать результаты прогноза;
- оценивать эффективность мер финансовой, денежно-кредитной и валютной политики;
- участвовать в проектных формах работы и реализовывать самостоятельные аналитические проекты;
- представлять результаты исследовательской работы перед профессиональной аудиторией.

владеть:

- методами исследования, описывающими взаимосвязи финансовых и денежно-кредитных процессов с общей динамикой социально-экономического развития;
- культурой постановки прогнозно-аналитических задач и построения проблемно-ориентированных систем расчетов;
- навыками получения профессиональной информации из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу;
- навыками освоения большого объема информации.

Темы и разделы курса:

1. Введение в финансовые исследования: финансовая система и ее роль в рыночной экономике, основы бухгалтерского учета, основные понятия корпоративных финансов.

Основные функции финансовой системы. Перераспределительная функция. Основные типы финансового перераспределения. Платежно-расчетная функция финансовой системы. Финансовая система и управление рисками. Взаимосвязь банковской системы, финансовых рынков, системы государственных и корпоративных финансов и системы страхования.

Денежные доходы предприятия и финансовые результаты их хозяйственной деятельности. Финансовое состояние, платежеспособность и ликвидность предприятия. Основные приемы и методы финансового анализа. Оценка деятельности предприятий на основе международных стандартов финансовой отчетности. Корпоративные финансы и фондовый рынок.

Бухгалтерский баланс предприятия и его структура. Понятие, классификация и виды оценок основных средств. Амортизация основных средств. Порядок начисления и учета. Понятие долгосрочных инвестиций. Источники финансирования долгосрочных инвестиций. Материальные оборотные средства и их отражение в бухгалтерском балансе. Оплата труда и ее отражение в бухгалтерском балансе. Понятие себестоимости продукции

и ее отражение в бухгалтерском балансе. Понятие дебиторской и кредиторской задолженности. Отражение расчетов в бухгалтерском балансе. Финансовые результаты и их отражение в бухгалтерском балансе. Учет операций по движению денежных средств. Учет операций в иностранной валюте.

2. Организация бюджетного процесса, сущность и функции бюджетного перераспределения, проблемы и перспективы развития бюджетных отношений.

Федеральный и консолидированный бюджет. Основные этапы принятия и утверждения федерального бюджета. Доходная база федерального бюджета и проблемы ее формирования. Кассовое исполнение бюджета. Первичный и общий дефицит (профицит) федерального бюджета. Бюджетные методы поддержания макроэкономической стабильности.

Фискальная и стимулирующая функция бюджета.

Классификация налогов. Налог на добавленную стоимость. Налогообложение внешнеэкономических операций. Налог на прибыль. Налог на доходы физических лиц. Налог на имущество. Акцизы. Земельный налог. Налог на добычу полезных ископаемых. Основные этапы налоговой реформы в РФ и их влияние на динамику экономического развития.

Проблемы управления финансовыми активами государства (стабилизационный фонд, фонд благосостояния, резервный фонд, пенсионный фонд). Государственный бюджет и институты развития.

3. Организация и функционирование современной денежно-банковской системы.

Понятие денег. Происхождение и функции денег. Подходы к определению денег. Долговой характер современных денег. Двухуровневое построение банковской системы, центральные (резервные) и банковские деньги, денежная база и денежная масса. Эмиссия и мультипликация. Организация платежей и расчетов, кассовые операции, кредитные операции с точки зрения их воздействия на ликвидность экономики.

Функции центрального банка. Центральный банк как "кредитор в последней инстанции". Эмиссионная функция Центрального банка. Центральный банк и организация платежно-расчетной системы. Организация надзора за деятельностью кредитных организаций. Центральный банк как финансовый агент государства. Системный риск и функции центрального банка по его предупреждению. Цели денежной политики. Активная и пассивная денежная политика. Регулятивные инструменты центрального банка. Денежная программа как среднесрочный целевой прогноз развития денежно-банковской системы. Денежная политика и ее влияние на экономический рост и инфляционные процессы.

Природа и функции коммерческих банков. Система денежных расчетов и ее структура. Ресурсы коммерческого банка и их структура. Достаточность банковского капитала и ее оценка. Принципы и организация банковского кредитования. Операции банков с государственными и корпоративными ценными бумагами. Учетные операции банка. Инвестиционные риски и способы их страхования. Агентские операции банков. Валютная позиция банка. Современное состояние российской денежно-банковской системы.

Основные типы рисков. Кредитный риск, процентный риск, фондовый риск, валютный риск, риск ликвидности. Индивидуальные, систематические и системные риски.

Понятие производных инструментов и их основные виды.

4. Основные этапы развития российской денежно-банковской системы.

Финансовые трансформации. Финансовая структура и финансовая архитектура. Типы финансовых трансформаций. Анализ особенностей финансовых трансформаций в России.

Финансовая структура и финансовая архитектура: основные понятия. Типы финансовых структур. Эволюция финансовых структур. Финансово-структурный анализ российской экономики. Структурные перспективы российской экономики.

5. Структурно-финансовые проблемы современной экономики.

Проблемы и перспективы фондового рынка в России: институты, инструменты, сегменты рынка.

Формирование и современное состояние фондового рынка (рынка акций) в России. Основные показатели фондового рынка. Современные инструменты финансовых рынков. Состояние мирового фондового рынка и его влияние на экономику РФ.

6. Финансовые рынки как обобщающая характеристика финансово-стоимостной структуры. Проблемы и перспективы фондового рынка в России.

Понятие финансового рынка. Классификация финансовых рынков. Основные функции финансовых рынков. Понятие и функции денежного рынка. Инструменты денежного рынка. Рынок межбанковских кредитов и депозитов. Проблемы регулирования ликвидности в современной российской истории. Взаимосвязь финансовых рынков.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Анализ и распознавание изображений

Цель дисциплины:

- изучение слушателями математических и алгоритмических основ анализа и классификации изображений;
- знакомство с практическими приложениями математических методов анализа и классификации изображений.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области распознавания изображений;
- освоение математических методов решения задач анализа и классификации изображений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и теории обработки изображений;
- математические методы решения задач анализа и классификации изображений;
- основные области применения этих методов.

уметь:

- применять математические методы решения задач анализа и классификации изображений к практическим задачам.

владеть:

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач анализа и классификации изображений.

Темы и разделы курса:

1. Задача анализа формы в изображениях
 - Непрерывная модель формы в евклидовой плоскости
 - Дискретная модель формы в регулярном пространстве
 - Мера близости формы объектов
 - Задача построения непрерывной модели формы по дискретной
 - Критерии аппроксимации формы: близость, гладкость и кривизна границы

2. Задача поиска и прослеживания границы дискретного образа
 - Алгоритмы прослеживания границы
 - Симплекс-прослеживание, прослеживание бегущим мостом

3. Задача построения непрерывной границы дискретного образа
 - Алгоритм построения многоугольника минимального периметра
 - Алгоритм подгонки границы сплайновой кривой
 - Измерение признаков формы на основе граничного представления

4. Получение скелетного представления формы на основе диаграмм Вороного
 - Разбиение Вороного и триангуляция Делоне
 - Построение скелета многоугольника на основе разбиения Вороного.
 - Построение базового скелета на основе стрижки скелета многоугольника

5. Скелетное представление формы двумерных объектов
 - Скелет формы. Непрерывные и дискретные модели скелета.
 - Задача построения скелета формы
 - Скелет многоугольной фигуры.
 - Скелетное ядро и базовый скелет.
 - Измерение признаков формы на основе скелетного представления

6. Циркулярное представление формы двумерных объектов
 - Представление формы двумерными примитивами
 - Жирные линии и их использование в качестве примитивов
 - Задача подгонки жирных линий. Алгоритмы подгонки
 - Измерение признаков формы на основе циркулярного представления

7. Эффективные алгоритмы для разбиений Вороного

- Вычислительная геометрия, алгоритмические парадигмы (рекурсивная декомпозиция, плоское заметание, балансировка)
- Алгоритмы построения триангуляции Делоне
- Алгоритм построения диаграмм Вороного многоугольной фигуры

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Анализ моделей и оптимизация в условиях стохастической неопределенности

Цель дисциплины:

Дать представление о классических и современных методах оптимизации в условиях стохастической неопределенности.

Задачи дисциплины:

- моделирование случайных последовательностей и метод Монте-Карло: моделирование случайных последовательностей; критерии равномерного распределения; метод Монте-Карло для вычисления определенных интегралов и оценки сходимости;
- минимизация при наличии случайных помех: градиентный метод при наличии помех;
- дополнительные главы выпуклой оптимизации и линейные матричные неравенства: метод внутренних точек; линейные матричные неравенства; экстремальные эллипсоиды
- введение в многокритериальную оптимизацию: граница Парето; методы скаляризации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы теории оптимизации и выпуклого анализа;
- основы теории статистического моделирования.

уметь:

- применять основы теории оптимизации, выпуклого анализа и статистического моделирования для решения практических задач.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в многокритериальную оптимизацию.

Многокритериальная оптимизация, её задача. Парето-фронт - множество Парето оптимальных значений. Задача коммивояжера и её мультиобъективизации.

2. Линейные матричные неравенства и примеры задач, приводящих к ним

Равномерное распределение, его моделирование, моделирование распределений случайных последовательностей, метод Монте-Карло вычисления интегралов.

3. Метод внутренних точек.

Дополнительные главы выпуклой оптимизации. Метод внутренних точек. Оценки скорости его сходимости. Положительная определенность, лемма Шура. Линейные матричные неравенства. Стандартная задача полуопределенного программирования. Примеры задач, приводящих к линейным матричным неравенствам. Выпуклость функций $-\log \det A$ и $-(\det A)^{1/n}$. Экстремальные эллипсоиды: минимальный описанный эллипсоид, максимальный вписанный эллипсоид. Аналитический центр, эллипсоид Дикина. Различные неравенства выпуклости: Йенсена, Гельдера, неравенство Гельдера для следов матриц.

4. Экстремальные эллипсоиды.

Обобщенные неравенства. Конус, сопряженный конус, минимум и минимальный элемент. Метод скаляризации в многокритериальной оптимизации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Анализ сетей и текстов

Цель дисциплины:

В курсе изучаются методы и технологии интеллектуального анализа данных (ИАД, Data Mining), базирующиеся на моделях, в которых объекты рассматриваются парами. Есть два основных пути формализовать пару объектов: между некоторыми объектами есть связь или взаимодействие — и тогда мы говорим о графах и сетях; между всеми объектами есть сходство или расстояние — и тогда речь идёт о различных метриках. Эти две формализации не исключают друг друга, например, в классической задаче поиска кратчайшего пути мы говорим одновременно о графах и расстояниях. Сегодня графы появляются всё время и во всех предметных областях. Если некоторые теоретические подходы и промышленные стандарты возникли уже несколько десятилетий назад, то технологии сбора и обработки информации развиваются в наши дни. Основное внимание уделяется анализу свойств и выявлению подструктур в сетях. Важную роль играет изучение механизмов роста сетей, базирующееся на различных моделях и методах генерации графов. Идея сродства свойственна человеческому мышлению, это породило целый комплекс подходов для решения всех фундаментальных задач ИАД. Представлена теоретическая основа для построения, реализации и анализа широкого спектра моделей и методов ИАД.

Задачи дисциплины:

- Рассмотрение методов построения и вычисления функций сродства, согласование сродства на различных множествах объектов, синтез новых способов сравнения объектов на базе уже имеющихся.
- Рассмотрение комплекса технологий, предназначенный для эффективного представления и обработки метрической информации вычислительными системами.
- Изучение специальные структур данных и алгоритмов, позволяющих эффективно настраивать и использовать изучаемые модели. Существенный практический интерес представляют различные методы визуализации рассматриваемых информационных моделей.
- Изучение вероятностного тематического моделирования коллекций текстовых документов. Тематическое моделирование рассматривается как ключевая математическая технология перспективных информационно-поисковых систем нового поколения, основанных на парадигме семантического разведочного поиска. Рассматриваются прикладные задачи классификации, сегментации и суммаризации текстов, задачи анализа данных социальных сетей.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные подходы к заданию сходства, определения метрики и метрического пространства;
- основные области применения этих методов.

уметь:

- применять математических методы решения задач анализа сетей и текстов к практическим задачам.

владеть:

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач анализа данных;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Основные подходы к заданию сходства

Функциональный подход: двуместные функции, удовлетворяющие аксиомам. Геометрический подход: определение в пространстве множеств точек. Табличный подход: матрицы по парного сходства над конечными множествами.

2. Классическое определение метрики и метрического пространства

Классическое определение метрики и метрического пространства. Аксиоматическое задание метрики. Построение топологии по метрике. Пространства сходящихся последовательностей. Фундаментальные последовательности и полные пространства. Роль аксиомы треугольника и непрерывность метрики. Роль аксиомы сепарабельности и единственность предела сходящейся последовательности. Сопоставление метрик и отношений эквивалентности, $0,1$ -метрики. Различные модификации системы аксиом метрики и их интерпретация: расстояние, полуметрика, ультра-метрика, квази-метрика, неравенство Птолемея.

Локальные метрики и их продолжение на всё пространство. Формализация понятия «между» в метрическом пространстве. Выпуклость метрического пространства по Менгеру. Аксиомы существования и единственности точек между заданными точками. Аксиомы существования и единственности продолжения луча. Теорема о единственности продолжения локально совпадающих метрик. Практический пример проверки аксиом и использования локального продолжения метрики.

Геометрические подмножества общих метрических пространств. Понятия открытого и замкнутого шара, их согласованность с топологией метрического пространства. Понятия открытого и замкнутого обобщенного эллипсоида. Клетки Дирихле («сферы влияния»), автоматическое исправление ошибок. Геометрическое место точек, равноудаленных от заданных точек, проблема меры указанного подмножества. Понятие кривой в метрическом пространстве, длина кривой. Геодезическая линия, кривая наименьшей длины, сегмент. Свойство совпадения геодезических с множествами равноудаленных точек в обобщенных евклидовых пространствах.

Примеры метрических пространств. Пространство изолированных точек, дискретная топология. Метрики l_1 (городских кварталов), l_2 (евклидова), l_∞ (Чебышёва). Их физический смысл. Метрика l_p (Минковского). Форма шаров, вложенность единичных шаров. Зависимость объема шара от размерности пространства. Проблема сопоставления объема шаров в разных метриках с ростом размерности. Проблема единственности кратчайшего пути. Хаусдорфова метрика и другие метрики между подмножествами метрического пространства, индуцированные исходной метрикой между точками. Расстояния между функциями (графиками). Метрики на декартовом произведении метрических пространств. Случай конечного и бесконечного числа сомножителей, метрики на последовательностях.

3. Классификация функций сходимости. Характеристики метрик

Классификация функций сходимости. Сопоставление значений: номинальные, порядковые, арифметические (интервальные, относительные, разностные, абсолютные) шкалы. Понятие о граничных объектах. Аксиомы сходимости, главный и вспомогательный аргументы. Классификация мер сходимости по одному свойству (признаку). Функции сходимости на декартовом произведении пространств со значениями в различных шкалах.

Характеристики метрик. Инвариантность расстояния относительно сдвига, поворота. Инвариантность формы шаров относительно положения центра и направления на центр. Инвариантность объема шаров относительно положения центра и направления на центр. Ограниченность метрики. Ограниченность шаров. Понятие полностью абсолютных и полностью относительных метрик, промежуточные метрики. Выпуклость шаров. Односвязность шаров. Существование и единственность сегментов, непрерывность сегментов.

Преобразования метрик. Изометрические преобразования пространств. Преобразования функций, сохраняющие метрические свойства. Некоторые достаточные условия преобразований, сохраняющих метрические свойства. Ограничение значений метрики (range compactness). Примеры универсальных компандеров. Возможность монотонного преобразования произвольной функции в метрику. Возможность линейного преобразования произвольной ограниченной функции в метрику. Нормализация метрик, зависимость от точки отсчета. Переход от булеанов конечных множеств к пространствам бинарных векторов, соответствие мощности множества и длины вектора.

Реализация метрик. Реализация конечных метрик точками ЛВП, точечные конфигурации. Алгоритмическая сложность решения задачи точного вложения в линейные пространства с метриками. Примеры МК, имеющих или не имеющих точную реализацию. Задача поиска оптимальной точечной конфигурации в пространстве малой размерности, методы метрического и неметрического многомерного шкалирования. Реализация многомерных

данных элементами функциональных пространств. Методы визуализации многомерных данных: параллельные координатные оси, графики Эндрюса, шкалирование и иерархии, таблицы проекций, параметризованные глифы (звезды, лица Чернова).

4. Принцип самоорганизации

Принцип самоорганизации при построении эвристических информационных моделей. Понятие представителей, мера сходства между объектами и представителями. Функции представительства и назначений, структура метода. Самоорганизация в задаче кластеризации. Самоорганизация и задача факторного анализа, самоорганизация и задача дискриминантного анализа. Модификация прецедентной информации, понятие типологического дискриминантного анализа. Самоорганизация и задача восстановления пропусков.

5. Метрики на конечных множествах

Метрики на конечных множествах. Представление метрик таблицами по-парных расстояний. Метрическая конфигурация (МК). Специальное линейное пространство метрических конфигураций. Система неравенств треугольника как определение полиэдрального конуса полуметрик. Грани и экстремальные лучи полуметрического конуса, проблема их определения. Векторное представление метрических конфигураций. Достаточные условия сохранения метрических свойств покомпонентными корректорами метрических конфигураций. Примеры использования достаточных условий. Несовместимость метрических свойств и ортогональности метрических конфигураций.

Разложение МК по конечным системам МК. Полные системы, базисы МК. Проблема использования переполненных систем МК. Гомогенные базисы, интерпретация коэффициентов разложения. Ранг МК. Ранговые и полуметрические ранговые базисы. Неполные системы, оптимальная аппроксимация МК. Разложение по системе «отдельных объектов», метрика попарных сумм, эффективное вычисление признака «общая удаленность» для индивидуальных объектов.

6. Тематическое моделирование

Вероятностное тематическое моделирование. Цели и задачи тематического моделирования. Принцип максимума правдоподобия. Условия Каруша-Куна-Таккера. Униграммные модели коллекции и документа. Тематическая модель PLSA. EM-алгоритм и его элементарная интерпретация. Формула Байеса и частотные оценки условных вероятностей. Рациональный EM-алгоритм.

Обзор базовых инструментов тематического моделирования. Предварительная обработка текстов. Парсинг "сырых" данных, токенизация, стемминг, лемматизация, выделение энграмм. Законы Ципфа и Хипса. Фильтрация словаря коллекции. Удаление стоп-слов. Библиотека BigARTM. Методологические рекомендации по проведению экспериментов. Установка BigARTM. Формат и импорт входных данных. Обучение простой модели (без регуляризации): создание, инициализация, настройка и оценивание модели. Инструмент визуализации тематических моделей VisARTM. Основные возможности, демонстрация работы.

Аддитивная регуляризация тематических моделей. Аддитивная регуляризация тематических моделей. Линейные композиции регуляризаторов. Теорема о необходимом условии максимума регуляризованного правдоподобия для ARTM. Мультиязычная ARTM. Виды модальностей и примеры прикладных задач. Оффлайновый регуляризованный EM-алгоритм. Онлайн-регуляризованный EM-алгоритм. Распараллеливание. Латентное размещение Дирихле (latent Dirichlet allocation, LDA). Некоторые свойства распределения Дирихле. Теорема о необходимом условии максимума апостериорной вероятности для LDA. Оптимизация гиперпараметров, метод Минка.

7. Тематические модели для анализа зависимостей

Тематические модели для анализа зависимостей. Тематическая модель классификации. Пример: Технология информационного анализа электрокардиосигналов. Тематическая модель регрессии. Связи и корреляции. Модель коррелированных тем CTM (Correlated Topic Model). Регуляризаторы гиперссылок и цитирования. Выявление тематических влияний в научных публикациях.

Время и пространство. Регуляризаторы времени для темпоральных тематических моделей. Разреживание тем в каждый момент времени. Сглаживание темы как временного ряда. Пример: анализ коллекции пресс-релизов. Регуляризаторы геолокации для пространственных тематических моделей. Социальные сети. Выявление тематических сообществ. Регуляризаторы для направленных и ненаправленных связей. Регуляризаторы для выявления социальных ролей пользователей.

Мультиязычные тематические модели. Мультиязычные тематические модели. Параллельные и сравнимые коллекции. Регуляризаторы для учёта двуязычных словарей. Кросс-язычный информационный поиск. Иерархические модели. Иерархические модели. Регуляризаторы для построения иерархий. Оценивание качества и визуализация тематических иерархий. Трёхматричные и гиперграфовые модели. Модели трёхматричных разложений. Понятие порождающей модальности. Автор-тематическая модель (author-topic model). Примеры транзакционных данных в рекомендательных системах, социальных и рекламных сетях. Теорема о необходимом условии максимума регуляризованного правдоподобия для гиперграфовой ARTM.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Анализ сигналов

Цель дисциплины:

Освоение студентами статистических и алгоритмических основ анализа сигналов и многомерных массивов данных.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области теоретических и прикладных аспектов статистических и алгоритмических основ анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- изучение слушателями статистических и алгоритмических основ анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- знакомство с практическими приложениями статистических методов анализа сигналов и многомерных массивов данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- математические методы решения задач анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- основные области применения этих методов.

уметь:

- применять математические методы решения задач анализа сигналов и многомерных массивов данных к практическим задачам.

владеть:

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;

- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Ядра и метрические пространства

Ядра и метрические пространства, RKHS для визуализации томограмм.

Сферические гармоники и моделирование механического движения.

Риманова геометрия на формах и диффеоморфизмы для fMRI.

2. Многообразия

Многообразия, связность Леви-Чивиты и тензоры кривизны.

Дифференциальные формы и пучки с примерами.

Уравнения Навье-Стокса и вязкое течение.

3. Геометрическая алгебра

Геометрическая алгебра, внешнее произведение и кватернионы.

Спектр графа, непрерывные операторы Лапласа, диффузионные модели.

Гомологии и когомологии, дифференциальные формы для построения ансамблей моделей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Аналитическая геометрия

Цель дисциплины:

Ознакомление слушателей с основами аналитической геометрии и подготовка к изучению других математических курсов – дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, функционального анализа, аналитической механики, теоретической физики, методов оптимального управления и др.

Задачи дисциплины:

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области векторной алгебры, матричной алгебры;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов аналитической в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Определение вектора и операций с векторами (скалярное, векторное и смешанное произведение), их свойства и формулы, связанные с этими операциями;
- уравнения прямых линий, плоскостей, линий и поверхностей второго порядка;
- свойства линий и поверхностей второго порядка;
- свойства аффинных и ортогональных преобразований плоскости.

уметь:

- Применять векторную алгебру к решению геометрических и физических задач;
- решать геометрические задачи методом координат, применять линейные преобразования к решению геометрических задач;
- производить матричные вычисления, находить обратную матрицу, вычислять детерминанты.

владеть:

- Общими понятиями и определениями, связанными с векторами: линейная независимость, базис, ориентация плоскости и пространства;
- ортогональной и аффинной классификацией линий и поверхностей второго порядка.

Темы и разделы курса:**1. Векторная алгебра**

1.1. Понятие о линейных пространствах и их основных свойствах. Матрицы. Операции сложения и умножения матриц на числа. Определители квадратных матриц 2-го и 3-го порядков.

1.2. Направленные отрезки и действия над ними. Операции сложения направленных отрезков и умножения их на числа. Их свойства. Векторное пространство. Коммутативность, ассоциативность и дистрибутивность операций с векторами.

1.3. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис, координаты векторов в базисе. Координатное представление векторов. Операции с векторами в координатном представлении. Изменение координат вектора при замене базиса. Необходимое и достаточное условие линейной зависимости векторов в координатной форме.

1.4. Ортогональные проекции векторов и их свойства. Скалярное произведение, его свойства, выражение в координатах. Формулы для определения расстояния между двумя точками и угла между двумя направлениями.

1.5. Ориентированные тройки векторов. Векторное произведение, его свойства, выражение в ортонормированном базисе. Геометрический смысл векторного произведения. Взаимный базис. Выражение векторного произведения в произвольном базисе.

1.6. Смешанное произведение векторов, его свойства, выражение в произвольном и ортонормированном базисах. Геометрический смысл смешанного произведения. Условия коллинеарности и компланарности векторов. Формула двойного векторного произведения. Вывод формулы двойного векторного произведения.

2. Метод координат

2.1. Общая декартова и прямоугольная системы координат. Изменение координат точки при замене системы координат. Матрица перехода и ее свойства. Формулы перехода между прямоугольными системами координат на плоскости. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Формулы перехода между ними и прямоугольной системой координат.

3. Прямая и плоскость

3.1. Прямая на плоскости и в пространстве. Векторные и координатные способы задания прямой на плоскости и в пространстве. Плоскость в пространстве. Способы задания

плоскости в пространстве. Позиционные и метрические задачи о прямых и плоскостях в пространстве. Перевод одной формы описания прямых и плоскостей в пространстве в другую форму. Пучок прямых. Пучок и связка плоскостей. Линейные неравенства.

4. Линии и поверхности второго порядка

4.1. Координатное задание линий на плоскости, поверхностей в пространстве. Алгебраические линии и поверхности. Инвариантность порядка алгебраических линий на плоскости при замене декартовой системы координат. Координатное задание линий в пространстве. Инвариантность порядка алгебраических линий и поверхностей в пространстве при замене декартовой системы координат. Координатное задание фигур на плоскости и тел в пространстве.

4.2. Алгебраические линии 2-го порядка на плоскости. Их ортогональная классификация. Приведение уравнения линии 2-го порядка к каноническому виду. Центральные линии. Сопряженные диаметры. Асимптотические направления. Инварианты.

4.3. Эллипс, гипербола и парабола. Их свойства. Касательные к эллипсу, гиперболе и параболе. Уравнение эллипса, гиперболы и параболы в полярной системе координат.

4.4. Эллипсоиды, гиперболоиды и параболоиды. Их основные свойства. Прямолинейные образующие. Цилиндры и конусы. Поверхности вращения. Классификация и канонические уравнения алгебраических поверхностей 2-го порядка.

5. Преобразования плоскости

5.1. Отображения и преобразования плоскости. Композиция (произведение) отображений. Обратное отображение. Взаимно однозначное отображение. Линейные преобразования плоскости и их свойства. Координатное представление линейных преобразований плоскости.

5.2. Аффинные преобразования и их геометрические свойства. Главные направления аффинного преобразования и их нахождение. Геометрический смысл модуля и знака определителя матрицы аффинного преобразования. Аффинная классификация линий 2-го порядка на плоскости.

5.3. Ортогональные преобразования и их свойства. Разложение аффинного преобразования в произведение ортогонального и двух сжатий. Понятие о группе. Группа аффинных преобразований плоскости и ее подгруппы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Аналитическая механика

Цель дисциплины:

Изучение тех общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами, а также овладение основными алгоритмами исследования равновесия и движения механических систем. На данной основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления. Помимо этого, при изучении аналитической механики вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования движения систем твёрдых тел.

Задачи дисциплины:

Изучение механической компоненты современной естественнонаучной картины мира, понятий и законов механики.

Овладение важнейшими методами решения научно-технических задач в области механики, основными алгоритмами математического моделирования механических явлений.

Формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений аналитической механики при научном анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий.

Ознакомление студентов с историей и логикой развития аналитической механики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные понятия и концепции аналитической механики, важнейшие теоремы механики и их следствия, порядок применения теоретического аппарата механики в важнейших практических приложениях;

Основные механических величины, их определения, смысл и значения для аналитической механики;

Основные модели механических явлений, идеологию моделирования механических систем и принципы построения математических моделей механических систем;

Основные методы исследования равновесия и движения механических систем, основных алгоритмов такого исследования.

уметь:

Интерпретировать механические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата.

Пользоваться определениями механических величин и понятий для правильного истолкования их смысла.

Объяснять характер поведения механических систем с применением основных теорем механики и их следствий.

Записывать уравнения, описывающие поведение механических систем, учитывая размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, кватернионы, линейные операторы).

Применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также основные алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач.

Пользоваться при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий.

владеть:

Навыками и методами построения и исследования математических моделей при решении задач механики.

Навыками применения основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях.

Основными теоретическими подходами аналитической механики и методами анализа и решения соответствующих уравнений.

Навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем.

Темы и разделы курса:

1. Аксиоматика классической механики

Постулаты классической механики. Инерциальные системы отсчета. Понятие силы. Законы Ньютона. Преобразования Галилея. Понятие об инвариантности и ковариантности уравнений механики.

2. Кинематика точки

Траектория, скорость, ускорение. Естественный (сопровождающий) трехгранник. Разложение скорости и ускорения в осях трехгранника. Криволинейные координаты точки.

Разложение скорости и ускорения точки в локальном базисе криволинейных координат. Коэффициенты Ламе.

3. Кинематика твердого тела (кинематика систем отсчета)

Твердое тело. Разложение движения тела на поступательное движение и вращение (движение с неподвижной точкой). Способы задания ориентации твердого тела: углы Эйлера, матрицы направляющих косинусов.

Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Распределение скоростей и ускорений в твердом теле (формулы Эйлера и Ривальса). Кинематический винт твердого тела.

Кинематика сложного движения. Сложение скоростей и ускорений точек в сложном движении. Вычисление угловой скорости и углового ускорения тела в сложном движении. Кинематические уравнения движения твердого тела в углах Эйлера. Прецессионное движение твердого тела.

4. Алгебра кватернионов

Алгебра кватернионов. Кватернионный способ задания ориентации твердого тела (присоединенное отображение). Параметры Родрига–Гамильтона. Кватернионные формулы сложения поворотов. Теорема Эйлера о конечном повороте твердого тела с неподвижной точкой.

Кинематические уравнения вращательного движения твердого тела в кватернионах (уравнения Пуассона). Интегрирование уравнений Пуассона для прецессионного движения твердого тела.

5. Основные теоремы динамики

Определения: внешние и внутренние силы, импульс (количество движения), момент импульса (кинетический момент, момент количества движения), кинетическая энергия, центр масс, момент силы, элементарная работа и мощность силы. Теоремы Кенига для кинетической энергии и момента импульса. Теоремы об изменении импульса, момента импульса и кинетической энергии в инерциальных системах отсчета.

Потенциальные, гироскопические, диссипативные силы. Критерий потенциальности сил. Консервативные системы, закон сохранения энергии.

Неинерциальные системы отсчета, силы инерции. Основные теоремы динамики в неинерциальных системах отсчета.

6. Движение материальной точки в центральном поле

Законы сохранения. Уравнение Бине. Поле всемирного тяготения. Уравнение конических сечений. Задача двух тел. Законы Кеплера.

7. Динамика твердого тела

Геометрия масс. Тензор инерции и эллипсоид инерции твердого тела. Главные оси инерции. Преобразование тензора инерции при повороте и параллельном переносе осей. Теорема Гюйгенса–Штейнера для тензора инерции. Кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела.

Динамические уравнения Эйлера. Случай Эйлера; первые интегралы движения; геометрические интерпретации Пуансо. Движение динамически симметричного тела в случае Эйлера; параметры свободной регулярной прецессии. Случай Лагранжа; первые интегралы движения. Формула для момента, поддерживающего вынужденную регулярную прецессию динамически симметричного твердого тела.

Эквивалентные преобразования системы сил, действующих на твердое тело. Алгоритм сведения к винту.

8. Динамика систем переменного состава

Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента для систем переменного состава. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

9. Условия равновесия материальной системы

Определение положения равновесия. Условия равновесия системы с идеальными связями. (принцип виртуальных перемещений). Условия равновесия голономных систем.

10. Устойчивость

Определение устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости положения равновесия. Теоремы прямого метода Ляпунова для автономных систем: теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости, теорема Четаева о неустойчивости, теорема Барбашина–Красовского об условиях асимптотической устойчивости и неустойчивости.

Теорема Лагранжа-Дирихле об устойчивости равновесия консервативных механических систем. Условия неустойчивости консервативных систем по квадратичной части потенциальной энергии. Понятие о бифуркации. Случаи потери устойчивости для систем с потенциалом, зависящим от параметра. Влияние гироскопических и диссипативных сил на устойчивость равновесия. Теорема об асимптотической устойчивости строго диссипативных систем.

Первый метод Ляпунова исследования устойчивости. Теорема Ляпунова об устойчивости по линейному приближению (без доказательства). Критерий Рауса–Гурвица (без доказательства). Понятие о бифуркации. Случаи потери устойчивости для систем с потенциалом, зависящим от параметра. Два сценария потери устойчивости: дивергенция и флаттер.

11. Малые колебания консервативных систем

Малые колебания консервативных систем вблизи устойчивого положения равновесия. Уравнение частот. Главные (нормальные) координаты. Общее решение. Случай кратных корней.

12. Вынужденные колебания. Частотные характеристики

Вынужденные колебания линейной стационарной системы под действием гармонических сил. Частотные характеристики. Явление резонанса. Реакция линейной стационарной системы на негармоническое воздействие.

13. Уравнения Гамильтона

Переменные Гамильтона. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Преобразование Лежандра уравнений Лагранжа в уравнения Гамильтона. Функция Гамильтона для консервативной системы.

14. Первые интегралы гамильтоновых систем

Первые интегралы гамильтоновых систем. Скобки Пуассона. Теорема Якоби–Пуассона. Понижение порядка уравнений Гамильтона в случае циклических координат и для обобщенно консервативных систем. Уравнения Уиттекера.

Преобразование лагранжиана при замене координат и времени. Теорема Эмми Нетер.

15. Вариационный принцип Гамильтона

Действие по Гамильтону. Вариация действия по Гамильтону. Вариационный принцип Гамильтона.

16. Интегральные инварианты

Интегральные инварианты Пуанкаре–Картана и Пуанкаре. Обратные теоремы теории интегральных инвариантов. Теорема Лиувилля об инвариантности фазового объема гамильтоновой системы. Теорема Ли Хуа-чжуна об интегральных инвариантах первого порядка гамильтоновых систем.

17. Канонические преобразования

Канонические преобразования. Локальный критерий каноничности. Критерий каноничности в терминах производящих функций. Свободные преобразования. Правила преобразования гамильтонианов при канонических преобразованиях. Фазовый поток гамильтоновых систем как однопараметрическое семейство канонических преобразований.

18. Уравнение Гамильтона–Якоби

Уравнение Гамильтона–Якоби. Полный интеграл уравнения Гамильтона–Якоби и его использование в задаче интегрирования уравнений движения гамильтоновой системы. Случаи разделения переменных.

19. Лагранжева механика

Понятие механической связи. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Общее уравнение динамики для системы материальных точек с идеальными связями. Конфигурационное многообразие голономной системы с конечным числом степеней свободы. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа. Обобщенные силы. Уравнения

Лагранжа в случае потенциальных сил; функция Лагранжа (лагранжиан системы).
Уравнения Лагранжа в неинерциальных системах отсчета.

Свойства уравнений Лагранжа: ковариантность, невырожденность (приведение к нормальному виду Коши). Структура кинетической энергии. Стационарно заданные системы (стационарная параметризация); потенциальные, гироскопические, диссипативные силы. Первые интегралы лагранжевых систем: циклические интегралы, обобщенный интеграл энергии (интеграл Пенлеве–Якоби).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Английский язык для академических целей

Цель дисциплины:

Формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на уровне A1/C1 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

Задачи дисциплины:

- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и выражать собственные мысли на основе знаний системы языка;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей;
- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция; умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции англоязычных стран;

- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни англоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности английского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки.

уметь:

- порождать адекватные, в условиях конкретной ситуации общения, устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и английского языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

владеть:

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне B2/C1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

Темы и разделы курса:

1. Society. Community Service

Study skills: Managing work and study.

Vocabulary: Practice and use verb and noun collocations. Grammar: Use discourse markers for adding reasons or details. Speaking: Notice and practice weak forms. Analyze and evaluate which charity to donate to.

2. Business. Starting on the Path to Success

Reading: read texts to identify examples, reasons, and explanations. Look for signposting to help you identify main ideas and text organization. Vocabulary: practice and use business verbs. Grammar: use modals of obligation and necessity. Writing: practice writing scientific essay introductions. Choose the appropriate scientific title, prepare, write and edit an introduction to a scientific essay.

3. Ecology. Food Waste

Listening: listen for emphasis of main ideas. Predicting. Vocabulary: practice and use phrasal verbs. Grammar: use relative clauses to add further information. Speaking: offer advice and suggestions. Present ways to reduce food waste in your local town (city).

4. Trends. Urban Sprawl

Listening: listen for dates and time signals. Vocabulary: practice synonyms and antonyms. Grammar: using past tenses to order historical events. Speaking: ask for clarification and repetition. Present a timeline of your city.

5. Skill: Effort or Luck?

Listening: listen for vocabulary in context in order to summarize content. Vocabulary: practice and use prefixes. Grammar: use quantifiers to express approximate quantity in scientific reports. Speaking: use discourse markers in scientific texts to compare and contrast. Brainstorm, prepare and present a talk on your future research.

6. Education. Exam Pressure

Listening: listen for how opinions are supported, for cause and effect. Vocabulary: practice and use collocations with get. Grammar: use modals in conditional sentences to give advice. Speaking: use different techniques to explain something, brainstorm and discuss ways to reduce academic pressure.

7. Work. Failing to Succeed. Peer Pressure

Reading: use pronoun reference when reading to understand how a text is organized. Identify reasons that explain or support main ideas. Vocabulary: practice and use re-prefixes to describe change. Grammar: use determiners of quantity. Writing: practice describing locations and changes in scientific discourse. Brainstorm, plan, and write a description of a scientific project.

8. Sociology. Stress Relief Therapy

Reading: practice deducing the meaning of new words from context. Practice identifying definitions in texts. Vocabulary: practice and use verb and preposition collocations. Grammar: use reported speech. Writing: practice organizing your notes into article paragraphs. Compose, share, and edit two paragraphs on a scientific project.

9. Fear of Public Speaking

Listening: listen to recognize organizational phrases, identify problems and solutions. Vocabulary: practice and use suffixes. Grammar: use tenses with adverbs to talk about experiences. Speaking: use key language to manage questions from the floor. Brainstorm, prepare and present a small talk about a problem you have had to solve.

10. Factual Story. Elements of the Plot

Listening: listen to identify the order of events. Listen for details to add to a diagram. Vocabulary: practice and use descriptive adjectives. Grammar: use modals in conditional sentences. Speaking: use words to express your attitude to something. Prepare and tell a factual story you know.

11. Environment. Solar Power

Listening: listen to recognize pros and cons of an argument. Listen to presenter interact with an audience. Vocabulary: practice and use word families related to the environment. Grammar: use modal passives to describe processes and actions. Speaking: use different techniques to interact with a presenter. Present a scientific poster.

12. Technology. Smart Eye Exam

Reading: practice taking notes in your own words when reading. Form research questions to focus your reading. Vocabulary: practice and use phrases for hedging and boosting. Grammar: use present and past perfect participles. Writing: practice proofreading and editing your writing. Plan, write, and edit a cover letter to an editor of a scientific journal.

13. A Book Report. Literary Studies

Reading: annotating text. Vocabulary: prefixes -un and -in. Grammar: intensifiers+ comparative combinations. Writing: a proposal. Evaluating and selecting online sources.

14. Work Space. Job Satisfaction

Listening: listen for reasons and contrasts. Vocabulary: practice and use words to give opinions. Grammar: defining and non-defining relative clauses. Speaking: chunking a presentation. Turn-taking.

15. Designing Solutions

Reading: previewing, identifying the main idea. Vocabulary: choosing the right word form. Grammar: clause joining with subordinates. Writing: paragraph structure, plagiarism

16. Neuroscience. Is Your Memory Online?

Reading: skimming, understanding vocabulary from context. Vocabulary: idiomatic expressions. Grammar: adverb clauses of reason and purpose. Writing: summarizing, a summary and a response paragraph .

17. The Power of the Written Word

Reading: practice distinguishing between facts and assumptions, identify bridge sentences to better understand text organization. Vocabulary: descriptive adjectives. Grammar: adverbs as stance markers. Writing: using sentence variety, paraphrasing.

18. How Does the Brain Multitask?

Reading: making inferences, using a graphic organizer to take notes. Vocabulary: collocations noun+verb. Grammar: passive modals: advice, ability and possibility. Writing: thesis statements, persuasive essay.

19. Making a Difference

Reading: recognising the writer's attitude and bias, reading statistical data. Vocabulary: words with Greek and Latin origins. Grammar: cleft sentences. Writing: using similies and metaphors, a descriptive anecdote.

20. Career Trends. Global Graduates

Reading: distinguishing fact from opinion. Vocabulary: negative prefixes. Grammar: object noun clauses with that. Writing: effective hooks.

21. The Craft of Research Publications

Лекция: Starting Point. Research Questions. Formulating a Hypothesis.

Исследовательский вопрос и научная гипотеза.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

22. Mine of Knowledge

Лекция. Reading Literature. Interacting with Texts. Annotated Bibliography.

Специфика написания научных публикаций на основе чтения литературы по теме исследования. Составление аннотированной библиографии.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

23. Vocabulary-Building Strategies

Лекция. Noun Phrases. Strategic Language Re-Use.

Dealing with New Words

Стратегии формирования профессионального тезауруса. Методика работы с новыми словами.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

24. Collocation and Corpus Searching

Лекция. Treasure Store. Concordancing. Concept Mapping.

Программные инструменты для извлечения частотной терминологической лексики, специфичной для области исследования.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

25. Модуль 1.

26. Модуль 2.

27. Модуль 3.

28. Модуль 4.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Английский язык

Цель дисциплины:

Формирование и развитие социальных, деловых, межкультурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

Задачи дисциплины:

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения. Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- особенности видов речевой деятельности на английском языке;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на английском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на английском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;

- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

уметь:

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на английском языке;
- вести на английском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;

- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;
- профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;
- пользоваться графическими редакторами, создавать легко воспринимаемые наглядные материалы;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать деловую корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- подбирать литературу по теме, составлять профессионально-ориентированный иноязычный тезаурус;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей

владеть:

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;

- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка
- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- навыками публикации результатов научных исследований в научных изданиях на английском языке;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на английском языке.

Темы и разделы курса:

1. Тема 1. Человек

Персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания. Внешность, черты характера, привычки, взгляды на жизнь, умения и способности, потребности и интересы, ценности, идеалы, смысл жизни. Человек в социуме: семья и быт, круг общения.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о себе: о внешности, чертах характера, о вредных и полезных привычках, взглядах на жизнь, умениях и способностях, потребностях и интересах, ценностях в жизни, своих идеалах, смысле жизни; задавать вопросы собеседнику по темам; описывать характер человека; сравнивать вещи или предметы; логически строить высказывания по самостоятельно составленному плану о семье, родственниках: имя, возраст, степени родства, профессия; уметь оперировать числами, датами, днями недели, месяцами и пр.

2. Тема 2. Прошлое и настоящее

Детство, отрочество и юность. Время и времяпрепровождение. Свободное время. Прошлое и настоящее в физическом, информационном и виртуальном пространствах. Время, как самая большая ценность в жизни человека.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: говорить о событиях прошедшего времени, описывать свое детство, отрочество и юность; рассуждать о времени и его влиянии на жизнь человека, о распределении времени и повседневном распорядке, свободном времени; логически строить высказывания о виртуальной реальности и информационной эпохе, описывать окружающую действительность, рассуждать о явлении «Виртуальный человек» в пространстве информационной культуры.

3. Тема 3. Личностный рост

Этапы становления личности. Мои цели, достижения. Мотивация. Отношения с самим собой. Внутренняя гармония. Отношения с окружающим миром. Самопознание. Самореализация. Рефлексия как способ саморазвития. Основные характеристики успешного человека. Успешность личности. Факторы успеха: гены, среда, характер. Преодоление трудностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о личностном росте, рассуждать о способах достижения успеха, возможностях развития внутреннего потенциала, жизненных перспективах, смысловом наполнении жизни, формировании ответственности, взятой на себя добровольно; рассказывать о способах самосовершенствования.

4. Тема 4. Окружающий мир

Воздействие человека с окружающей средой. Погода и климат. Влияние человека на природу: атмосферу, леса, мировой океан, почву, животный мир. Человек – дитя природы. Современные экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о живых существах и их взаимодействии с окружающей средой; проблемах загрязнения и охраны окружающей среды, природных и техногенных катастрофах, стихийных бедствиях; положительном и отрицательном влиянии человека на природу и экологию земли; рассуждать о нерушимой связи человека и природы; участвовать в дискуссии о ценностях природных ресурсов, сохранения окружающей среды для будущих поколений.

5. Тема 5. Развлечения и хобби

Спорт. Музыка. Чтение. Фотография. Танцы. Кино. Театр. Видеоигры. Коллекционирование. Творчество. Влияние хобби на жизнь человека. Хобби как способ самореализации или пустая трата времени.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: уметь описать свои развлечения и хобби; составлять рецензии на фильм, книгу, спектакль и т.д.; обсудить героев и содержание книги, фильма, мультфильма и т.д.; вести беседу о влиянии хобби на выбор профессии, дать обратную связь на прочитанную книгу, просмотренный фильм, музыку, фотовыставку и т.д.; обсуждать киноиндустрию, музыку, СМИ, выражать свое мнение о влиянии СМИ на общество; строить логические высказывания о влиянии хобби на жизнь человека.

6. Тема 6. Мечты и реальность

Что такое мечта. Граница между мечтой и реальностью. Реальность порождает мечту. Мечта, ставшая реальностью. Представление о реальном мире. Мечта или цель. Мечты, планы и реальность. Планы на будущее.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о разнице между мечтой, планами и целью; рассказывать о своих мечтах; дискуссировать на тему «Как воплотить мечту в реальности», уметь составлять список дел на неделю, месяц и т.д., рассуждать о планах на ближайшее будущее и перспективу.

7. Тема 7. Путешествия

Великие путешественники. Посещение различных стран. Новые впечатления и открытия. География путешествий. Туризм и путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Гостиницы - бронирование, сервис. Опыт путешествий. Академическая мобильность.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему каникул, отпуска; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; делиться новыми впечатлениями, опытом, необычными фактами; описывать географическое положение городов и стран; сравнивать культуру и обычаи разных стран; рассказывать о достопримечательностях; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, предлагаемый в них сервис; описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы; кратко рассказать о транспортной системе в своем городе.

8. Тема 8. Социальная жизнь

Участие в студенческих клубах или сообществах. Волонтерское движение. Благотворительность. Благоустройство. Участие в молодежных и социальных проектах. Молодежные инициативы. Социальная сознательность.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать о собственной социальной позиции и социальной инициативе; осуществлять поиск необходимой информации по тематике; рассуждать на тему волонтерства и благотворительности, благоустройства города, кампуса и т.д.

9. Тема 1. Образование

Роль образования в современном мире. Обучение в ВУЗе. Общество, основанное на знаниях. Образование через всю жизнь. Образование как ценность. Критерии выбора ВУЗа. Профессия будущего.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: суммировать основные идеи статьи о важности образования в современном обществе; сделать выводы о ценности образования на основе статистики; обсудить недостатки и преимущества высшего образования; обсудить плюсы и минусы различных технологий обучения; дискутировать о профессиях будущего и собственном выборе профессии.

10. Тема 2. Креативность и творчество

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации, влияние технологий и образования на развитие творческих способностей, исследовательский потенциал. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать об открытиях и изобретениях, случайных открытиях, и обсуждать их важность, влияние креативности мышления на развитие технологий; обсуждать доступность науки для всех возрастных категорий и возможность добиваться высоких результатов; участвовать в дискуссии на тему важности креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

11. Тема 3. Старое и новое «Интернет вещей»

Люди и данные. Искусственный интеллект. Области применения технологии «Интернет вещей». Тенденции развития интеграции физического мира в компьютерные системы. Влияние технологии «Интернет вещей» на жизнь человека. Эволюция промышленных интеллектуальных технологий.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: осуществлять поиск информации в Интернет источниках и обмениваться мнениями о применении «Интернет Вещей» на бытовом уровне потребителей; рассказывать и описывать возможности, преимущества и недостатки применения современных интеллектуальных технологий в физическом мире; составлять описательные эссе, эссе-рассуждения по тематике; обсуждать развитие «Интернет вещей» в современном мире интеллектуальных технологий.

12. Тема 4. Жизненные ценности

Ценность жизни. Три основных круга жизненных ценностей: личная жизнь и отношения, работа и бизнес, собственное развитие. Влияние семьи и социума на формирование жизненных ценностей. Индивидуализация ценностей в жизни и самооценочность. Представление о жизненных ценностях как ориентирах в жизни. Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о ценностных ориентирах в жизни человека, описывать собственное представление о жизненных ценностях, обмениваться мнениями о влиянии окружающей действительности и социума на формирование жизненных ценностей и собственного представле

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Архитектура бортовых вычислительных комплексов

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основными принципами проектирования вычислительных комплексов современных летательных аппаратов на базе встроенных БЦВМ и развитие у них навыков комплексного подхода к обоснованному выбору средств вычислительной техники различного назначения для комплексирования бортового оборудования. Подробно рассматриваются особенности структурной организации функциональных узлов БЦВМ, а также их архитектуры. Проводится сравнительный анализ современных отечественных и зарубежных вычислительных систем летательных аппаратов (ЛА).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области архитектурного построения современных БЦВМ и БЦВС;
- приобретение теоретических знаний в области изучения архитектур БЦВМ и построения структур БЦВС;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области моделирования архитектур БЦВМ;
- приобретение навыков работы в среде современных кросс-средств разработки ПО.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и основные концепции, лежащие в основе логического построения современных бортовых процессоров;
- порядки численных величин, характерные для различных технических характеристик современных БЦВМ;
- современные проблемы вычислительной техники;
- экспериментальные основы разработки и построения архитектур БЦВМ.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации, в том числе и на английском языке;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с характеристиками и системой команд конкретных МП.

Темы и разделы курса:

1. Архитектура современных БЦВМ и БЦВС в авиационных комплексах 5-ого поколения.

Программы создания высоконадежных БЦВС. Организация структур высоконадежных БЦВС. Методы оценки производительности БЦВМ и БЦВС. Концепция ИМА.

2. Внутренний язык БЦВМ.

Классификация внутренних языков. Представление операндов в БЦВМ. Особенности структуры команд и способов адресации операндов.

3. Место БЦВМ в структуре авиационного комплекса. Основные архитектурные особенности БЦВМ.

Место БЦВМ в структуре управления современным авиационным комплексом.

История появления, развития и особенности современных БЦВМ. Понятие БЦВС.

Структурные схемы БЦВМ различных типов и их основные характеристики.

Понятие об архитектуре процессора. Основные определения и концепции построения.

Обзор структур БЦВС современных самолетов, их классификация и основные характеристики.

4. Надежность и живучесть БЦВМ.

Стандартизация бортовых цифровых комплексов управления. Основные понятия надежности и живучести БЦВМ. Средства контроля и диагностирования БЦВМ. Влияние средств контроля и диагностирования на показатели надежности и живучести БЦВМ.

5. Основные форматы команд современных БЦВМ.

Основные форматы команд современных БЦВМ, унификация системы команд БЦВМ на примере MIL-STD-1750A. Примеры внутренних языков современных и перспективных БЦВМ. Тенденции развития внутренних языков БЦВМ. Понятие машиннозависимого языка, язык ассемблера современных БЦВМ.

6. Примеры архитектур отечественных и зарубежных БЦВМ.

Семейство БЦВМ "Гамма" (ЦВМ80-30xxx);

БЦВМ с архитектурой "Поиск" (А-2009, Ц-100 и т.д.);

32-х разрядные БЦВМ с архитектурой VAX-11;

RISC-процессоры в перспективных системах;

Микропроцессоры фирмы IBM (80386, Pentium);

Семейство БЦВМ "Багет" (архитектура MIPS-I-IV, ЦВМ90-6xx);

Семейство БЦВМ "Эльбрус -90микро" (архитектура SPARC).

7. Средства информационного обмена многомашинных БЦВС.

Основные понятия о БЦВС.

Принципы обмена информацией в БЦВМ и БЦВС.

Типы параллелизма вычислений и рекомендуемые структуры ВС для их реализации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Архитектура современных микропроцессоров и компьютерных платформ

Цель дисциплины:

Изучение архитектуры современных микропроцессоров и компьютерных платформ.

Задачи дисциплины:

- получение студентами базовых знаний в области современных микропроцессоров и компьютерных платформ;
- приобретение знаний в области построения собственных программных средств и их отладки на различных платформах;
- приобретение практических навыков в создании приложений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- историю семейства процессоров Intel/AMD;
- архитектуру шин PCI, USB; интерфейсы UART, PIO.

уметь:

- писать читаемый и сопровождаемый код (включая комментарии и заметки к review);
- программировать в защищенном режиме на основе DOS extender. Сервисов BIOS и DOS в IBM PC. Среды разработки Open Watcom C. Стандарт DPMI. ;
- думать в терминах качества ПО с самого начала проектирования;
- использовать отладчики, средства измерения производительности и энергоэффективности.

владеть:

практикой программирования на различных компьютерных платформах.

Темы и разделы курса:

1. Обзор истории развития цифровой вычислительной техники.

1. Обзор истории развития цифровой вычислительной техники. Поколения элементной базы. Архитектура фон Неймана. Закон Мура. Обзор развития периферийных устройств. Ключевые изобретения (транзистор, микрокод, ОС). Спектр компьютеров (от микроконтроллеров до суперкомпьютеров).

2. Обзор истории развития архитектур компьютерных платформ. История развития микроархитектуры процессоров и их команд, разрядностей шин, памяти и кэш-памяти, внешней памяти (от дискет до SSD дисков и RAID массивов).

3-4. Цифровой логический уровень. Вентили и их физическая реализация на транзисторах. Булева алгебра и булевы функции, реализация на вентилях. Обозначения на схемах. Комбинационные схемы: мультиплексор, декодер, компаратор. Программируемые матрицы. Арифметические схемы: сдвиг, сумматор. Однобитное АЛУ.

Лабораторные работы:

1. История семейства процессоров Intel/AMD.

2. Архитектура шин PCI, USB; интерфейсы UART, PIO;

3-4. цифровые схемы PDP совместимого компьютера

2. Архитектура микропроцессоров.

5-6. Тактовый генератор. Разновидности триггеров и защелок (SR, D, JK; одно- и двухступенчатые). Регистры. Микросхемы памяти. Разновидности памяти (ОЗУ-ПЗУ).

Шины. Синхронизация и арбитраж. Временные диаграммы и циклы чтения-записи. Интерфейсы: параллельный и последовательный вывод, декодирование адреса.

7-8. Архитектура микропроцессоров семейства PDP. Регистры, набор команд, адресация памяти. Архитектура 16-битного компьютера PDP.

9-10. Микроархитектурный уровень. Микрокод, конвейеры, кэш-память, упреждающая выборка, прогнозирование ветвлений, спекулятивное выполнение. Интеграция вспомогательных устройств в микропроцессор: сопроцессоры, управление памятью и прерываниями. Тренды: многоядерность, виртуализация, расширенные наборы команд.

Лабораторные работы:

5-7. Эмулятор компьютера PDP-11. Постановка задачи. Быстрое визуальное программирование интерфейса на C#.NET. Принципы написания дизассемблера. Принципы эмуляции команд. Эмуляция видеопамати и устройств.

3. Архитектура семейства процессоров.

11-14. Архитектура семейства процессоров x86. Регистры общего назначения. Реальный режим, 16 битная архитектура. Сегментная модель. Адресация памяти. Формат машинных инструкций. Защищенный режим, 32 битная архитектура. Кольца защиты, таблицы

селекторов. Плоская модель. Расширения 64-битного режима. Виртуальная память. Таблицы страничного преобразования. Прерывания и исключения. Встроенный контроллер прерываний APIC, аппаратные исключения. Команды сопроцессора и потоковой обработки данных.

15. Архитектура процессоров ARM.

Параллельные компьютерные архитектуры. Архитектура графического процессора NVIDIA.

Лабораторные работы:

8-12. Практика программирование в защищенном режиме на основе DOS extender. Сервисы BIOS и DOS в IBM PC. Среда разработки Open Watcom C. Стандарт DPMI. Постановка задач, консультации.

13-15. Практика программирования ARM в эмуляторе QEMU.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Базы данных

Цель дисциплины:

Курс «Базы Данных» рассчитан на студентов, владеющих основами программирования, и предполагает знание базовых принципов работы компьютера - работы с памятью и дисковой подсистемой. Студенты знакомятся с основами реляционной алгебры, языком SQL, знакомятся с общим устройством СУБД, учатся проектировать схему базы данных для решения прикладной задачи, изучают принципы работы оптимизатора запросов, знакомятся с механизмами обеспечения отказоустойчивости и корректного конкурентного доступа.

Задачи дисциплины:

- ознакомление слушателей с задачами, требующими для использования базы данных;
- изучение существующих реляционных БД;
- приобретение слушателями навыка использования SQL-запросов;
- умение проектировать базы данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы реляционной алгебры;
- принципы проектирования баз данных;
- определения нормальных форм;
- общее устройство БД;
- основы SQL;
- основные принципы работы оптимизатора запросов;
- алгоритмы обеспечения отказоустойчивости;
- уровни изоляции;
- принципы работы блокировочного и многоверсионного планировщика.

уметь:

- проектировать БД с использованием ER диаграмм;
- писать эффективные SQL запросы;
- использовать расширенные возможности языка SQL: хранимые процедуры и функции, триггеры;
- создавать транзакции с учетом параллельного выполнения;
- определять и устранять причины мертвых блокировок (deadlock).

владеть:

- инструментарием для работы с БД;
- инструментарием для проектирования БД.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия.

Понятие базы данных. Реляционная модель данных. Типы данных и домены. Отношения. Современные реляционные СУБД

2. Язык SQL.

Обзор языка SQL. Конструкция SELECT. Группировка и агрегатные функции.

3. Трехзначная логика.

Трехзначная логика. NULL-значения. Предикаты.

4. Функциональные зависимости.

Целостность данных. Первая, вторая, третья нормальные формы. Ключи. Нормализация баз данных: теория и практика.

5. Конструкции.

Конструкции UPDATE, INSERT, DELETE.

6. Операции

Блокировки. Транзакции. Требования ACID. Уровни изоляции. Причины возникновения deadlocks и методы борьбы с ними.

7. Быстродействие.

Быстродействие запросов. Методы оптимизации. Физическое устройство реляционной базы данных.

8. Администрирование.

Администрирование баз данных. Роль DBA. Обеспечение отказоустойчивости и катастрофоустойчивости. Этапы сертификации. DDL.

9. Дополнительные возможности.

Дополнительные возможности языка T-SQL. Табличные и скалярные пользовательские функции. Пользовательские процедуры. Работа с метаданными.

10. Современные реляционные СУБД.

Понятие базы данных. Реляционная модель данных. Типы данных и домены. Отношения. Современные реляционные СУБД.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Байесовский выбор моделей

Цель дисциплины:

Обучить студентов байесовскому подходу к машинному обучению, сформировать глубокое понимание основных методов и понятий подхода, а также их связи с результатами из классического машинного обучения, теории вероятностей и статистики.

Задачи дисциплины:

- исследование свойств байесовского подхода к машинному обучению;
- сформировать глубокое понимание основных методов и понятий байесовского подхода к машинному обучению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- свойства и границы применимости разных методов вывода и уметь выбирать их под задачу.

уметь:

- строить вероятностные модели данных, учитывающие представления о зависимостях между переменными, их распределениях, априорные и экспертные знания.

владеть:

- аппаратом точного и приближенного вывода в байесовских моделях, а также методами построения оптимального и приближенно оптимального байесовского прогноза.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Введение: Напоминание понятий из теории вероятностей и статистики.

Множественное тестирование гипотез и выбор априорного распределения.

2. Байесовский классификатор

Наивный байесовский классификатор, его обобщения и оптимальный прогноз. Экспоненциальное семейство распределений.

Байесовская линейная регрессия. Обоснованность (evidence).

Байесовская логистическая регрессия и отбор признаков.

3. Алгоритмы

EM-алгоритм и вариационный EM-алгоритм.

Гауссовские процессы и эволюция моделей во времени.

Построение адекватных мультимodelей.

4. Методы Монте-Карло

Методы Монте-Карло по схеме марковских цепей.

Гамильтоновы методы Монте-Карло по схеме марковских цепей.

5. Байесовская оптимизация

Краткое введение. Введение гиперпараметра. Алгоритм автоматической настройки параметров

6. Понятие графической модели.

Понятие графической модели. Представление правдоподобия в виде графа.

Ориентированные графические модели и понятие условной отделимости.

Неориентированные графические модели. Связь и сравнение неориентированных графических моделей с ориентированными.

7. Алгоритмы вывода в графических моделях

Фактор-графы. Алгоритм Sum-Product точного вывода в ациклических моделях.

Скрытые марковские цепи и линейные динамические системы.

Фильтр Калмана.

Алгоритмы вывода в графических моделях с циклами.

Алгоритмы вывода на основании разрезов графов и их применение к сегментации изображений.

Структурное обучение. Сравнение классического и нейросетевого подхода к графическим моделям.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Безопасность жизнедеятельности

Цель дисциплины:

формирование у студентов общекультурных и общепрофессиональных интегральных компетенций и конкретных знаний умений и навыков в сфере безопасности жизнедеятельности, включая, вопросы безопасного взаимодействия человека с природной и техногенной средой обитания и вопросы защиты человека от негативных факторов чрезвычайных ситуаций.

Задачи дисциплины:

- знакомство студентов с теоретическими основами и практическими вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- формирование у студентов представлений о психологической безопасности, психологических угрозах и когнитивных искажениях;
- освоение студентами подходов к противодействию психологическим угрозам, работе со стрессом и коммуникативными манипуляциями;
- освоение студентами базовых знаний в области физического здоровья и здоровья мозга;
- развитие у студентов представлений о связях и возможностях использования гуманитарных, социальных, экономических и естественнонаучных, качественных и количественных подходов и методов при анализе и решении задач обеспечения БЖД.
- формирование представлений у студентов о связи своей профессиональной деятельности и задач обеспечения БЖД;
- формирование у студентов представлений о значимости личной жизненной позиции и индивидуального поведения для обеспечения индивидуальной и коллективной безопасности, в том числе для обеспечения безопасности социума, включая такой актуальный аспект, как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- психологические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности, включающие в себя работу с психологическими угрозами, стрессовыми состояниями и построению безопасной коммуникации с социумом;
- ключевые аспекты здорового образа жизни, понятия о системах организма и способах их укрепления и развития;
- правовые и экономические понятия обеспечения безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации, в том числе государственной молодёжной политики и правовых отношений в области науки и высоких технологий;
- государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, правила поведения в чрезвычайных ситуациях и оказания первой помощи при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях и террористических актах.

уметь:

- самостоятельно оценивать собственное психологическое состояние, диагностировать когнитивные искажения и стрессовые состояния, вырабатывать копинговые стратегии;
- осознанно подходить к вопросам индивидуального здорового образа жизни, продумывать безопасные индивидуальные тренировочные режимы и рационы питания;
- анализировать социоэкономические процессы с точки зрения прав и обязанностей гражданина РФ и студента ВУЗа;
- принимать обоснованные управленческие и организационные решения и совершать иные действия в точном соответствии с законом, в том числе, в сфере противодействия коррупции, противодействия терроризму и экстремизму.

владеть:

- принципами и основными навыками построения психологической безопасности, ведения безопасной межличностной коммуникации, распознавания социальных манипуляций;
- системным подходом к формированию аспектов здорового образа жизни;
- правовыми основами информационной безопасности и безопасности интеллектуально-правовых отношений;
- навыками принятия осознанных экономических решений, способами сохранения и грамотного использования капитала;
- принципами и основными навыками безопасного поведения в быту и при осуществлении профессиональной деятельности, в частности, при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях, коррупционных нарушениях и террористических актах.

Темы и разделы курса:

1. Введение в безопасность жизнедеятельности

Общие термины безопасности жизнедеятельности. Безопасность жизнедеятельности в комплексе: психологически, физиологический, правовой, экономический и социальный аспекты. Политика МФТИ в области обеспечения безопасности жизнедеятельности студентов и сотрудников. Структура органов управления МФТИ, их функции и полномочия.

2. Добро пожаловать на Физтех

История становления МФТИ как ведущего технического института России. Отцы-основатели Физтеха, развитие базовых кафедр, политика ректоров института. Особенности системы Физтеха как ключевого аспекта комплекса образования и науки в МФТИ.

3. Психологические угрозы

Понятие психологической безопасности. Типология психологических угроз. Угрозы общепсихологической природы. Когнитивные ошибки. Ошибки внимания и невнимания: дорожно-транспортные происшествия, авиакатастрофы, постановка диагноза в клинической практике, уличные кражи. Ошибки памяти: ложные свидетельства в суде, ложные воспоминания. Ошибки мышления: процессы принятия решений в судопроизводстве. Феномен ложных корреляций. Самосбывающиеся пророчества. Метакогнитивные ошибки: проблема оценки собственного и чужого профессионализма. Индивидуальные когнитивные искажения и их связь с общим психологическим благополучием личности. Приемы и техники для самонаблюдения и изменения собственных автоматических ошибочных суждений.

4. Психология стресса

Понятия «стресс». Типы реакций в ответ на травмирующее воздействие. Стрессоры и их связь с адаптацией. Симптомы дезадаптации. Феномен выученной беспомощности. Критические, изменяющие жизнь события (макрострессоры). Травматические события и травматический стресс. Повседневные перегрузки (микрострессоры) и их воздействие. Хронические перегрузки и их воздействие. Защитные механизмы личности. Психосоматические проявления. Диагностика стрессов, стрессовых реакций. Способы совладания со стрессом (копинги). Острое горе: основные этапы. Помощь при острой реакции на стресс. Факторы, которые могут повлиять на то, как человек будет справляться с травмой. Внешние и внутренние ресурсы.

5. Психология лжи, убеждения и манипуляций в различных видах коммуникации

Понятие манипуляции. Личностная черта «макиавеллизм» и характеристика макиавеллистов. Понятие тёмной триады. Основные типы социальных манипуляций. Феномен Вертера. Влияние типа «группа-личность». Конформность и подчинение авторитету. Феномен группового мышления. Деперсонализация. Влияние типа «личность-личность». Факторы аттракции. Языковые манипуляции. Основные формы распознавания лжи по словам, по голосу, по пластике, по реакциям ВНС. Виктимность. Характеристики невербального поведения жертвы, психологический портрет жертвы.

6. Социальные механизмы психологической безопасности

Социальное окружение как модератор психологической безопасности. Социальная сеть, социальная поддержка. Влияние социальной поддержки на психическое здоровье. Источники и возможности получения социальной и психологической поддержки в

образовательных и муниципальных системах. Социальная фасилитация и социальная леность. Просоциальное поведение. Общественная и волонтерская деятельность, как способ самореализации и компенсации.

7. Ключевые аспекты здорового образа жизни. Основные понятия о системах организма.

Концепция здорового образа жизни - базовая терминология. Основные системы органов человека (краткое описание и функции) - пищеварительная, дыхательная, сердечно-сосудистая, эндокринная система, иммунная система, нервная, половая, лимфатическая, опорно-двигательная, покровная, кровеносная, система выделения, функциональная система. Пагубные привычки (курение, алкоголь, наркотики) - причины, профилактика, уровень пагубного воздействия на здоровье и качество жизни индивидуума. Факторы влияния вредных веществ на ДНК.

8. Физическая культура и спорт как неотъемлемые составляющие элементы здорового образа жизни

Понятие об идеальной клетке человека. ДНК и РНК. Мышечная система. Модель нервно-мышечного аппарата. Основные механизмы мышечной деятельности. Биоэнергетика мышечных волокон. Роль генетики в композиции мышечных волокон человека. Биопсия. Генетические маркеры и их роль в спортивном отборе и прогнозировании. Оптимальные и безопасные тренировочные режимы. Зоны интенсивности работы человеческого организма. Феномен “отказа” в работе мышц. Понятие “закисления” организма. Физиологическое обоснование уровня физической нагрузки. Аэробный и анаэробный пороги. Сердце, как лимитирующий фактор физической деятельности.

9. Рациональное питание (диетология, нутрициология)

Диетология и нутрициология - основные сходства и различия. Белки, жиры, углеводы, как основные соединения для обеспечения правильного и бесперебойного функционирования всех систем организма. Факторы синтеза белка. Физиологические проблемы ожирения. Механизм и основные условия естественного похудения. Мифы о питании. Полезные и вредные продукты. Нюансы системы пищеварения - последние исследования и рекомендации. Витамины и микроэлементы. Дополнительное питание. Обзор рынка дополнительного и спортивного питания.

10. Личная гигиена человека

Понятие личной и общественной гигиены. Основные разделы личной гигиены: гигиеническое содержание тела (кожи, волос, полости рта, органов слуха, зрения, половых органов), гигиена индивидуального питания, гигиена одежды и обуви, гигиена жилища. Гигиенические принципы и методики повышения общей неспецифической резистентности организма. Личная гигиена в период инфекционных заболеваний. Резистентность к антимикробным препаратам.

11. Безопасность социальной молодежной активности. Безопасность взаимодействия с органами государственной власти. Противодействие коррупции

Молодежная политика государства. Законные и незаконные формы молодежной активности. Участие в деятельности НКО как форма молодежной активности. Гражданское участие в местном самоуправлении. Правовые последствия участия студентов в несанкционированных мероприятиях и незаконных действиях в сети Интернет. Общая

характеристика структуры и полномочий правоохранительных органов. Основы безопасного взаимодействия граждан с силовыми структурами.

12. Правовые основы информационной безопасности. Безопасность интеллектуально-правовых отношений

Правовое регулирование отношений, возникающих в сфере информации, информационных технологий и защиты информации. Государственная политика в области информационной безопасности. Основы правовой безопасности при осуществлении международного научного обмена и публикационной активности. Правовые основы и наиболее распространенные проблемы охраны интеллектуальной собственности. Правовой статус авторов как участников правоотношений, связанных с созданием объектов интеллектуальной собственности.

13. Финансовая грамотность как основа личной экономической безопасности

Рациональность и механизм принятия решений. Бюджет и финансовое планирование: доходы, расходы, активы и пассивы, финансовое планирование: сбережения, кредиты и займы. Расчеты и финансовое мошенничество. Фондовые и валютные рынки: их привлекательность и опасность. Страхование и снижение рисков.

14. Государственная политика РФ в сфере обеспечения безопасности, гражданской обороны и защиты населения и объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций

Основные принципы обеспечения БЖД населения. Оценки рисков, основные концепции, пути, задачи и методы управления безопасностью. Алгоритмы обеспечения личной безопасности и алгоритм общей схемы действий государственных систем безопасности. Критерии, определяющие уровень безопасности.

Чрезвычайные ситуации: фазы развития, поражающие факторы источников чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера и их характеристики. Классификация стихийных бедствий и природных катастроф. Природные и техногенные ЧС в России. ЧС военного времени.

Законодательная основа обеспечения БЖД населения. Организационная основа обеспечения БЖД населения. Обеспечение технологической безопасности и охраны труда, гражданской обороны и защиты населения и объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций. Основы организации и основные методы и способы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и ЧС военного характера. Сигналы оповещения. Защитные сооружения и их классификация. Организация эвакуации населения и персонала из зон чрезвычайных ситуаций. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования. Государственные структуры и программы в области обеспечения безопасности и социально-экономического развития России.

15. Государственная политика РФ в сфере противодействия экстремизму и терроризму

Терроризм как политическое, как социально-экономическое явление, как инструмент достижения определённых политических и экономических целей и террористический акт как конкретное преступление. Исторические, идеологические и организационные аспекты

возникновения и развития терроризма как серьезнейшей угрозы современной цивилизации, экстремизм и терроризм. Социальные, экономические, политические и идеологические черты и особенности современного терроризма.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вариационное исчисление и топология

Цель дисциплины:

Дать студентам основы знаний в области современного вариационного анализа и топологии.

Задачи дисциплины:

Научить студентов свободно пользоваться понятиями современного выпуклого и негладкого анализа, основными геометрическими и аналитическими свойствами объектов, такими, как отделимость, проксимальность, трансверсальность, константы выпуклости. Параллельно обсудить применение указанных свойств в алгоритмах оптимизации на примере симплекс-метода, градиентных алгоритмов, метода Ньютона и т.п.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основы современного вариационного анализа и некоторых алгоритмов.

уметь:

Применять основные подходы для решения выпуклых, гладких и др. экстремальных задач, работать с негладкими объектами, применять подходящие для ситуации алгоритмы решения задач.

владеть:

Языком современного негладкого анализа и топологии.

Темы и разделы курса:

1. Задачи вариационного исчисления.

Сильный и слабый минимумы в задачах вариационного исчисления. Лемма о скруглении углов.

2. Простейшая задача вариационного исчисления.

Уравнение Эйлера. Задача о брахистохроне. Примеры Гильберта и Вейерштрасса.

3. Изопараметрическая задача вариационного исчисления.

Цепная линия.

Задача Лагранжа с неголономными связями. Примеры.

Задача Лагранжа с голономными связями. Уравнение движения материальной точки по поверхности.

4. Условия трансверсальности в задаче со свободным правым концом.

Условия Вейерштрасса-Эрдмана. Негладкие экстремали. Примеры. Задача о кривой, образующей при своем вращении поверхность возможно меньшей площади.

5. Преобразование Лежандра.

Канонические уравнения Гамильтона. Принцип максимума Понтрягина для линейно-квадратичной задачи оптимального управления.

6. Простейшая задача вариационного исчисления на сильный минимум.

Функция Вейерштрасса. Примеры. Принцип максимума Понтрягина для задачи о простом движении.

7. Поле экстремалей.

Уравнение Гамильтона-Якоби.

Инвариантный интеграл Гильберта. Решение уравнения Гамильтона-Якоби для квадратичной задачи вариационного исчисления.

8. Достаточные условия сильного минимума, использующие уравнение Гамильтона-Якоби и функцию Вейерштрасса.

Полунепрерывность снизу и существование решений в пространствах Соболева (основные результаты и примеры).

Полунепрерывность снизу и существование решений в пространствах мер и функций ограниченной вариации (основные результаты и примеры).

9. Вторая вариация. Условие Лежандра.

Необходимые условия слабого минимума, использующие условие Лежандра.

Достаточные условия слабого минимума, использующие условие Лежандра.

Достаточные условия сильного минимума, использующие условие Лежандра. Примеры.

10. Сопряженные точки. Условие Якоби.

Необходимые условия слабого минимума, использующие условие Якоби.

Достаточные условия слабого минимума, использующие условие Якоби.

Достаточные условия сильного минимума, использующие условие Якоби. Примеры.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в геофизическую гидродинамику

Цель дисциплины:

– изучение и интерпретация с позиций физики и математической физики механизмов, ответственных за формирование основных особенностей глобальной и региональной циркуляции атмосферы и океана.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных понятий и уравнений геофизической гидродинамики.
- Ознакомление с основными приближениями геофизической гидродинамики и видами движений.
- Изучение основных физических механизмов, ответственных за формирование глобальной и региональной циркуляции атмосферы и океана.
- Рассмотрение явлений, формирующих циркуляцию атмосферы и океана, (волновые движения, неустойчивость, турбулентность) с использованием аппарата математической физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и уравнения геофизической гидродинамики;
- основные виды равновесных состояний в геофизических течениях, механизмы, компенсирующие отклонения от состояния равновесия;
- виды волновых движений в жидкости и газе;
- виды течений в атмосфере Земли и основные погодообразующие факторы;
- характерные особенности общей циркуляции атмосферы.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

навыками самостоятельной работы с научной литературой по геофизической гидродинамике и с современными источниками информации (научные статьи, интернет);

навыками освоения большого объёма информации;

культурой постановки и исследования физических задач на основе математического моделирования.

Темы и разделы курса:

1. Линейная зависимость величин. Системы линейных уравнений. Вычислительный аспект умножения матриц: классическое правило умножения, алгоритм Винограда, алгоритм Штрассена.

Линейная зависимость величин. Системы линейных уравнений. Матрицы как инструмент для анализа линейной зависимости. Операции над матрицами. Ассоциативность и некоммутативность умножения матриц. Вычислительный аспект умножения матриц: классическое правило умножения, алгоритм Винограда, алгоритм Штрассена. Блочные матрицы. Качество алгоритмов и модели компьютеров. Последовательные и параллельные вычисления.

2. Малые возмущения. Число обусловленности матрицы. Сходящиеся матрицы и ряды. Возмущение собственных значений. Спектральные расстояния.

Малые возмущения. Число обусловленности матрицы. Сходящиеся матрицы и ряды. Простейший итерационный метод. Обратные матрицы и ряды. Обусловленность линейной системы. Согласованность матрицы и правой части. Возмущение собственных значений. Непрерывность корней полинома. Круги Гершгорина. Малые возмущения собственных значений и векторов. Обусловленность простого собственного значения. Спектральные расстояния. Теорема Виландта-Хоффмана. Двоякостochasticкие матрицы и теорема Биркгоффа. Перестановочные диагонали и теорема Холла.

3. Матрицы как обобщение понятия числа. Группа, кольцо, поле. Специальные классы матриц. Матрица как оператор. Ядро и образ матрицы. Характеристический полином матрицы и методы его вычисления.

Матрицы как обобщение понятия числа. Группа, кольцо, поле. Специальные классы матриц. Матрицы перестановки. Схема сдваивания для ассоциативной операции. Рекуррентное сдваивание. Матрица как оператор. Ядро и образ матрицы. Диагонализация матрицы. Собственное значение и собственный вектор. Инвариантные подпространства. Теорема Жордана. Характеристический полином матрицы и методы его вычисления. Параллельные алгоритмы вычисления обратной матрицы.

4. Машинные числа. Аксиомы машинной арифметики. Ошибки округления.

Машинные числа. Аксиомы машинной арифметики. Ошибки округления для скалярного произведения. Прямой и обратный анализ. Проблемы сертификации алгоритмов. "Идеальные" и "машинные" тесты. Решение треугольных систем.

5. Метрическое пространство. Нормированное пространство. Векторные и матричные нормы. Скалярное произведение. Ортогональность.

Метрическое пространство. Вложенные шары. Нормированное пространство. Векторные и матричные нормы. Эквивалентные нормы. Операторные нормы. Скалярное произведение. Ортогональность. Длина вектора. Изометричные матрицы. Сохранение длин и унитарные матрицы. Теорема Шура.

6. Неотрицательные матрицы. Матрицы и графы.

Неотрицательные матрицы. Матрицы и графы. Разложимость. Теорема Перрона-Фробениуса. Методы для разреженных матриц. Задача о сепараторе.

7. Нормальные матрицы. Сингулярное разложение матрицы.

Нормальные матрицы. Знако-определенные матрицы. Сингулярное разложение матрицы. Унитарно инвариантные нормы. Аппроксимации меньшего ранга.

8. Подход В.В.Воеводина к решению проблемы портабельности программного обеспечения.

Подход В.В.Воеводина к решению проблемы портабельности программного обеспечения. Программа и математический алгоритм. Граф алгоритма. Граф вычислительной системы. Проблемы построения и анализа графов. Проблемы отображения алгоритмов на вычислительные системы.

9. Прямые методы для линейных систем. Теория LU-разложения. QR-разложение матрицы. Матрицы отражения.

Прямые методы для линейных систем. Теория LU-разложения. Ошибки округления для LU-разложения. Рост элементов и выбор ведущего элемента. Метод Холецкого. Треугольные разложения и решение систем. Как уточнить решение. QR-разложение матрицы. Матрицы отражения. Исключение элементов с помощью отражений. Матрицы вращения. Исключение элементов с помощью вращений. Машинные реализации отражений и вращений. Метод ортогонализации. Потеря ортогональности. Как бороться с потерей ортогональности. Модифицированный алгоритм Грама-Шмидта.

10. Циркулянтные и теплицевы матрицы.

Циркулянтные и теплицевы матрицы. Групповое свойство невырожденных циркулянтных матриц. Спектральная теорема для циркулянтных матриц. Матрица Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Быстрые алгоритмы периодической и аperiodической свертки.

11. Основные понятия, уравнения динамики атмосферы и океана. Уравнения динамики атмосферы и океана в сферической системе координат. Введение понятия геофизического течения, анализ масштабов слагаемых в уравнениях динамики атмосферы для случая геофизического течения. Геострофическое и гидростатическое равновесие.

Геофизическая гидродинамика и динамическая метеорология. Эйлеров и Лагранжев подход к описанию движения жидкости. Основные силы, действующие на воздух в атмосфере. Вывод уравнений гидротермодинамики атмосферы и динамики океана.

Дифференциальные операторы в сферической системе координат, лагранжева производная по времени вектора в сферической системе координат. Уравнения динамики атмосферы и океана в сферической системе координат. Приближение мелкой атмосферы.

Движения, формирующие циркуляцию атмосферы и океана. Характерные масштабы таких течений (горизонтальный, вертикальный, временной, масштабы горизонтальной и вертикальной скорости). Число Россби. Анализ масштабов слагаемых в уравнениях динамики атмосферы для метеорологически значимых течений в средних широтах. геострофический баланс - равновесие между силами Кориолиса и силой градиента давления. Направление ветра в циклонах и антициклонах, сравнение с данными наблюдений. Гидростатическое равновесие, уравнение гидростатики.

12. Уравнения динамики атмосферы

Уравнения динамики атмосферы в изобарической системе координат по вертикали. Формулы для перехода в произвольную систему координат по вертикали. Термический ветер. Вывод уравнений динамики атмосферы в изобарической системе координат по вертикали. Геопотенциал изобарической поверхности. Вывод формул для перехода в произвольную систему координат по вертикали. Производная геострофического ветра по высоте, термический ветер, западный перенос.

Уравнения мелкой воды на вращающейся сфере. Поверхностные гравитационные и инерционно-гравитационные волны. Задача приспособления Россби. Приближение трехмерных уравнений динамики атмосферы/океана квази-двумерной моделью мелкой воды. Завихренность, абсолютная и потенциальная завихренность.

Линеаризация уравнений мелкой воды, поверхностные гравитационные и инерционно-гравитационные волны. Задача Россби о приспособлении к геострофическому равновесию, возбуждение инерционно-гравитационных волн при переходе в состояние равновесия.

Уравнения баротропного вихря, бета-эффект, волны Россби. Баротропная неустойчивость.

Уравнение баротропного вихря как квази-геострофическое приближение уравнений мелкой воды. Завихренность, функция тока. Переменный параметр Кориолиса - бета-эффект. Линеаризация уравнения баротропного вихря, волны Россби, их фазовая и групповая скорости. Понятие о гидродинамической неустойчивости. Неустойчивость в баротропных течениях, оптимальные моды, экспоненциальный рост возмущений и обрушение волн Россби.

13. Потенциальная температура, устойчивая, неустойчивая, нейтральная стратификация атмосферы. Внутренние гравитационные и инерционно-гравитационные волны, орографические волны.

Потенциальная температура. Соотношение между силой тяжести и плавучести. Устойчивая, неустойчивая, нейтральная стратификация атмосферы. Частота Брента-Вейселя. Внутренние гравитационные волны, условия их вертикального распространения.

Внутренние инерционно-гравитационные волны. Гравитационные волны, возбуждаемые обтеканием рельефа (орографические волны).

Уравнения квази-геострофического приближения. Вертикальное распространение волн Россби. Понятие о бароклинной неустойчивости. Вывод уравнений квазигеострофического приближения. Связь агеострофической компоненты потока с вертикальным движением. Квазигеострофическое уравнение потенциальной завихренности. Восстановление характеристик течения по потенциальной завихренности. Волны Россби в квазигеострофическом приближении, их вертикальное распространение. Качественное описание механизма бароклинной неустойчивости с использованием квазигеострофического приближения.

14. Пограничный слой атмосферы. Осреднение по Рейнольдсу. Экмановский пограничный слой, вторичная циркуляция.

Пограничный слой атмосферы, влияние вязкости, турбулентность, осреднение по Рейнольдсу. Турбулентные потоки (тепла и импульса), кинетическая энергия турбулентности. Экмановский пограничный слой. Вторичная циркуляция, связь вертикального движения с вторичной циркуляцией.

Общая циркуляция атмосферы. Роль влажной конвекции. Формирование пассатов и струйных течений. Ячейки Гадлея и Ферреля. Наблюдаемая структура общей циркуляции атмосферы. Зонально-осредненные уравнения, вихревые потоки тепла и импульса. Понятие о влажной конвекции. Влажная конвекция - основной источник нагревания верхней тропосферы в тропиках. Термически прямая ячейка Гадлея, формирование пассатов и струйных течений. Термически обратная ячейка Ферреля.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в движение искусственных спутников Земли относительно центра масс

Цель дисциплины:

введение в проблематику и изучение фундаментальных основ механики космического полета в части движения относительно центра масс как естественных небесных тел, так и космических аппаратов.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами базовых знаний в области невозмущенного движения твердого тела относительно своего центра масс в поле притягивающего центра;
- приобретение теоретических знаний, необходимых при проведении предварительного проектирования систем ориентации космических аппаратов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической небесной механики и механики космического полета;
- законы орбитального движения и движения относительно центра масс искусственных спутников Земли и естественных небесных тел, методы определения фактического движения, улучшения и целенаправленного изменения параметров углового движения;
- современные проблемы механики космического полета, направления перспективных исследований и цели разрабатываемых космических миссий.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных небесно-механических ситуаций;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;

- применять современные математические методы небесной механики и астродинамики;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования механических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с осуществлением космических миссий;
- навыками самостоятельной работы с печатной литературой и с информацией, опубликованной в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. 24 положения равновесия спутника на круговой орбите. Вывод интеграла Якоби. Достаточные условия устойчивости. Неравенства Белецкого.

Вывод соотношений, определяющих 24 положения равновесия спутника на круговой орбите. Вывод интеграла Якоби, принимающего во внимание потенциал гравитационного момента и момента переносных сил инерции в орбитальной системе координат. Вывод на основе интеграла Якоби достаточных условий устойчивости положений равновесия. Неравенства Белецкого для трехосного спутника.

2. Влияние эллиптичности орбиты. Частные решения на эллиптической орбите. Уравнение Матье. Вынужденное решение. Метод Крылова-Боголюбова.

Вывод уравнения движения КА на кеплеровой эллиптической орбите. Частные решения на эллиптической орбите. Линеаризованное уравнение. Уравнение Хилла для произвольного эксцентриситета. Уравнение Матье при малом эксцентриситете. Вынужденное решение. Метод Ван-дер-Поля. Понятие о методе Крылова-Боголюбова.

3. Малые пространственные колебания. Интерпретация компонент гравитационного момента. Необходимые условия устойчивости.

Вывод уравнений движения, описывающих малые пространственные колебания спутника на круговой орбите. Интерпретация компонент гравитационного момента по трем каналам движения на основе физических соображений. Решение уравнения движения. Анализ решений применительно к практике движения спутника с пассивной системой ориентации. Орбитальные станции как пример использования полученных режимов движения. Необходимые условия устойчивости положения равновесия на основе анализа уравнений малых колебаний.

4. Невозмущенное вращательное движение спутника в центральном ньютоновом гравитационном поле. Уравнения движения трехосного спутника. Движение на круговой орбите. Движение в плоскости орбиты.

Вывод выражения для гравитационного момента, действующего на спутник в центральном ньютоновом поле. Уравнения невозмущенного вращательного движения трехосного спутника в гравитационном поле. Частный случай движения – движение в плоскости орбиты. Интегрирование уравнения плоского движения на круговой орбите в эллиптических функциях. Классификация режимов движения. Предельные случаи.

5. Оси Резаля. Уравнения движения осесимметричного спутника. Три типа стационарных вращений в гравитационном поле. Условия устойчивости.

Введение полусвязанных осей Резаля. Уравнения движения осесимметричного спутника. Три типа стационарных вращений в гравитационном поле. Вывод условий существования вращений. Условия устойчивости. Использование стационарных режимов в практике создания систем ориентации КА.

6. Основные идеи обеспечения ориентации спутников. Краткая история предмета. Механика космического полета как раздел классической механики. Типы систем ориентации и их состав.

Предмет механики космического полета в свете углового движения КА и небесных тел. Связь с небесной механикой, астродинамикой, теоретической механикой. Краткий обзор истории исследования движений КА относительно центра масс.

Классификация систем ориентации КА. Состав датчиков и актюаторов. Типовые режимы ориентации. Активные и пассивные системы. Специфика ориентации малогабаритных КА.

7. Периодические решения. Кривая ветвления. Методы построения периодических решений. Результаты численных расчетов.

Периодические решения уравнения движения КА на кеплеровой эллиптической орбите. Методы построения периодических решений. Приближенное решение при малом эксцентриситете. Численный метод продолжения по параметру. Кривая ветвления. Приближенное построение кривой ветвления. Результаты численных расчетов для спутника на эллиптической орбите. Необходимые условия устойчивости. Характеристическое уравнение. Матрица монодромии.

8. Силы и моменты, действующие на спутник, их аппроксимация. Системы координат. Уравнения движения; основные соотношения.

Используемые параметры для описания ориентации КА. Необходимые системы координат. Природные и антропогенные силы и моменты. Модели и аппроксимация моментов. Выражения для описания моментов. Уравнения углового движения в различных формах и переменных.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в математический анализ

Цель дисциплины:

Формирование базовых знаний по математическому анализу для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах с естественнонаучным содержанием; формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные свойства пределов последовательностей и функций действительного переменного, производной, дифференциала, неопределенного интеграла; свойства функций, непрерывных на отрезке;
- основные «замечательные пределы», табличные формулы для производных и неопределенных интегралов, формулы дифференцирования, основные разложения элементарных функций по формуле Тейлора;
- основные формулы дифференциальной геометрии.

уметь:

- Записывать высказывания при помощи логических символов;
- вычислять пределы последовательностей и функций действительного переменного;

- вычислять производные элементарных функций, раскладывать элементарные функции по формуле Тейлора; вычислять пределы функций с применением формулы Тейлора и правила Лопиталя;
- строить графики функций с применением первой и второй производных; исследовать функции на локальный экстремум, а также находить их наибольшее и наименьшее значения на промежутках;
- вычислять кривизну плоских и пространственных кривых.

владеть:

- Предметным языком классического математического анализа, применяемым при построении теории пределов;
- аппаратом теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах.

Темы и разделы курса:

1. Действительные числа

1.1. Действительные числа. Отношения неравенства между действительными числами. Свойство Архимеда. Плотность множества действительных чисел. Теорема о существовании и единственности точной верхней (нижней) грани числового множества, ограниченного сверху (снизу). Арифметические операции с действительными числами. Представление действительных чисел бесконечными десятичными дробями. Счетность множества рациональных чисел, несчетность множества действительных чисел.

2. Пределы последовательностей

2.1. Предел числовой последовательности. Теорема Кантора о вложенных отрезках. Единственность предела. Бесконечно малые последовательности и их свойства. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Арифметические операции со сходящимися последовательностями. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной ограниченной последовательности. Число ϵ . Бесконечно большие последовательности и их свойства.

2.2. Подпоследовательности, частичные пределы. Верхний и нижний пределы числовой последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности.

3. Предел и непрерывность функций одной переменной

3.1. Предел числовой функции одной переменной. Определения по Гейне и по Коши, их эквивалентность. Свойства пределов функции. Различные типы пределов. Критерий Коши существования конечного предела функции. Теорема о замене переменной под знаком предела. Существование односторонних пределов у монотонной функции.

3.2. Непрерывность функции в точке. Свойства непрерывных функций. Односторонняя непрерывность. Теорема о переходе к пределу под знаком непрерывной функции. Непрерывность сложной функции. Точки разрыва, их классификация. Разрывы монотонных функций.

3.3. Свойства функций, непрерывных на отрезке – ограниченность, достижение точных верхней и нижней граней. Теорема о промежуточных значениях непрерывной функции. Теорема об обратной функции.

3.4. Непрерывность элементарных функций. Определение показательной функции. Свойства показательной функции. Замечательные пределы, следствия из них.

3.5. Сравнение величин (символы o , O , \sim). Вычисление пределов при помощи выделения главной части в числителе и знаменателе дроби.

4. Производная и ее применение

4.1. Производная функции одной переменной. Односторонние производные. Непрерывность функции, имеющей производную. Дифференцируемость функции в точке, Дифференциал. Геометрический смысл производной и дифференциала. Производная суммы, произведения и частного двух функций. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Производные элементарных функций. Инвариантность формы дифференциала относительно замены переменной.

4.2. Производные высших порядков. Формула Лейбница для n -й производной произведения. Дифференциал второго порядка. Отсутствие инвариантности его формы относительно замены переменной. Дифференциалы высших порядков.

4.3. Теорема Ферма (необходимое условие локального экстремума). Теоремы о среднем Ролля, Лагранжа, Коши. Формула Тейлора с остаточным членом в формах Пеано и Лагранжа. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида.

4.4. Применение производной к исследованию функций. Достаточные условия монотонности, достаточные условия локального экстремума в терминах первой и второй производной. Выпуклость, точки перегиба. Достаточные условия локального экстремума в терминах высших производных. Построение графиков функций – асимптоты, исследование интервалов монотонности и точек локального экстремума, интервалов выпуклости и точек перегиба.

5. Первообразная и неопределенный интеграл

5.1. Первообразная и неопределенный интеграл. Линейность неопределенного интеграла, интегрирование подстановкой и по частям. Интегрирование рациональных функций. Основные приемы интегрирования иррациональных и трансцендентных функций.

6. Дифференциальная геометрия

6.1. Элементы дифференциальной геометрии. Кривые на плоскости и в пространстве. Гладкие кривые, касательная к гладкой кривой. Теорема Лагранжа для вектор-функций. Длина кривой. Производная переменной длины дуги. Натуральный параметр. Кривизна

кривой, формулы для ее вычисления. Сопровождающий трехгранник пространственной кривой.

7. Комплексные числа

7.1. Комплексные числа. Модуль и аргумент, Тригонометрическая форма. Арифметические операции с комплексными числами. Извлечение корня. Экспонента и логарифм от комплексного числа. Формула Эйлера. Информация об основной теореме алгебры. Разложение многочлена с комплексными коэффициентами на линейные множители. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и неприводимые квадратичные множители. Разложение правильной дроби в сумму простейших дробей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в математическую томографию

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории томографии и ОЗР;
- современные проблемы соответствующих разделов томографии и ОЗР;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла томографии и ОЗР;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач томографии и ОЗР.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство L^2 . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символьное исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в машинное обучение

Цель дисциплины:

- рассмотрение основных задач обучения по прецедентам: классификация, кластеризация, регрессия, понижение размерности;
- изучение теории вычислительного обучения (computational learning theory, COLT), исследующей проблему надёжности восстановления зависимостей по эмпирическим данным.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области обучения по прецедентам;
- изучение методов их решения, как классических, так и новых, созданных за последние 10–15 лет;
- освоение и глубокое понимание математических основ, взаимосвязей, достоинств и ограничений рассматриваемых методов;
- научить студентов оценивать надёжность алгоритмов обучения;
- использовать оценки обобщающей способности для разработки более надёжных алгоритмов;
- применять их для решения прикладных задач классификации, регрессии, прогнозирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия задач обучения по прецедентам;
- основные методы и алгоритмы решения задач обучения по прецедентам;
- основные области применения этих методов и алгоритмов.

уметь:

- применять методы и алгоритмы к решению задач обучения по прецедентам.

владеть:

- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, решаемых с помощью алгоритмов обучения по прецедентам.

Темы и разделы курса:**1. Байесовские методы классификации.**

Оптимальный байесовский классификатор.

Принцип максимума апостериорной вероятности. Функционал среднего риска. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Оценивание плотности распределения: три основных подхода. Наивный байесовский классификатор.

Непараметрическое оценивание плотности.

Ядерная оценка плотности Парзена-Розенблатта. Одномерный и многомерный случаи. Метод парзеновского окна. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна, переменная ширина окна. Робастное оценивание плотности. Непараметрический наивный байесовский классификатор.

Параметрическое оценивание плотности.

Нормальный дискриминантный анализ. Многомерное нормальное распределение, геометрическая интерпретация. Выборочные оценки параметров многомерного нормального распределения. Матричное дифференцирование. Вывод оценок параметров многомерного нормального распределения. Квадратичный дискриминант. Вид разделяющей поверхности. Подстановочный алгоритм, его недостатки и способы их устранения. Линейный дискриминант Фишера. Связь с методом наименьших квадратов. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация ковариационной матрицы. Робастное оценивание. Цензурирование выборки (отсев объектов-выбросов). Параметрический наивный байесовский классификатор. Жадное добавление признаков в линейном дискриминанте, метод редукции размерности Шурыгина.

Разделение смеси распределений.

Смесь распределений. EM-алгоритм: основная идея, понятие скрытых переменных. Вывод алгоритма без обоснования сходимости. Псевдокод EM-алгоритма. Критерий останова. Выбор начального приближения. Выбор числа компонентов смеси. Стохастический EM-алгоритм. Смесь многомерных нормальных распределений. Сеть радиальных базисных функций (RBF) и применение EM-алгоритма для её настройки. Сопоставление RBF-сети и SVM с гауссовским ядром.

2. Градиентные линейные методы классификации.

Линейный классификатор, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь. Связь с методом максимума правдоподобия. Метод стохастического градиента и частные случаи: адаптивный линейный элемент ADALINE, персептрон Розенблатта, правило Хэбба. Теорема Новикова о сходимости. Доказательство теоремы Новикова. Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, "выбивание" из локальных минимумов. Метод стохастического среднего градиента SAG. Проблема мультиколлинеарности и переобучения, редукция весов (weight decay). Байесовская регуляризация. Принцип максимума совместного правдоподобия данных и модели. Квадратичный (гауссовский) и лапласовский регуляризаторы. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода. Кривая ошибок (ROC curve). Алгоритм эффективного построения ROC-кривой. Градиентный метод максимизации AUC.

3. Логистическая регрессия.

Гипотеза экспоненциальности функций правдоподобия классов. Теорема о линейности байесовского оптимального классификатора. Оценивание апостериорных вероятностей классов с помощью сигмоидной функции активации. Логистическая регрессия. Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Метод стохастического градиента для логарифмической функции потерь. Сглаженное правило Хэбба. Метод наименьших квадратов с итеративным пересчётом весов (IRLS). Пример прикладной задачи: кредитный скоринг. Бинаризация признаков. Скоринговые карты и оценивание вероятности дефолта. Риск кредитного портфеля банка.

4. Логические методы классификации и решающие деревья.

Понятия закономерности и информативности.

Понятие логической закономерности. Эвристическое, статистическое, энтропийное определение информативности. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного определения. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей. Разновидности закономерностей: конъюнкции пороговых предикатов (гиперпараллелепипеды), синдромные правила, шары, гиперплоскости. Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи: жадный алгоритм, стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Бинаризация признаков. Алгоритм разбиения области значений признака на информативные зоны.

Решающие списки и деревья.

Решающий список. Жадный алгоритм синтеза списка. Решающее дерево. Псевдокод: жадный алгоритм ID3. Недостатки алгоритма и способы их устранения. Проблема переобучения. Редукция решающих деревьев: предредукция и постредукция. Преобразование решающего дерева в решающий список. Алгоритм LISTBB. Небрежные решающие деревья (oblivious decision trees).

5. Метод опорных векторов.

Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin). Случаи линейной делимости и отсутствия линейной делимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов. Рекомендации по выбору константы C. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера. Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер. Обучение SVM методом активных ограничений. Алгоритм INCAS.

Алгоритм SMO. Нью-SVM. SVM-регрессия. Метод релевантных векторов RVM. Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.

6. Метрические методы классификации.

Метод ближайших соседей и его обобщения.

Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля. Обобщённый метрический классификатор, понятие отступа. Метод потенциальных функций, градиентный алгоритм.

Отбор эталонов и оптимизация метрики.

Отбор эталонных объектов. Псевдокод: алгоритм СТОЛП. Функция конкурентного схождения, алгоритм FRiS-СТОЛП. Функционал полного скользящего контроля, формула быстрого вычисления для метода 1NN. Профиль компактности. Функция вклада объекта. Отбор эталонных объектов на основе минимизации функционала полного скользящего контроля. Эффективные структуры данных для быстрого поиска ближайших объектов в прямых и обратных окрестностях - метрические деревья. Проклятие размерности. Задача настройки весов признаков. Концепция вывода на основе прецедентов (CBR).

7. Многомерная линейная регрессия.

Задача регрессии, многомерная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл. Сингулярное разложение. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией. Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена-Лоэва, его связь с сингулярным разложением.

8. Нелинейная и непараметрическая регрессия, нестандартные функции потерь.

Нелинейная параметрическая регрессия.

Метод Ньютона-Рафсона, метод Ньютона-Гаусса. Обобщённая линейная модель (GLM). Одномерные нелинейные преобразования признаков: метод настройки с возвращениями (backfitting) Хасты-Тибширани.

Непараметрическая регрессия.

Сглаживание. Локально взвешенный метод наименьших квадратов и оценка Надарая-Ватсона. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна сглаживания. Сглаживание с переменной шириной окна. Проблема выбросов и робастная непараметрическая регрессия. Алгоритм LOWESS. Доверительный интервал значения регрессии в точке. Проблемы "проклятия размерности" и выбора метрики.

Неквадратичные функции потерь.

Метод наименьших модулей. Квантильная регрессия. Пример прикладной задачи: прогнозирование потребительского спроса. Робастная регрессия, функция Мешалкина. SVM-регрессия.

9. Основные понятия и примеры прикладных задач.

Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Примеры прикладных задач. Основные понятия: модель

алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль. Методика экспериментального исследования и сравнения алгоритмов на модельных и реальных данных.

10. Поиск ассоциативных правил.

Понятие ассоциативного правила и его связь с понятием логической закономерности. Примеры прикладных задач: анализ рыночных корзин, выделение терминов и тематики текстов. Алгоритм APriori. Два этапа: поиск частых наборов и рекурсивное порождение ассоциативных правил. Недостатки и пути усовершенствования алгоритма APriori. Алгоритм FP-growth. Понятия FP-дерева и условного FP-дерева. Два этапа поиска частых наборов в FP-growth: построение FP-дерева и рекурсивное порождение частых наборов. Общее представление о динамических и иерархических методах поиска ассоциативных правил.

11. Прогнозирование временных рядов.

Задача прогнозирования временных рядов. Примеры приложений. Экспоненциальное скользящее среднее. Модель Хольта. Модель Тейла-Вейджа. Модель Хольта-Уинтерса. Адаптивная авторегрессионная модель. Следящий контрольный сигнал. Модель Триггера-Лича. Адаптивная селективная модель. Адаптивная композиция моделей. Адаптация весов с регуляризацией.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в машинное обучение

Цель дисциплины:

- сформировать теоретические и практические знания в области обучения машин, современных методов восстановления зависимостей по эмпирическим данным, включая дискриминантный, кластерный и регрессионный анализ, частичное обучение.

Задачи дисциплины:

- освоить методы корректной формулировки задач в терминах машинного обучения;
- овладеть навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы и проблематику теории обучения машин,
- основные современные методы обучения по прецедентам — классификации, кластеризации и регрессии.

уметь:

- формализовать постановки прикладных задач анализа данных;
- использовать методы обучения по прецедентам для решения практических задач;
- оценивать точность и эффективность полученных решений.

владеть:

- основными понятиями теории машинного обучения.

Темы и разделы курса:

1. Композиции классификаторов, бустинг

- Основные понятия: базовый алгоритм (алгоритмический оператор), корректирующая операция.
- Взвешенное голосование.
- Алгоритм AdaBoost. Экспоненциальная аппроксимация пороговой функции потерь. Процесс последовательного обучения базовых алгоритмов. Теорема о сходимости бустинга.
- Обобщение бустинга как процесса градиентного спуска. Теорема сходимости. Алгоритм AnyBoost.
- Простое голосование (комитет большинства). Эвристический алгоритм ComBoost. Идентификация нетипичных объектов (выбросов). Обобщение на большое число классов.
- Решающий список (комитет старшинства). Эвристический алгоритм. Стратегия выбора классов для базовых алгоритмов.
- Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств.
- Нелинейные алгоритмические композиции. Смесь экспертов, область компетентности алгоритма. Выпуклые функции потерь. Методы построения смесей: последовательный и иерархический. Построение смесей экспертов с помощью EM-алгоритма.

2. Критерии выбора моделей

- Внутренние и внешние критерии.
- Эмпирические и аналитические оценки функционала полного скользящего контроля.
- Скользящий контроль, разновидности эмпирических оценок скользящего контроля.
- Критерий непротиворечивости.
- Регуляризация. Критерий Акаике (AIC). Байесовский информационный критерий (BIC).
- Агрегированные и многоступенчатые критерии.

3. Методы отбора признаков

- Усечённый поиск в ширину, многорядный итерационный алгоритм МГУА.
- Генетический алгоритм, его сходство с МГУА.
- Случайный поиск и Случайный поиск с адаптацией (СПА).

4. Методы ранжирования

- Постановка задачи ранжирования.
- Примеры прикладных задач.
- Признаки в задаче ранжирования поисковой выдачи: текстовые, ссылочные, кликовые.
- Критерии качества ранжирования.
- Точечный, попарный и списочный подходы.

5. Обучение с подкреплением

- Задача о многоруком бандите. Жадные и эpsilon-жадные стратегии. Среда для экспериментов. Метод сравнения с подкреплением. Метод преследования.
- Адаптивные стратегии на основе скользящих средних.
- Уравнения Беллмана. Оптимальные стратегии. Динамическое программирование. Метод итераций по ценностям и по стратегиям.
- Методы временных разностей: TD, SARSA, Q-метод. Многошаговое TD-прогнозирование. Адаптивный полужадный метод VDBE.

6. Задачи с частичным обучением

- Постановка задачи Semisupervised Learning, примеры приложений.
- Простые эвристические методы: self-training, co-training, co-learning.
- Адаптация алгоритмов кластеризации для решения задач с частичным обучением. Кратчайший незамкнутый путь. Алгоритм Ланса-Уильямса. Алгоритм k-средних.
- Трансдуктивный метод опорных векторов TSVM.
- Алгоритм Expectation-Regularization на основе многоклассовой регуляризированной логистической регрессии.

7. Коллаборативная фильтрация

- Задачи коллаборативной фильтрации, транзакционные данные и матрица субъекты—объекты.
- Корреляционные методы user-based, item-based.
- Латентные методы на основе би-кластеризации. Алгоритм Брегмана.
- Латентные методы на основе матричных разложений. Метод главных компонент для разреженных данных. Метод стохастического градиента.
- Неотрицательные матричные разложения. Вероятностный латентный семантический анализ PLSA. EM-алгоритм для PLSA.
- Эксперименты на данных конкурса «Интернет-математика» 2005.

8. Тематическое моделирование

- Задачи тематического моделирования, коллекции текстовых документов и матрица документы—слова. Перплексия как мера качества тематической модели. Задача тематического поиска.
- Униграммная модель документа. Метод максимума правдоподобия и метод максимума апостериорной вероятности. Применение метода множителей Лагранжа.
- Вероятностный латентный семантический анализ PLSA. EM-алгоритм. Инкрементное добавление новых документов (folding-in). Задача с частичным обучением.
- Латентное размещение Дирихле. Сглаженная частотная оценка вероятности. Сэмплирование Гиббса. Оптимизация гиперпараметров.
- Робастная тематическая модель с фоновой и шумовой компонентой. Эксперименты по сравнению робастных и регуляризованных моделей.

9. Байесовское обучение

- Понятие условной независимости, графические модели.
- Байесовские сети.
- Марковские поля.
- Скрытые марковские модели.
- Условные случайные поля.

10. Введение в глубинное обучение

- Рекуррентные нейросети, сверточные нейросети
- Примеры прикладных задач, успешно решаемых с помощью глубинного обучения.
- Ограниченная машина Больцмана.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в методы оптимального управления

Цель дисциплины:

Изучение основ теории и методов оптимального управления (Мет ОУ).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области оптимального управления;
- приобретение навыков по исследованию экстремальных режимов в задаче оптимального управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований по прикладным моделям;
- приобретение навыков по постановке и исследованию прикладных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы, теории оптимального управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории оптимального управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Мет ОУ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач оптимального управления.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач оптимального управления;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ОУ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области оптимального управления в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ОУ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов оптимального управления;
- предметным языком теории оптимального управления и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Задача вариационного исчисления, основная задача оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.

Задача Лагранжа и задача вариационного исчисления. Задача Майера – Больца, задача на быстроедействие. Фазовое пространство и пространство управлений. Понятия слабого и сильного минимума. Сведение задачи со смешанным видом функционала к задаче с терминальным функционалом. Задача с фиксированным временем и сведение к ней задачи с нефиксированным временем.

Необходимые условия оптимальности. Лагранжев и Гамильтонов формализмы. Сопряженная переменная. Функция Понтрягина, лагранжиан. Сопряженное уравнение, условие трансверсальности. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Лагранжа. Множители Лагранжа и условия дополняющей нежесткости. Гамильтонов формализм.

2. Доказательство принципа максимума Л.С. Понтрягина для основной задачи оптимального управления.

Понятие вариации. Задача Лагранжа и локальные вариации. Основная задача оптимального управления и игольчатые вариации. Пакеты локальных и игольчатых вариаций. Задача с квадратичным функционалом. Множество достижимости, экстремальные управления.

3. Задача вариационного исчисления.

Первые интегралы уравнения Эйлера. Условия Вейерштрасса, Лежандра и Якоби. Уравнение Якоби. Условия Вейерштрасса–Эрдмана. Линейные системы с квадратичным функционалом. Принцип максимума как необходимое и достаточное условие оптимальности. Задача на быстродействие. Теорема о конечном числе точек переключений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в моделирование социально-экономических процессов

Цель дисциплины:

- освоение студентами основных принципов экономической теории с упором на микроэкономику; в знакомстве студентов с принципами математического моделирования социально-экономических процессов, а также с возможностями в реализации моделирования с использованием различных программных пакетов.

Задачи дисциплины:

- дать студентам представление об основах экономической теории;
- подготовить студентов к освоению курса микроэкономики в 7 и 8 семестрах;
- познакомить студентов с принципами моделирование социально-экономических процессов;
- показать существующие возможности моделирования с помощью различных программных пакетов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы экономической теории, в том числе микроэкономики,
- основы моделирования социально-экономических систем.

уметь:

- применять на базовом уровне один из программных продуктов Python, RStudio, MATLAB/Scilab, Maple.

владеть:

- системой фундаментальных научных знаний в области экономической теории;
- математическим моделированием социально-экономических систем.

Темы и разделы курса:

1. Основы экономической теории

Понятие экономической теории, основополагающие концепции, предмет и задачи исследования экономической теории

2. Классическая экономика

Теории Адама Смита, Давида Рикардо, Томаса Мальтуса. Понятие экономической полезности

3. Неоклассическая экономика

Основные предположения и модели неоклассической экономики. Понятие экономического агента. Отличия от кейнсианства

4. Поведенческая экономика

Основные предположения и модели поведенческой экономики. Теория перспектив, теория ограниченной рациональности. Экспериментальная экономика

5. Основы моделирования социально-экономических систем

Основные понятия в моделировании. Имитационное моделирование. Валидация модели

6. Использование средств программирования для моделирования социально-экономических систем

Знакомство с Python, RStudio, MATLAB/Scilab, Maple

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в прикладной анализ данных

Цель дисциплины:

Дать студентам обзор современных задач анализа данных и обучить методам и навыкам решения таких задач.

Задачи дисциплины:

- изучение постановок стандартных задач анализа данных;
- знакомство с библиотеками анализа данных для языка python;
- изучение методов решения задач анализа данных;
- самостоятельное решение прикладных задач методами анализа данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные постановки задач анализа данных;
- основные методы решения задач анализа данных.

уметь:

- пользоваться стандартными библиотеками анализа данных;
- решать прикладные задачи анализа данных из различных областей.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Обзор основных прикладных задач анализа данных

Примеры задач из повседневной жизни.

2. Прикладные пакеты для решения задач анализа данных

Основные понятия языка Python, структуры данных, конструкции языка. Библиотека матричных вычислений numpy. Работа в интерактивной среде ipython-notebook.

Предварительный визуальный анализ параметров задачи, эвристическая проверка значимости параметров. Библиотека визуализации seaborn.

Исследование задачи предсказания выживаемости пассажиров Титаника по формальным характеристикам (пол, класс каюты, ...).

Решение задач анализа данных с помощью языка Python. Библиотеки scikit-learn, pandas, scipy, statmodels.

Задача разбиения текстов новостей на группы.

3. Задача классификации

Постановка задачи классификации, обзор основных методов ее решения. Метрики качества классификации (точность/специфичность, ROC-кривая, площадь под кривой).

Логические алгоритмы. Решающие деревья, решающие списки. Понятие информативности, методы поиска информативных закономерностей.

Агрегирование моделей. Ансамбли решающих деревьев. Градиентный бустинг.

Задача классификации тау-тау распада бозона Хиггса.

4. Задачи обучения без учителя

Снижение размерности. Метод главных компонент. Обзор основных идей нелинейных методов снижения размерности.

Задача генерация профилей крыла самолета по заданной выборке данных, ее решение методами снижения размерности.

Кластеризация данных. Основные подходы и методы кластеризации, кластеризация на основе зависимостей.

Использование методов кластеризации в задаче распознавания цифр.

5. Задача регрессии

Постановка задачи регрессии, основные линейные и нелинейные методы ее решения.

Задача моделирования распределения давления по профилю крыла самолета.

6. Подготовка к решению прикладных задач

Методы генерации признаков в различных задачах анализа данных (текста, аудио).

Методология решения прикладных задач и написания отчетов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в регрессионный анализ

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области регрессионного анализа, а также овладение методами решения прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- получение базовых знаний в области регрессионного анализа.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук;

- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Предмет регрессионного анализа

Методология исследования. Три типа исследуемых данных: временные ряды, перекрестные (cross-section) данные, панельные данные. Методы подгонки зависимости. Генеральная совокупность и выборка. Выборочное распределение и выборочные характеристики (среднее, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции) случайных величин.

2. Классическая линейная регрессионная модель

Классическая линейная регрессионная модель и метод наименьших квадратов. Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Теоретическая и выборочная регрессии. Экономическая интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам. Задача оценки параметров. Метод наименьших квадратов (МНК), как математический прием, минимизирующий сумму квадратов отклонений в направлении оси y . Свойства оценок параметров, полученных по МНК: равенство нулю суммы остатков, прохождение найденной линии через точку с координатами X, Y , ортогональность остатков значениям независимой переменной и оцененным значениям зависимой переменной. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.

3. Теорема Гаусса-Маркова. Статистические свойства оценок.

Теорема Гаусса-Маркова. Свойства оценок при выполнении условий теоремы Гаусса-Маркова. Случай нормальной случайной составляющей. Проверка значимости коэффициентов и адекватности регрессии для множественной линейной регрессионной модели. Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. Связь между коэффициентом множественной детерминации и F -отношением.

4. Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова

Мультиколлинеарность и ее теоретические предпосылки. Внешние признаки, методы диагностики, методы устранения. Гетероскедастичность случайного возмущения и ее причины. Внешние признаки, методы диагностики, методы устранения. Автокорреляция случайной ошибки и ее причины. Внешние признаки, методы диагностики, методы устранения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Введение в теорию управления

Цель дисциплины:

– изучение основных подходов к построению оптимальных законов управления орбитальным и угловым движением космических аппаратов.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами методов оптимального управления динамическими системами;
- ознакомление студентов с различными подходами к синтезу оптимальных законов управления;
- формирование у студентов навыков решения оптимизационных задач в приложениях к задачам динамики космического полета.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы управления линейными системами;
- содержание принципов Беллмана и Понтрягина;
- основные методы синтеза оптимального управления.
- новейшие открытия естествознания;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- строить оптимальное управление;
- выбирать необходимые для решения оптимизационной задачи методы построения управления;
- применять изученные алгоритмы синтеза управления на практике.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой математического моделирования процессов в сложных системах.

Темы и разделы курса:**1. Теория управления линейными системами**

Способы описания линейных систем, передаточные функции, стабилизация линейных систем, робастное управление

Управляемость и наблюдаемость, преобразования Лапласа. Передаточные функции, их нули и полюса. Устойчивость и стабилизация линейных систем управления. Виды неопределенности.

Робастная устойчивость полиномов и матриц. Теорема Харитонова. μ -анализ. Робастная квадратичная стабилизация.

2. Вариационные задачи и методы оптимального управления

Задача оптимального управления, принципы Беллмана и Понтрягина

Формулировка задачи оптимального управления, вариационный принцип, уравнение Эйлера-Лагранжа. Динамическое программирование, принцип Беллмана. Принцип максимума Понтрягина. Линейно-квадратичный регулятор.

3. Нелинейные системы

Основные методы синтеза нелинейных систем управления

Синтез нелинейных систем управления. Линеаризация обратной связью. Backstepping. Скользящие режимы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительная математика

Цель дисциплины:

Сформировать у студентов систематическое представление о:

- 1) методах приближенного решения наиболее распространенных базовых типов математических задач;
- 2) источниках погрешностей и методах их оценки;
- 3) методах решения актуальных прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- 1) Освоение материала охватывающего основные задачи и методы вычислительной математики.
- 2) Формирование целостного представления о численных методах решения современных научных прикладных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Область применения, теоретические основы, основные принципы, особенности и современные тенденции развития методов вычислительной математики.

уметь:

Применять методы численного анализа для приближенного решения задач в области своей научно-исследовательской работы.

владеть:

Программными средствами разработки вычислительных алгоритмов и программ, способами их отладки, тестирования и практической проверки соответствия реализованного алгоритма теоретическим оценкам.

Темы и разделы курса:

1. Вариационно- и проекционно-разностные методы построения разностных схем. Метод конечных элементов.

Вариационно- и проекционно-разностные методы построения разностных схем. Метод конечных элементов.

2. Численные методы решения линейных уравнений в частных производных параболического типа

Численные методы решения линейных уравнений в частных производных параболического типа.

Разностные схемы для решения многомерных уравнений теплопроводности. Понятие о методах расщепления. Метод переменных направлений. *Разностные схемы для квазилинейного уравнения теплопроводности. *Консервативные разностные схемы.

3. Методы численного решения уравнений и систем нелинейных уравнений

Локализация корней. Принцип сжимающих отображений. Метод простых итераций.

Условие сходимости метода простых итераций. Метод Ньютона.

Порядок сходимости и условия достижения заданной точности итерационных методов.

*Теорема о квадратичной сходимости метода Ньютона. *Модифицированный метод Ньютона.

4. Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений

Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ЖС ОДУ). * Численное решение ЖС ОДУ. А-устойчивые, $A(\alpha)$ -устойчивые и L-устойчивые схемы. *Анализ двухточечных схем (Рунге–Кутты), линейных многошаговых схем в пространстве неопределенных коэффициентов. *Одноитерационные методы Розенброка.

5. Предмет вычислительной математики

Примеры актуальных физических задач, при решении которых применяются численные методы: проблемы управляемого, инерциального термоядерного синтеза; задачи возникновения и развития гидродинамических неустойчивостей, переход к турбулентным течениям; взаимодействие лазерного излучения с веществом; задачи высокоскоростного удара образцов с возмущенными поверхностями. Специфика машинных вычислений. Элементарная теория погрешностей.

6. Приближение функций, заданных на дискретном множестве

Задача алгебраической интерполяции. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома.

Интерполяционный полином в форме Лагранжа и в форме Ньютона. Остаточный член интерполяции.

Интерполяция по чебышёвским узлам. Оценка погрешности интерполяции для функций, заданных с ошибками.

Кусочно-многочленная интерполяция. Интерполяция сплайнами. *Локальные сплайны.

*Сплайны с финитным носителем (B-сплайны). *Тригонометрическая интерполяция.

7. Разностные методы решения задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных

Методы построения аппроксимирующих разностных уравнений для уравнений в частных производных.

Аппроксимация, устойчивость, сходимости. Приемы исследования разностных задач на устойчивость.

Принцип максимума, спектральный признак устойчивости, принцип замороженных коэффициентов.

8. Решение систем линейных алгебраических уравнений

Нормы в конечномерных пространствах. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.

Прямые методы решения: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, метод прогонки для систем специального вида.

Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций.

Необходимые, достаточные условия сходимости метода простых итераций. Метод Зейделя.

*Каноническая форма записи двухслойного итерационного метода.

*Чебышёвские итерационные методы. *Метод сопряженных градиентов.

*Проблема поиска собственных значений матрицы. *Степенной метод.

*Метод вращений для поиска собственных значений самосопряженной матрицы.

Переопределенные системы линейных алгебраических уравнений.

9. Численное дифференцирование

Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности.

10. Численное интегрирование

Квадратурные формулы Ньютона–Котеса (прямоугольников, трапеций, Симпсона) и оценка их погрешности. Квадратурные формулы Гаусса.

Методы вычисления несобственных интегралов.

11. Численное решение краевых задач для ОДУ

Методы решения линейных краевых задач (метод численного построения общего решения, конечно-разностный метод для линейного уравнения второго порядка, метод прогонки). Методы решения нелинейных краевых задач (метод стрельбы, метод квазилинеаризации). Задача на собственные значения. Задача Штурма—Лиувилля.* Понятие жесткой краевой задачи. *Методы решения жесткой линейной краевой задачи.

12. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости.

Простейшие численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Методы Рунге–Кутты для ОДУ. Оценки погрешности и управление длиной шага при численном интегрировании систем ОДУ. Линейные многошаговые методы (типа Адамса) решения ОДУ.

13. Численные методы решения уравнений в частных производных гиперболического типа на примере уравнения переноса и волнового уравнения.

Корректная постановка краевых условий для системы уравнений с частными производными гиперболического типа. Характеристики, инварианты Римана. Разностные схемы для характеристической формы записи системы.

14. Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа

Разностная схема «крест» для численного решения уравнений Лапласа, Пуассона. Итерационные методы для численного решения возникающих систем линейных уравнений. Принцип установления для решения стационарных задач. Условия сходимости.

15. Понятие о пакете OpenFoam

Решение типовых задач в пакете OpenFoam

16. Анализ сигналов

Основные вычислительные методы анализа сигналов. Вейвлеты.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительные методы алгебры

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области вычислительной алгебры, изучение современных методов и областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области новейших вычислительных методов для решения алгебраических задач;
- обучение студентов современным методам и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы численного решения алгебраических задач.

уметь:

- осуществлять математическую постановку физических задач;
- применять методы численного анализа к решению физических задач;
- исследовать полученные решения в сопоставлении с особенностями решаемой задачи.

владеть:

- базовыми знаниями в области численного анализа и методами их использования в профессиональной деятельности;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Обзор основных понятий и задач вычислительной алгебры

Обзор основных понятий и задач вычислительной алгебры. Алгоритмическая разрешимость. Вычислительная сложность. Разделение переменных и ранг. Тензорный ранг многомерных матриц. Быстрые алгоритмы умножения матриц.

2. Методы решения алгебраических уравнений

Сингулярное разложение матриц и операторов. Разложение Таккера многомерных матриц. Тензорный поезд. Приближения малого ранга. Принцип максимального объема. Крестовые алгоритмы строчно-столбцовой аппроксимации матриц.

Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений общего вида. LU-разложение. QR-разложение и процессы ортогонализации. Анализ влияния малых возмущений и ошибок округления. Числа обусловленности.

Задачи наименьших квадратов. Псевдорешения. Неустойчивость нормального псевдорешения. Методы регуляризации.

3. Матричные методы

Циркулянтные матрицы и дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Периодическая и аperiodическая свертка. Теплицевы матрицы и их обобщения. Блочные и многоуровневые матрицы.

Разреженные решения систем линейных алгебраических уравнений и разреженные аппроксимации. Жадные алгоритмы. Вейвлет-преобразования.

Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации, его анализ и обобщения. M-матрицы и неотрицательные матрицы. Метод Качмажа

4. Пространства Крылова и методы минимальных невязок

Пространства Крылова и методы минимальных невязок. Метод сопряженных градиентов. Применение многочленов Чебышева для оценки скорости сходимости. Спектральные распределения и кластеры. Предобусловливатели. Циркулянтные предобусловливатели для теплицевых матриц.

5. Методы для разреженных матриц.

Методы для разреженных матриц. Ленточные и профильные матрицы. Перестановки строк и столбцов с целью минимизации заполнения. Неполное LU-разложение.

6. Методы для блочно-малоранговых матриц

Методы для блочно-малоранговых матриц. Алгебраический мультипольный метод.

Применения к решению интегральных уравнений. Методы для многоуровневых квазисепарабельных матриц.

7. Спектральные задачи линейной алгебры

Спектральные задачи линейной алгебры. Ортогональное приведение к почти треугольной (хессенберговой) форме. QR-алгоритм решения полной проблемы собственных значений. Ускорение сходимости с помощью сдвигов. Неустойчивость собственных значений и вычисление псевдоспектра.

8. Частичная проблема собственных значений

Частичная проблема собственных значений. Метод итерации подпространства. Метод Ланцоша для эрмитовых матриц. Метод bidiagonalization для общих матриц.

9. Методы решения полиномиальных уравнений

Методы решения полиномиальных уравнений. Базисы Гребнера. Алгоритм Бухбергера.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительные методы математической физики

Цель дисциплины:

Целью учебной дисциплины является получение знаний об основных вычислительных методах математической физики, в том числе, основах теории разностных методов, вариационных методов, принципах построения и исследования вычислительных алгоритмов решения задач математической физики, методах решения систем сеточных уравнений, возникающих при разностной аппроксимации дифференциальных уравнений в частных производных, методах решения сопряженных уравнений, методах возмущений в задачах математической физики и практическая подготовка студентов к дальнейшей самостоятельной работе в области математического моделирования физических задач и современных технологий.

Задачи дисциплины:

- ознакомление слушателей с принципами и методами численного решения задач математической физики;
- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области вычислительных методов математической физики;
- оказание консультаций и помощи слушателям в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области численного решения задач математической физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия теории разностных схем;
- общие принципы построения разностных схем для задач математической физики;
- метод прогонки для решения разностных уравнений;
- схему Кранка-Николсон разностных методов для одномерных нестационарных задач;
- вариационные методы;
- свойства операторов разностной задачи;

- способы аппроксимации граничных условий;
- метод конечных элементов;
- метод возмущений для задач на собственные значения;
- алгоритмы возмущений в нестационарных задачах;
- алгоритмы возмущений в нелинейных задачах математической физики;
- методы решения систем сеточных уравнений;
- нестационарные итерационные методы в методах решения систем сеточных уравнений.

уметь:

- применять численные методы к решению основных задач математической физики;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- оценивать погрешности аппроксимации и точности приближенных решений;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов аналитической теории и численного эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- базовыми знаниями в области вычислительных методов математической физики и принципами их использования в профессиональной деятельности;
- навыками самостоятельного численного решения основных задач математической физики;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Задача о минимизации функционала энергии. Метод Рунта в энергетических пространствах. Метод Галеркина. Вариационная формулировка краевых задач с оператором диффузии матричная формулировка приближенных задач метода Рунта

Задача о минимизации функционала энергии. Классический метод Рунта.

Энергетическое пространство симметричного положительно определенного оператора. Вариационная постановка задачи и обобщенное решение. Метод Рунта в энергетических пространствах.

формулировка задач в случае несамосопряженных операторов. Метод Галеркина

Вариационная формулировка краевых задач с оператором диффузии. Энергетическое пространство, главные и естественные краевые условия.

Метод конечных элементов с кусочно-линейными базисными функциями. Оценка погрешности. Матричная формулировка приближенных задач метода Рунта

2. Методы расщепления, дробных шагов и переменных направлений. Аппроксимация, устойчивость, сходимость методов расщепления

Методы расщепления и переменных направлений. Метод покомпонентного расщепления. Метод стабилизации. Двухциклический метод покомпонентного расщепления. Схема реализации метода.

Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Лемма Келлога. Применения к уравнению теплопроводности.

3. Основные понятия теории разностных схем. Одномерное уравнение диффузии. Разностный метод для одномерного уравнения диффузии. Метод интегрального тождества. Матричная формулировка разностной задачи. Сеточные спектральные задачи.

Общие принципы построения разностных схем для задач математической физики, переход от непрерывных задач к матричным. Сетки и пространства сеточных функций. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теория сходимости.

Дифференциальная постановка задачи. Область определения оператора. Симметричность и положительная определенность. Основные пространства функций. Разрешимость и свойства решения. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных чисел и функций.

Свойства разностного оператора. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.

Метод интегрального тождества.

Матричная формулировка разностной задачи. Метод исключения Гаусса и факторизация матрицы системы, LU-разложение. Метод прогонки для решения разностных уравнений.

Сеточные спектральные задачи. Сеточные собственные числа и функции. Методы решения сеточных спектральных задач.

4. Построение разностных схем для эволюционной задачи общего вида. Спектральный критерий устойчивости. Уравнение теплопроводности. Явная и неявная схемы. Схема

Кранка-Николсон. Уравнение переноса. Свойства решения задачи. Явная и неявная схемы, схема "бегущего" счета.

Явная и неявная схемы. Схема Кранка-Николсон. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Устойчивость и ограниченность норм степеней оператора перехода.

Спектральный критерий устойчивости.

Уравнение теплопроводности. Явная и неявная схемы. Схема Кранка-Николсон. Аппроксимация и устойчивость. Критерий Куранта. Сходимость.

Уравнение переноса. Свойства решения задачи. Явная и неявная схемы. Схема "бегущего" счета. Аппроксимация. Устойчивость по Нейману.

5. Прямые методы. Метод исключения Гаусса для систем с ленточными матрицами. Метод разделения переменных. Быстрое преобразование Фурье. Общие понятия теории итерационных методов

Прямые методы. Метод исключения Гаусса для систем с ленточными матрицами. Метод разделения переменных для решения системы пятиточечных уравнений в прямоугольной области.

Быстрое преобразование Фурье

Общие понятия теории итерационных методов. Необходимые и достаточные условия сходимости.

6. Разностные методы аппроксимации двумерных уравнений диффузии на прямоугольных сетках. Метод конечных элементов с кусочно-линейными и билинейными базисными функциями.

Разностные методы аппроксимации двумерных уравнений диффузии на прямоугольных сетках. Способы аппроксимации граничных условий. Разностная и матричная формулировки приближенных задач. Оценки погрешности аппроксимации и точности приближенных решений. Схемы высокого порядка точности. Свойства операторов разностной задачи.

Метод конечных элементов с кусочно-линейными и билинейными базисными функциями. Оценка точности. Матричная формулировка приближенных задач. случай смешанных краевых условий. сопоставление с разностным методом.

7. Сопряженные уравнения и алгоритмы возмущений в задачах математической физики.

Основные и сопряженные уравнения. Алгоритмы возмущений для неоднородных задач. Теорема сходимости.

Метод возмущений для задач на собственные значения. Сопряженные уравнения и теория возмущений для линейных функционалов. Вопросы обоснования алгоритмов возмущений. Алгоритмы возмущений в нестационарных задачах. Применение спектрального метода.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительные средства для математического моделирования и поддержки принятия решений

Цель дисциплины:

- освоение студентами математических методов экономического прогнозирования, основанных на математическом моделировании изучаемых сложных систем и явлений, а также в овладении навыками применения этих методов при решении прикладных задач экономики, финансов и физики.

Задачи дисциплины:

- дать студентам представление о многообразии современных математических методов экономического прогнозирования на основе математического моделирования, основанного на агрегировании исходных микроописаний;
- научить пониманию и использованию вычислительных средств, используемых в математическом моделировании и принятии решений;
- привить критический подход при отборе вычислительных инструментов идентификации, анализа, построения сценарных прогнозов и проведении численных экспериментов с идентифицированными моделями;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов численных экспериментов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные математические методы экономического прогнозирования, математического моделирования и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований.

уметь:

- применять современный вычислительный инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на макро- и микро- уровне отраслей, регионов и стран;

- обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков с помощью математического моделирования;
- ставить сценарные прогнозы и проводить численные эксперименты с идентифицированными моделями.

владеть:

- системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

Темы и разделы курса:

1. Модифицированная динамическая модель экономики типа Рамсея и параллельная идентификация ее параметров по данным экономики России 2000-2006 гг., как пример прогнозирования кризиса 2008 г.

Простейшая динамическая модель экономики. Модель Рамсея. Использование производственной функции с постоянной эластичностью замещения (CES). Модификация модели с учетом имеющихся данных по временным рядам макропоказателей российской экономики использования ВВП. Задача идентификации параметров модели. Критерий Тейла близости статистических и расчетных временных рядов сравниваемых макропоказателей экономики. Программные средства параллельных вычислений в математическом пакете MATLAB. Интерпретация результатов идентификации.

2. Введение в параллельное программирование в интерфейсе передачи сообщений MPI на примере шести основных функций

MPI - это библиотека передачи сообщений, собрание функций на C/C++ (или подпрограмм в Фортране, которые, зная MPI для C/C++, легко изучить самостоятельно), облегчающих коммуникацию (обмен данными и синхронизацию задач) между процессами параллельной программы с распределенной памятью. Акроним (сокращение по первым буквам) установлен для Message Passing Interface (интерфейс передачи сообщений). MPI является на данный момент фактическим стандартом и самой развитой переносимой библиотекой параллельного программирования с передачей сообщений. Хотя MPI обеспечивает расширенное множество вызовов, функциональная программа на MPI может быть записана с помощью всего шести базовых вызова: MPI_Init, MPI_Comm_rank, MPI_Comm_size, MPI_Send, MPI_Recv, MPI_Finalize. Сообщения MPI состоят из двух частей: данные (старт буфера, число, тип данных), оболочка (назначение/источник, тег, коммуникатор). Данные определяют информацию, которая будет отослана или получена. Оболочка (конверт) используется в маршрутизации сообщения к получателю и связывает вызовы отправки с вызовами получения. Коммуникаторы гарантируют уникальные пространства сообщений. В соединении с группами процессов их можно использовать, чтобы ограничить коммуникацию к подмножеству процессов.

3. Неоклассические производственные функции и их свойства

Линейная регрессия для идентификации производственной функции Кобба-Дугласа. Свойства производственной функции CES и ее частные случаи. Разработка программы идентификации.

4. Производственные функции, представимые распределением производственных мощностей по технологиям

Модель Хаутеккера-Йохансена. Понятие производственной мощности. История использования подхода построения производственных функций на основе распределения производственных мощностей по технологиям в Вычислительном центре им. А.А.Дородницына. Основная гипотеза на микроуровне. Проблемы построения агрегированной производственной функции и численные методы. Свойства полученной производственной функции.

5. Построение агрегированных производственных функций для ограниченных по возрасту мощностей, программные средства их идентификации

Гипотеза о сохранении числа рабочих мест и падающей производственной мощности с учетом ограничения по возрасту. Гипотеза о научно-техническом прогрессе. Гипотеза об уменьшении коэффициента приростной фондоемкости для экономики России. Построение агрегированной производственной функции для частных режимов роста экономики. Свойства новой производственной функции: предельная норма замещения, эластичность замены труда и мощности, эластичность выпуска по труду и мощности, выражение для производственной функции при стремлении предельного возраста к бесконечности. Численный подход к построению производственной функции для реальных данных российской экономики на основе микроописания динамики производственных мощностей.

6. Золотое правило роста для моделей с агрегированными производственными функциями, численные эксперименты

Классическое золотое правило аккумуляции капитала в переменных модели Хаутеккера-Йохансена. Золотое правило роста для агрегированной производственной функции с учетом ограничения мощностей по возрасту. Численные эксперименты с моделями экономических и эколого-экономических систем, использующих агрегированные производственные функции для описания структурных изменений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительные технологии и моделирование иммунных процессов

Цель дисциплины:

изучение современных математических и вычислительных методов моделирования строения и функционирования иммунной системы, решения задач идентификации моделей и оптимального управления динамикой инфекционных заболеваний.

Задачи дисциплины:

- Формирование фундаментальных представлений о строении и функционировании иммунной системы. Применение понятий топологии для описания структуры системы.
- Изучение основных принципов построения математических моделей физических, химических и биологических процессов в иммунной системе в рамках детерминистического и стохастического подходов.
- Развитие представлений о сетевых взаимодействиях, мульти-стабильности и регуляции в иммунной системе.
- Овладение методологией решения задач идентификации оптимальных моделей иммунных процессов.
- Применения методов качественного анализа динамики иммунных процессов при инфекционных заболеваниях.
- Изучение подходов к многомасштабному моделированию пространственной структуры и регуляции в иммунной системе.
- Применение методов оптимального управления вирусными заболеваниями.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- строение и принципы функционирования иммунной системы;
- методологию построения математических моделей иммунных процессов и инфекционных заболеваний;
- особенности пространственно-временной динамики иммунных процессов и описывающие их классы математические модели;

- особенности калибровки математических моделей иммунных процессов по реальным данным;
- требования к построению многоуровневых мульти-физических моделей иммунных процессов.

уметь:

- строение и принципы функционирования иммунной системы;
- методологию построения математических моделей иммунных процессов и инфекционных заболеваний;
- особенности пространственно-временной динамики иммунных процессов и описывающие их классы математические модели;
- особенности калибровки математических моделей иммунных процессов по реальным данным;
- требования к построению многоуровневых мульти-физических моделей иммунных процессов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы с научной литературой по применению математического моделирования в науках о жизни и с современными источниками информации (научные статьи, интернет);
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и исследования корректных задач моделирования иммунной системы с использованием современных вычислительных технологий решения прямых и обратных задач.

Темы и разделы курса:

1. Системный подход к моделированию физики живых систем

Системный подход к моделированию физики живых систем.

Основные понятия системного анализа. Математическая теория сложных систем. Особенности строения и структуры физиологических систем. Теория, эксперимент и математическая модель.

Статистический анализ в биологии и медицине.

Представление данных. Модели распределений. Критерий Колмогоров-Смирнова. Анализ статистических гипотез. Основные типы распределений ошибок наблюдений и их применение.

Физиологические системы: иммунная система.

Топологические модели структурных компонент системы. Строение иммунной системы. Сетевая структура. Многокомпонентность. Система с распределенными параметрами. Генетическая детерминированность и вариабельность. Анализ топологии и построение трехмерных геометрических моделей структурных компонент лимфатического узла.

Уравнения математической иммунологии: элементарные процессы.

Физические, химические и биологические процессы. Сетевая структура. базовые принципы построения математических моделей в иммунологии. Моно- и многомасштабные модели. Численная реализация. Программная система MATLAB.

2. Модели инфекционных заболеваний

Модели инфекционных заболеваний. Качественный анализ. Модели на основе ОДУ и дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Корректность формулировки моделей по Адамару. Положения равновесия. Периодические решения. Мульти-стабильность. Бифуркационный анализ. Оптимальные возмущения.

Идентификация моделей экспериментальных инфекций Методы идентификации моделей сложных систем. Байесовский подход, метод максимального правдоподобия. Постановка и решение коэффициентных обратных задач. Регуляризация по Тихонову. Оценивание доверительных интервалов для параметров моделей. Исследование чувствительности с помощью прямых методов и на основе сопряженных уравнений.

Информационные критерии оценивания моделей Критерии оптимальности моделей, согласие с данными о систем. Колмогоровское понятие сложности. Критерий Акаике. Критерий «Длины описания». Вопросы построения и численного исследования моделей конкретизируются на примерах приложений в задачах моделирования инфекционных заболеваний человека и животных.

Модели ВИЧ инфекции Технологии моделирования конкретной вирусной инфекции в организме человека (ВИЧ) на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов.

3. Генетические модели

Генетические алгоритмы эволюционного моделирования Структура генетических алгоритмов. Применение в задачах прямого и обратного моделирования. Роль мутаций и рекомбинаций в изменчивости. Теорема Холланда. Моделирование отбора и эволюция, ландшафт приспособленности.

Реакционно-диффузионные модели динамики иммунных реакций. Пространственные структуры в динамике инфекций. Системы с распределёнными параметрами. Проточная цитофлуориметрия. Модели деления и динамики меченых клеточных популяций.

Моделирование и идентификация распределённых клеточных систем Задача программного управления динамики иммунных процессов. Задача стабилизации динамики вирусной инфекции. Принцип максимума Понтрягина и его применение в задачах иммунологии.

Задачи и методы оптимального управления и стабилизации динамики систем
Задача программного управления динамичных иммунных процессов. Задача стабилизации
динамики вирусной инфекции. Принцип максимума Понтрягина и его применение в
задачах иммунологии.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительные физика и геофизика

Цель дисциплины:

– изучение вычислительных методов дискретизации нестационарных уравнений в частных производных, необходимых для решения задач вычислительной гидродинамики, в том числе, математического моделирования атмосферы, океана и окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области вычислительных методов;
- формирование навыков самостоятельного построения дискретных конечномерных аналогов уравнений и систем уравнений в частных производных, удовлетворяющих заданным свойствам;
- формирование навыков решения практических задач с использованием методов вычислительной физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- способы разностной аппроксимации по пространству и методы интегрирования по времени применяемые в задачах геофизической гидродинамики;
- проводить анализ разностных схем;
- постановку проблем математического моделирования;
- свойства и границы применимости изучаемых методов.

уметь:

- самостоятельно построить разностную аппроксимацию первой или второй производной на заданном шаблоне с заданной точностью;
- исследовать вычислительную устойчивость дискретной аппроксимации.

владеть:

- математическим моделированием физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками построения дискретной аппроксимации систем уравнений в частных производных гиперболического типа.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия вычислительной физики, модельные уравнения и их точные решения

Предмет вычислительной физики (отличия от вычислительной математики).

Уравнение переноса. Точное решение уравнения переноса, его свойства. Уравнения мелкой воды.

2. Анализ разностных аппроксимаций производных по пространству.

Фазовая и амплитудная ошибка. Исследование фазовой и амплитудной ошибки разностных схем по пространству для уравнения переноса с помощью Фурье-анализа (на примере схемы направленных разностей и центральных разностей). Модифицированное волновое число, относительная фазовая ошибка.

3. Построение обычных и компактных схем для аппроксимации первой производной.

Построение явных и компактных аппроксимаций для первой производной по пространству методом неопределенных коэффициентов и разложением в ряд Тэйлора. Зависимость фазовой и амплитудной ошибки от порядка аппроксимации.

4. Монотонные и квазимонотонные разностные схемы для уравнения переноса.

Линейные монотонные схемы для гиперболических уравнений. Теорема Годунова. Примеры линейных монотонных схем. Нелинейные монотонные схемы. Пример построения. Метод коррекции потоков Залесака. Схема Лакса-Вендроффа. Локально-консервативные схемы (примеры). Схемы с ограниченной вариацией. Теорема Хартена о достаточном условии TVD. Примеры схем (лимитеров).

5. Конечно-объемные методы решения уравнений в частных производных.

Построение конечно-объемных схем в произвольных координатах. Эквивалентность методу конечных разностей для декартовых координат. Решение эллиптических уравнений на сфере.

6. Полулагранжев метод решения уравнения переноса.

Описание метода. Критерий устойчивости. Обобщение на двумерный случай. Учет правой части. Достоинства и недостатки. Вариант полулагранжева метода с сохранением массы.

7. Разрывный метод Галеркина.

Описание метода и его вариантов (узловой, модовый). Критерий устойчивости. Достоинства и недостатки

8. Нелинейная вычислительная неустойчивость и методы ее подавления.

Свойства точного решения невязкого уравнения Бюргерса. Пример неустойчивой схемы. Построение устойчивой разностной схемы для этого уравнения.

9. Методы численного интегрирования по времени систем уравнений в частных производных.

Классификация методов. Простейшие явная и неявная схемы. Исследование фазовой и амплитудной ошибки за счет дискретизации по времени. Исследование устойчивости. Схемы «чехарда», Адамса-Бэшфорта, Кранк-Николсон, Мацуно. Многошаговые и многослойные методы. Методы Рунге-Кутты.

Методы расщепления по пространственным координатам. Расщепление по физическим процессам.

10. Решение уравнений в частных производных, содержащих первые и вторые производные.

Точное и численное решение стационарного уравнения переноса-диффузии. Сеточное число Рейнольдса и его значение в различных разностных схемах.

11. Построение обычных и компактных схем для аппроксимации первой производной. Монотонные и квазimonотонные разностные схемы для уравнения переноса

Обсуждается методика построения разностных схем для аппроксимации первой производной по пространству.

Обсуждаются алгоритмы построения квазimonотонных разностных схем для уравнения переноса.

12. Полулагранжев метод решения уравнения переноса. Эксперимент "перенос пассивной примеси": решение уравнения переноса различными численными методами в зависимости от типа начального условия и сетки. Анализ сходимости

Рассматривается полулагранжев метод для линейного и нелинейного уравнений переноса.

На примере численного решения уравнения переноса изучаются типы ошибок разностных схем и методы дискретизации по времени и пространству.

13. Эксперимент "Уравнение Бюргерса": нелинейная вычислительная неустойчивость и методы ее подавления

На примере уравнения Бюргерса изучается нелинейная неустойчивость и методы ее подавления.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Вычислительный практикум

Цель дисциплины:

Ознакомление с основными средствами системы Matlab, практическое применение навыков решения прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- Ознакомление с основными средствами системы Matlab для эффективной и быстрой работы с базовыми типами данных;
- научить основным приёмам программирования в системе Matlab для решения различных вычислительных задач прикладной математики и физики;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Структуру работы системы Matlab, а также приёмы эффективного использования данной системы.

уметь:

Реализовывать методы решения вычислительных задач прикладной математики и физики в системе Matlab, уметь объяснять полученные результаты в ходе реализации задач, визуализировать полученные результаты с помощью графического интерфейса системы Matlab, интегрировать вычислительные расчёты системы Matlab с другими языками программирования (C/C++), составлять отчёты проделанной работы в LaTeX.

владеть:

Фундаментальными научными знаниями в области физико-математических наук.

Темы и разделы курса:

1. Введение в базовые операции

Ознакомление с основными средствами системы Matlab. Эффективное использование базовых типов данных системы Matlab. М-язык. Рабочее окружение системы Matlab. Типизация переменных. Задание функций. Работа со скриптами. Работа с матрицами. Предоставление основных команд системы Matlab. Лабораторная работа №1, состоящая из 13 заданий. Написание отчётов в LaTeX по некоторым заданиям практикума.

2. Работа с графикой

Графические команды. Визуализация двумерных и трёхмерных графиков. Отображение анимации. Сохранение анимацией в файлы. Лабораторная работа №2, состоящая из 14 заданий. Написание отчётов в LaTeX по некоторым заданиям практикума.

3. Численные методы

Численное решение уравнений. Численное интегрирование и дифференцирование. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши), численное решение краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное решение задачи Коши для уравнений в частных производных. Лабораторная работа №3, состоящая из 11 заданий. Написание отчётов в LaTeX по некоторым заданиям практикума.

4. Интеграция с языком C/C++

Программа mex. Mex-файлы. Интеграция части программного функционала с языком C/C++ с помощью mex-функций. Сравнение скорости работы вычислительной задачи, реализованной на М-языке и интегрированной с языком C/C++. Лабораторная работа №3, состоящая из 10 заданий. Написание отчётов в LaTeX по некоторым заданиям практикума.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Гармонический анализ

Цель дисциплины:

формирование систематических знаний о методах математического анализа, расширение и углубление таких понятий как функция и ряд.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в теории тригонометрических рядов Фурье и началах функционального анализа;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные факты теории тригонометрических рядов Фурье абсолютно интегрируемых функций: достаточные условия поточечной и равномерной сходимости;
- теоремы о почленном интегрировании и дифференцировании, порядке убывания коэффициентов, теорему о суммировании рядов Фурье методом средних арифметических и ее применения;
- определение сходимости в метрических и линейных нормированных пространствах, примеры полных и неполных пространств;
- примеры полных систем в линейных нормированных пространствах;
- основные понятия теории рядов Фурье по ортонормированной системе в бесконечномерном евклидовом пространстве;
- определения собственных и несобственных интегралов, зависящих от параметра, их свойства; теоремы о непрерывности, дифференцировании и интегрировании по параметру несобственных интегралов, их применение к вычислению интегралов;
- достаточное условие представления функции интегралом Фурье;
- преобразование Фурье абсолютно интегрируемой функции и его свойства;

- основные понятия теории обобщенных функций, преобразование Фурье обобщенных функций, его свойства.

уметь:

-разлагать функции в тригонометрический ряд Фурье, исследовать его на равномерную сходимость, определять порядок убывания коэффициентов Фурье;

-исследовать полноту систем в функциональных пространствах;

-исследовать сходимость и равномерную сходимость несобственных интегралов с параметром, дифференцировать и интегрировать их по параметру;

-представлять функции интегралом Фурье; выполнять преобразования Фурье;

-оперировать с обобщенными функциями.

владеть:

-мышлением, методами доказательств математических утверждений;

-навыками работы с рядами и интегралами Фурье в различных формах;

-навыками применения изученной теории в математических и физических приложениях;

-умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

Темы и разделы курса:

1. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций.

Лемма Римана. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций, стремление их коэффициентов к нулю. Представление частичной суммы ряда Фурье интегралом через ядро Дирихле. Принцип локализации. Признаки Дини и Липшица сходимости рядов Фурье, следствия из признака Липшица. Равномерная сходимость рядов Фурье. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов Фурье. Порядок убывания коэффициентов Фурье. Ряды Фурье в комплексной форме.

2. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических.

Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций тригонометрическими и алгебраическими многочленами.

3. Метрические и линейные нормированные пространства.

Метрические и линейные нормированные пространства. Сходимость в метрических пространствах. Полные метрические пространства, полные линейные нормированные (банаховы) пространства. Полнота пространства Неполнота пространства непрерывных на отрезке функций с интегральными нормами. Сравнение норм: сравнение равномерной сходимости, сходимостей в среднем и в среднем квадратичном. Полные системы в линейных нормированных пространствах.

4. Бесконечномерные евклидовы пространства.

Бесконечномерные евклидовы пространства. Ряд Фурье по ортонормированной системе. Минимальное свойство коэффициентов Фурье, неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Ортонормированный базис в бесконечномерном евклидовом пространстве. Гильбертовы пространства. Необходимое и достаточное условия для того, чтобы последовательность чисел являлась последовательностью коэффициентов Фурье элемента гильбертова пространства с фиксированным ортонормированным базисом. Связь понятий полноты и замкнутости ортонормированной системы.

5. Тригонометрические ряды Фурье для функций, абсолютно интегрируемых с квадратом.

Тригонометрические ряды Фурье для функций, абсолютно интегрируемых с квадратом. Полнота тригонометрической системы, равенство Парсеваля. Полнота системы полиномов Лежандра.

6. Собственные интегралы и несобственные интегралы.

Собственные интегралы, зависящие от параметра и их свойства. Несобственные интегралы, зависящие от параметра; равномерная сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости, признак Вейерштрасса. Признак Дирихле. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру несобственных интегралов. Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению определенных интегралов. Интегралы Дирихле и Лапласа. Интегралы Эйлера - гамма и бета-функции.

Выражение бета-функции через гамма-функцию.

7. Интеграл Фурье.

Интеграл Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Преобразование Фурье абсолютно интегрируемой функции и его свойства: непрерывность, стремление к нулю на бесконечности. Формулы обращения. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

8. Пространство основных функций и пространство обобщенных функций.

Пространство основных функций и пространство обобщенных функций. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дельта-функция. Умножение обобщенной на бесконечно дифференцируемую. Сходимость в пространстве обобщенных функций. Дифференцирование обобщенных функций.

9. Преобразование Фурье обобщенных функций.

Преобразование Фурье обобщенных функций. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Дискретная оптимизация

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями дискретной оптимизации в приложении их к задачам дискретной математики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области дискретной оптимизации
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области дискретной оптимизации;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории дискретной математики (дискретной оптимизации);
- современные проблемы соответствующих разделов дискретной математики (дискретной оптимизации);
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла дискретной оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной математики (дискретной оптимизации).

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач дискретной оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области дискретной оптимизации в устной и письменной форме;
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач дискретной оптимизации;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов дискретной оптимизации;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов;
- навыками компьютерной обработки информации;
- набором тестовых задач дискретной оптимизации, могущих служить дорожной картой для ориентации в достаточно широком круге проблем.

Темы и разделы курса:

1. Задачи дискретной оптимизации

1. Отличительные особенности задач дискретной оптимизации. Обзор постановок классических задач дискретной оптимизации: покрытие множествами, вершинное покрытие, кратчайший путь, минимальное остовное дерево, задачи о паросочетании, задача о назначениях, задачи теории расписаний, задачи упаковки (bin packing, рюкзак), задачи о потоках (поток наибольшей величины, поток наименьшей стоимости, мультипродуктовые потоки), транспортная задача (задача Хичкока), задача коммивояжера.

2. Локальный поиск как широкий общий подход к решению задач дискретной оптимизации. Системы окрестностей. Пример системы окрестностей в задаче TSP: компромисс между силой окрестности и размером. Пример, в котором 2-окрестность не позволяет достичь глобального оптимума. Эвристика Кернигана—Лина: локальный поиск переменной глубины. Надстройки над локальным поиском: имитация отжига и табу-поиск.

3. Несуществование полиномиально обозримой точной системы окрестностей в задаче TSP (в предположении $P \neq NP$). Локальные жадные эвристики в задаче TSP, не укладывающиеся явно в парадигму локального поиска (не переходящие от цикла к циклу, а строящие цикл с нуля). Показатели качества работы эвристических (приближённых) алгоритмов: approximation ratio и domination number. Алгоритм ближайшего соседа (nearest neighbor): идея, теорема о том, что approximation ratio оценивается сверху логарифмом количества вершин.

4. Дискретная линейная задача о подмножестве (DLS problem). Задачи TSP и MST как частные случаи DLS-задач минимизации; переход к максимизации. Наследственные системы. Базы и циклы. Ранг и нижний ранг множества, ранговый разброс. Матроиды: эквивалентные определения, примеры. Оценка качества работы жадного алгоритма на наследственной системе через её ранговый разброс. Следствие о корректности жадного алгоритма построения кратчайшего остовного дерева. Оценка рангового разброса через ограничение на число циклов. Субмодулярность ранговой функции матроида. Пересечение матроидов. Оценка числа циклов для наследственной системы через число матроидов в пересечении. Вероятность единственности решения задачи DLS при случайном выборе весов: лемма об изолировании и два её доказательства (Дж. Спенсера и Н. Та-Шмы).

2. Алгоритмы. Линейное программирование

5. Алгоритмы Прима и Борувки для решения задачи MST: примеры, реализация (без использования куч). Алгоритм Прима с использованием фибоначиевых куч.

6. Задачи о распределении дискретного однородного ресурса: задача дискретного максимина, максимизация суммы вогнутых функций. Критерии оптимальности (принцип уравнивания Гермейера, критерий Гросса). Два алгоритма решения задачи дискретного максимина. Оптимизация произведения при фиксированной сумме.

7. Напоминание основных понятий из линейного программирования. Задача в стандартной и канонической формах. Переход от неравенств к равенствам и обратно. Геометрия задачи: симплекс-алгоритм как локальный поиск по вершинам многогранника.

8. Пример многогранника, на котором при некоторых условиях симплекс-алгоритму может потребоваться экспоненциально много шагов: теорема Кли—Минти. Верхняя оценка на число шагов «везучего симплекс-метода»: теорема Калаи—Клейтмана о диаметре графа многогранника.

9. Понятие о сглаженном анализе алгоритмов (smoothed analysis): среднее между анализом на случайных входах и анализом худшего случая. Теорема Спилмана—Тенга о симплекс-методе.

10. Двойственность в линейном программировании: решение двойственной задачи как сертификат оптимальности решения прямой задачи. Исключение Фурье—Мощкина. Лемма Фаркаша: существование сертификата неразрешимости системы линейных неравенств. Вывод теоремы о сильной двойственности из леммы Фаркаша. Экономическая интерпретация двойственности в задаче торга.

3. Постановки задачи TSP в терминах ЦЛП. Общая задача о покрытии

11. Постановки задачи TSP в терминах ЦЛП. Условия Миллера—Таккера—Землина (полиномиальное количество неравенств в задаче TSP). Замечание «о некатастрофичности экспоненциального числа ограничений в задачах ЛП».

12. Простой «комбинаторный» алгоритм для задачи о вершинном покрытии (ВП) с $\text{approximation ratio} = 2$. Постановка задачи о взвешенном вершинном покрытии (ВВП) в терминах целочисленного линейного программирования. Алгоритм решения задачи ВВП вида «решаем задачу ЛП и округляем»; утверждение о том, что достигается $\text{approximation ratio} = 2$. Формулировка двойственной задачи к задаче ВВП: потенциалы на рёбрах. «Комбинаторный» (без использования ЛП) алгоритм решения задачи ВВП на основе двойственности; доказательство того, что для этого алгоритма $\text{approximation ratio} = 2$.

13. Общая задача о покрытии (эквивалентная задаче о покрытии множеств). Формулировка в терминах матриц. Постановка в виде ЦЛП, формулировка двойственной задачи. Теорема о том, что размер/вес жадного покрытия не больше, чем в $\lfloor \ln k \rfloor$ раз, превышает размер/вес оптимального (где $\lfloor k \rfloor$ — максимальное число единиц в строке). Достижимость (по порядку) этой оценки. Оценка веса жадного покрытия через вес оптимального при ограниченных весах отдельных строк.

14. Задача построения паросочетания максимальной мощности в произвольном графе. Увеличивающие пути (утверждение о том, что паросочетание немаксимально тогда и только тогда, когда есть увеличивающий путь). Проблема с поиском увеличивающих путей при отсутствии двудольности: цветки. Утверждения о сжатии цветков. Алгоритм Эдмондса.

4. Модификации алгоритма Дейкстры. «Биологические» метаэвристики: Метод ветвей и границ

15. Модификации алгоритма Дейкстры для быстрого практического решения задачи о кратчайшем пути: «двухсторонний» алгоритм Дейкстры, использование landmarks (в случае неравенства треугольника).

16. Задача о потоке минимальной стоимости (и заданной величины). Два двойственных алгоритма: постепенная минимизация стоимости потока при неизменной величине; приращение величины за счёт минимально возможного приращения стоимости.

17. «Биологические» метаэвристики: генетические алгоритмы, алгоритмы муравьиных колоний. Иллюстрация на задачах shortest path и TSP.

18. Метод ветвей и границ.

19. Задачи исчерпывающего перебора сложных дискретных объектов. Подход Рида: упорядоченное перечисление. Метод Ависа—Фукуды: обращение локального поиска.

20. Онлайн-оптимизация. Эвристические алгоритмы в задаче Bin Packing.

21. О понятии реоптимизации. NP-трудность точного решения задачи реоптимизации в метрической задаче коммивояжёра при увеличении веса одного ребра. Приближённые алгоритмы реоптимизации с показателем аппроксимации, лучшим, чем у алгоритма Кристофидеса, при увеличении веса одного ребра и при добавлении одной вершины в граф.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Дифференциальные уравнения

Цель дисциплины:

ознакомление слушателей с основами дифференциальных уравнений и подготовка к изучению других математических курсов – теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, оптимизации и оптимального управления, функционального анализа и др.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических навыков в области решения простейших дифференциальных уравнений, линейных дифференциальных уравнений и систем, задач вариационного исчисления, исследования задач Коши, исследовании особых решений, построения и исследования фазовых траекторий автономных систем, нахождения первых интегралов и решения с их помощью нелинейных систем и уравнений в частных производных, решения линейных уравнений и систем с переменными коэффициентами;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов дифференциальных уравнений в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Простейшие типы дифференциальных уравнений, методы понижения порядка дифференциальных уравнений.

Основные формулы общего и частного решения линейных систем и уравнений с постоянными коэффициентами, определение и свойства матричной экспоненты.

Условия существования и единственности решения задачи Коши для нормальных систем дифференциальных уравнений и для уравнения n -го порядка в нормальном виде, характер зависимости решений от начальных условий. Понятие особого решения.

Постановку задач вариационного исчисления.

Основные понятия и свойства фазовых траекторий автономных систем, классификацию положений равновесия линейных автономных систем второго порядка.

Понятие первого интеграла нелинейных систем дифференциальных уравнений, их применение для решений уравнений в частных производных первого порядка, условия существования и единственности решения задачи Коши для уравнения в частных производных первого порядка.

Структуру общего решения линейных систем с переменными коэффициентами, свойства определителя Вронского, формулу Лиувилля-Остроградского. Свойства нулей решений дифференциальных уравнений второго порядка (теорема Штурма).

уметь:

Решать простейшие дифференциальные уравнения, применять методы понижения порядка.

Решать линейные уравнения и системы с постоянными коэффициентами, применять матричную экспоненту к решению систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

Исследовать задачу Коши. Находить особые решения уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной.

Исследовать различные задачи вариационного исчисления.

Находить положения равновесия, строить линеаризованные системы в окрестности положений равновесия, определять тип положения равновесия и строить фазовые траектории линейных систем второго порядка.

Находить первые интегралы систем дифференциальных уравнений, применять их для решения простейших нелинейных систем. Решать линейные уравнения в частных производных первого порядка.

Применять формулу Лиувилля-Остроградского и метод вариации постоянных для решения уравнений второго порядка с переменными коэффициентами. Исследовать свойства решений дифференциальных уравнений второго порядка с помощью теоремы Штурма.

владеть:

Логическим мышлением, методами доказательств математических утверждений.

Навыками решения и исследования дифференциальных уравнений и систем в математических и физических приложениях.

Умением пользоваться необходимой литературой.

Темы и разделы курса:

1. Простейшие типы дифференциальных уравнений

Основные понятия. Простейшие типы уравнений первого порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, уравнения в полных

дифференциалах. Интегрирующий множитель. Метод введения параметра для уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Методы понижения порядка дифференциальных уравнений. Использование однопараметрических групп преобразований для понижения порядка дифференциальных уравнений.

2. Линейные дифференциальные уравнения и системы с постоянными коэффициентами

Формула общего решения линейного однородного уравнения n -го порядка. Отыскание решения линейного неоднородного в случае, когда правая часть уравнения является квазимногочленом. Уравнение Эйлера. Исследование краевых задач для линейного уравнения второго порядка (в частности, при наличии малого параметра при старшей производной). Формула общего решения линейной однородной системы уравнений в случае простых собственных значений матрицы коэффициентов системы. Теорема о приведении матрицы линейного преобразования к жордановой форме (без доказательства). Формула общего решения линейной однородной системы в случае кратных собственных значений матрицы коэффициентов системы. Отыскание решения линейной неоднородной системы в случае, когда свободные члены уравнений являются вектор-квазимногочленами. Матричная экспонента и ее использование для получения формулы общего решения и решения задачи Коши для линейных однородных и неоднородных систем. Преобразование Лапласа и его применение к решению линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

3. Элементы вариационного исчисления

Основные понятия. Простейшая задача вариационного исчисления. Задача со свободными концами; задача для функционалов, зависящих от нескольких неизвестных функций, и задача для функционалов, содержащих производные высших порядков. Изопериметрическая задача. Задача Лагранжа.

4. Исследование задачи Коши

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальных систем дифференциальных уравнений и для уравнения n -го порядка в нормальном виде. Теорема о продолжении решений нормальных систем. Характер зависимости решения задачи Коши от параметров и начальных данных: непрерывность, дифференцируемость. Задача Коши для уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Особые решения.

5. Автономные системы дифференциальных уравнений

Основные понятия и свойства фазовых траекторий. Классификация положений равновесия линейных автономных систем уравнений второго порядка. Характер поведения фазовых траекторий в окрестности положения равновесия автономных нелинейных систем уравнений второго порядка. Устойчивость и асимптотическая устойчивость положения равновесия автономной системы. Достаточные условия асимптотической устойчивости.

6. Первые интегралы и линейные однородные уравнения в частных производных первого порядка

Основные понятия и свойства фазовых траекторий. Классификация положений равновесия линейных автономных систем уравнений второго порядка. Характер поведения фазовых траекторий в окрестности положения равновесия автономных нелинейных систем

уравнений второго порядка. Устойчивость и асимптотическая устойчивость положения равновесия автономной системы. Достаточные условия асимптотической устойчивости.

7. Линейные дифференциальные уравнения и линейные системы дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальных линейных систем уравнений и для уравнения n -го порядка в нормальном виде. Фундаментальная система и фундаментальная матрица решений линейной однородной системы уравнений. Структура общего решения линейной однородной и неоднородной системы уравнений. Определитель Вронского. Формула Лиувилля-Остроградского. Метод вариации постоянных для линейной неоднородной системы уравнений. Следствия для линейных уравнений n -го порядка. Теорема Штурма и следствия из нее.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Дополнительные главы методов оптимизации

Цель дисциплины:

изучение современных постановок оптимизационных задач и овладение методами их решения.

Задачи дисциплины:

- овладение студентами начальных сведений по теории линейных и нелинейных задач дополненности, по теории вариационных неравенств и по теории полуопределенного программирования;
- приобретение теоретических знаний по условиям оптимальности для линейных и нелинейных задач дополненности; вариационным неравенствам и задачам полуопределенного программирования;
- ознакомление студентов с конечными и итерационными методами решения задач дополненности, вариационных неравенств и задач полуопределенного программирования;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области решения оптимизационных, игровых и равновесных задач путем их сведения к задачам дополненности, вариационным неравенствам или к задачам полуопределенного программирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и основные теоретические результаты в области общих постановок оптимизационных задач;
- современные проблемы соответствующих разделов численных методов решения оптимизационных задач;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в курс Дополнительные главы численных методов оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;

- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных оптимизационных задач.

уметь:

- понять поставленную задачу принятия решения и свести ее к одной из известных оптимизационных постановок;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных оптимизационных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения оптимизационных задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области методов оптимизации в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач оптимизации и близких к ним постановок (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов оптимизации и прикладной математики;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Конечные методы решения линейных задач дополненности, основанные на ведущих преобразованиях. Метод Лемке. Сходимость метода Лемке.

Допустимые базисные комплементарные и почти комплементарные решения. Начальный допустимый почти комплементарный луч. Правило отлепления компонент. Использование искусственной переменной для получения начального почти комплементарного луча. Пример расчетов с помощью метода Лемке.

Конечная сходимость метода Лемке для линейных отображений с P -матрицами. Конечная сходимость метода Лемке для отображений со строго коположительными матрицами.

2. Методы внутренней точки для полуопределенного программирования.

Итерационные методы внутренней точки для решений задач полуопределенного программирования. Прямой и двойственный мультипликативно-барьерные методы для полуопределенного программирования. Методы ньютоновского типа. Понятие о методе центрального пути.

3. Постановка задач дополнителности.

Источники задач дополнителности: линейное и квадратичное программирование, биматричные игры, задачи рыночного равновесия.

4. Постановка задачи полуопределенного программирования. Теория двойственности для задач полуопределенного программирования.

Формулировка задачи полуопределенного программирования. Задача полуопределенного как частный случай задачи конического программирования. Задача о максимальном разрезе графа, задача квазивыпуклого программирования, задача о минимизации собственных значений матрицы как задачи полуопределенного программирования.

Прямая и двойственные задачи полуопределенного программирования. Теоремы о слабой и сильной двойственности. Условие Слейтера для задач полуопределенного программирования. Крайние и невырожденные точки в прямой и двойственной задачах полуопределенного программирования. Необходимые и достаточные условия для того, чтобы точка была крайней.

5. Постановки задач и их связь между собою. Условия существования и единственности решений для вариационных неравенств. Условия существования и единственности решений для нелинейных задач дополнителности.

Определение вариационного неравенства. Задача минимизации дифференцируемой функции на выпуклой множестве и задача отыскания седловой точки выпукло-вогнутой функции как задачи решения вариационного неравенства. Нелинейная задача дополнителности и обобщенная задача дополнителности. Обобщенная задача дополнителности как частный случай вариационного неравенства. Сведение вариационных неравенств и задач дополнителности к другим задачам.

Основная теорема о существовании решения вариационного неравенства. Псевдомонотонные, монотонные, строго монотонные и сильно монотонные отображения. Выпуклость множества решений вариационного неравенства в случае псевдомонотонного отображения. Существование и единственность решения для сильно монотонного отображения.

Существование и единственность решения нелинейной задачи дополнителности для строго монотонных отображений. Коположительные, строго коположительные и сильно коположительные отображения. Существование решений для строго коположительных отображений.

6. Разрешимость линейных задач дополнителности. Важнейшие классы матриц и их связь между собой. Существование решений линейных задач дополнителности и их единственность.

Понятия комплементарного конуса и комплементарного базиса. Комплементарная область значений как объединение всех комплементарных конусов. Понятия о Q и Q_0 -матрицах. Выпуклость комплементарной области значений для Q_0 -матриц.

Положительно определенные и полуопределенные матрицы. S и S_0 -матрицы. Положительно определенная матрица как полная S -матрица. Полумонотонные и строго полумонотонные матрицы, их связь с полными S и S_0 -матрицами. Коположительные, строго коположительные и сильно коположительные матрицы. Связь симметричных коположительных и строго коположительных матриц с полумонотонными и строго полумонотонными матрицами. P и P_0 -матрицы.

Положительно определенные и полуопределенные матрицы как Q и Q_0 матрицы. Строго коположительные и P -матрицы как Q -матрицы. Единственность решения линейной задачи дополненности для положительно определенных и P -матриц.

7. Численные методы решения вариационных неравенств. Численные методы решения нелинейных задач дополненности.

Проекционный метод решения вариационных неравенств. Метод линеаризации для решения вариационных неравенств. Методы оценочных функций. Функция Фукушимы и ее свойства.

Оценочная функция Фукушимы для нелинейной задачи дополненности. Специальный метод условного градиента для минимизации оценочной функции. Оценочные функции Мангасабяна-Солодова и Фишера-Бурмейстера для нелинейных задач дополненности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Дополнительные главы уравнений математической физики

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями дифференциальных уравнений, краевых и начально-краевых задач математической физики в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) математической физики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области мате-матической физики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математической физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, математической физики;
- современные проблемы математической физики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Дополнительные главы уравнений математической физики ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач математической физики.

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач математи-ческой физики;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач математической физики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математической физики в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математической фи-зики (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов мате-матической физики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Интеграл типа Коши.

Интеграл типа Коши. Определение и свойства Интеграл в смысле главного значения. Формулы Сохоцкого.

2. Краевая задач Римана для односвязной области

Краевая задач Римана для односвязной области.

3. Сингулярные интегральные уравнения с ядром Коши.

Сингулярные интегральные уравнения с ядром Коши. Характеристическое уравнение. Регуляризация полного уравнения методом Карлемана-Векуа.

4. Краевая задача Гильберта.

Краевая задача Гильберта. Постановка задачи. Регуляризирующий множитель. Задача Гильберта для односвязной области. Связь задач Римана и Гильберта.

5. Сингулярное интегральное уравнение с ядром Гильберта. Обратная краевая задача аналитических функций.

Сингулярное интегральное уравнение с ядром Гильберта. Связь характеристического уравнения с краевой задачей Гильберта. Однородное уравнение. Неоднородное уравнение. Обратная краевая задача аналитических функций.

6. Теоремы существования и единственности Каратеодори

Теоремы существования и единственности Каратеодори для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Обобщенные решения.

7. Эквивалентные определения измеримых функций.

Эквивалентные определения измеримых функций. Свойства интеграла Лебега. Функциональные пространства. Пространства Гельдера. Пространства интегрируемых по Лебегу функций.

8. Обобщенные производные.

Обобщенные производные. Три эквивалентных определения. Гильбертовы пространства обобщенно дифференцируемых функций. Плотные множества. Сепарабельность. Эквивалентные нормировки. След обобщенно-дифференцируемой функции на границе области определения.

9. Классические и обобщенные решения краевых задач.

Классические и обобщенные решения краевых задач. Существование и единственность обобщенного решения в простейшем случае. Гладкость обобщенных решений (внутренняя и вблизи границы). Теорема Вейля о разложении пространства квадратично суммируемых функций в прямую сумму.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Дополнительные главы функционального анализа и элементы дифференциальной геометрии

Цель дисциплины:

Дать представление о геометрии многообразий и римановой геометрии и их физических приложениях; дать представление о теории неограниченных самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве и о ее применениях к задачам математической физики.

Задачи дисциплины:

- научить вычислять значения различных геометрических величин (длины, углы, площади, кривизны кривых и гауссова кривизна) в римановой геометрии;
- познакомить с методами спектрального анализа неограниченных самосопряженных операторов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия геометрии многообразий и римановой геометрии;
- основные свойства и конкретные примеры неограниченных самосопряженных операторов.

уметь:

- находить длины кривых, углы, площади, гауссову кривизну на римановом многообразии (в двумерном случае);
- находить собственные функции и собственные значения дифференциальных операторов, связанных с задачами математической физики.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Банаховы алгебры. Спектр.

Банаховы алгебры. Спектр. Спектр линейного оператора. Классификация операторов. Функциональное исчисление. Спектральная теорема для ограниченных операторов. Свойства неограниченных операторов. Теорема Стоуна-Вейерштрасса. Пространство максимальных идеалов банаховой алгебры.

2. Преобразование Гельфанда.

Преобразование Гельфанда. Граница Шилова. Топологические векторные пространства. Локально выпуклые пространства.

3. Теоремы о неподвижной точке и их применения. Сплайны.

Теоремы о неподвижной точке и их применения. Квазианалитические классы функций. Сплайны. Аппроксимация сплайнами. Некорректные задачи. Регуляризация.

4. Элементы дифференциальной геометрии.

Кривые на плоскости и в пространстве. Формулы Френе.

Поверхности. Первая квадратичная форма.

Касательная плоскость. Нормаль. Вторая квадратичная форма.

Формулы Вейнгартена. Коэффициенты связности. Теорема Гаусса.

Необходимые и достаточные условия изометричности.

Связность на многообразии. Ковариантное дифференцирование.

Геодезические.

Кручение и кривизна.

Римановы пространства. Римановы связности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Избранные главы теории оптимизации. Приложения теории экстремума

Цель дисциплины:

Дать представление о современном состоянии теории экстремальных задач и об основных ее приложениях.

Задачи дисциплины:

- научиться выводить необходимые условия экстремума в различных экстремальных задачах (математического и выпуклого программирования, вариационного исчисления и оптимального управления) на основе принципа Лагранжа и уметь исследовать полученные соотношения;
- научиться применять методы теории экстремума к задачам оптимального восстановления линейных функционалов по неточным исходным данным.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- математические постановки основных задач теории экстремума;
- необходимые условия экстремума в гладких и выпуклых задачах без ограничений и эвристический принцип Лагранжа вывода необходимых условий экстремума в задачах с ограничениями.

уметь:

- решать задачи на нахождение точек экстремума гладких функций многих переменных;
- решать задачи линейного и выпуклого программирования;
- решать задачи вариационного исчисления (простейшая задача, задача Больца, задача Лагранжа);
- решать задачи оптимального управления.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Выпуклая оптимизация и двойственность.

Элементы выпуклого анализа, выпуклой двойственности и выпуклого исчисления.

Двойственность в выпуклом и линейном программировании.

Ляпуновские задачи. Теорема А.А. Ляпунова.

2. Принцип Лагранжа в задачах вариационного исчисления и оптимального управления.

Принцип Лагранжа для гладко-выпуклых задач.

Принцип Лагранжа для задачи Лагранжа вариационного исчисления.

Принцип Лагранжа для задачи оптимального управления.

3. Условия экстремума второго порядка в гладких задачах.

Гладкие задачи без ограничений.

Гладкие задачи с ограничениями типа равенств.

Гладкие задачи с ограничениями типа равенств и неравенств (теорема Левитина-Милютин-Осмоловского).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Интернет-технологии и разработка сервисов

Цель дисциплины:

Освоение студентами современных технологий разработки для Internet, принципов создания браузерных приложений, web-сервисов и сайтов, а также формирование знаний о безопасности и продвижении сайтов.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о принципах и современной инструментарию разработки для web;
- формирование навыков установки и конфигурирования web-серверов;
- изучение базовых принципов безопасной разработки для web;
- изучение принципов функционирования web-сайтов и сервисов;
- изучения способов создания и развёртывания web-сервисов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Принципы построения web-приложений;
- Принципы функционирования основных протоколов, используемых в Интернете;
- Языки разметки и программирования для web;
- Принципы функционирования web-серверов.

уметь:

- Разрабатывать безопасные трёхзвенные браузерные приложения;
- Разбираться в чужом JavaScript-коде;
- Использовать современные клиентские и серверные библиотеки;
- Разрабатывать одностраничные приложения;

- Настраивать Windows и Linux web-серверы.

владеть:

- инструментами разработки для web;
- инструментами отладки и профилирования JavaScript.

Темы и разделы курса:

1. Принципы функционирования сети интернет. Аутентификация и авторизация

1. Принципы функционирования сети интернет и Web

a. Введение в Web: архитектура клиент-сервер, гипертекст, HTTP, URI/URL/URN, статические и динамические ресурсы. HTTP 1.0 и 1.1, HTTP-сессии, методы (verbs), идемпотентность, безопасность. HTTP запрос и ответ, коды ответа (status codes). Параметры и cookies. Другие протоколы Internet: FTP, SMTP, POP3, IMAP, NNTP

2. Аутентификация и авторизация

a. Авторизация и аутентификация в web: Basic, Digest, OAuth. OAuth 1 и 2. Авторизация сторонним сервисом (пример). HTTPS, сертификаты

3. Клиентский код Web-приложений

a. Статический язык web: форматы SGML, HTML, XML, XHTML. Структура html-документа, базовые теги разметки, объекты, META. Формы и их связь с параметрами. Иерархия DOM. Движки браузера. Отрисовка HTML браузером. Имена, атрибуты, идентификаторы. CSS, включение css, синтаксис, селекторы

b. Основы JavaScript: Включение в документ. Основы синтаксиса, типы данных, объекты, функции, прототипы. Работа с DOM. Debug и профилирование в браузере. Базовые операции с массивами и объектами, map-reduce. Замыкания, callback-функции. Исключения

c. Возможности JavaScript: Обработчики событий, event bubbling. Способы и порядок загрузки скриптов, async scripts. cookies и WebStorage. Понятие Web-сервиса. Ajax. JSON и XML. WebSocket

d. Основы HTML5: Тэги упразднённые и добавленные. Canvas. Drag-and-drop. Cross-document messaging. Microdata and semantic web, geolocation. SVG, MathML

2. Основы языка Go для разработки сервисов. Прикладная криптография. Безопасность

4. Основы языка Go для разработки сервисов

a. Динамический контент, шаблонизация. Web-серверы

b. Введение в Golang

c. Асинхронная работа

- d. Работа с динамическими данными и производительность
- e. Принципы REST. Пример использования и создания REST-сервиса
- 5. Прикладная криптография
 - a. Криптография с открытым ключом. Сертификаты. HTTPS.
- 6. Основы тестирования безопасности
- 7. Моделирование угроз. Безопасность в жизненном цикле продукта
 - a. Безопасный логин, хранилища паролей. SQL-инъекции. Cross-Site Scripting (XSS). Cross-Site Request Forgery. Session Forging/Hijacking. E-mail Header Injection. Directory Traversal, использование .htaccess. Exposed Error Messages

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Испанский язык

Цель дисциплины:

Формирование и развитие социальных, деловых, межкультурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

Задачи дисциплины:

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения. Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации;
- системы этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значения в истории общества;
- особенности видов речевой деятельности на испанском языке; основные особенности системы образования в Испании;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на испанском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- культурно-специфические особенности менталитета, представлений, ценностей представителей испанской и латиноамериканской культур; основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран; поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на испанском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;

- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

уметь:

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на испанском языке;
- вести диалог на испанском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественной и академической.
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и академического общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных текстов;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации в профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;

- подбирать литературу по теме, переводить и реферировать литературу, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение; реферировать и аннотировать иноязычные тексты;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения;
- выполнять перевод текстов с испанского языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала; языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения испанского языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

владеть:

- межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; когнитивными стратегиями для изучения иностранного языка; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- коммуникативной технологией построения и порождения различных типов монологического высказывания (монолог-описание, монолог-приветствие, монолог-

рассуждение, монолог-сравнение, монологическая инструкция), подготовки, построение и презентации публичного выступления (выступление-сообщение, выступление- обзор прочитанного, увиденного, выступление-доказательство и т.д.)

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на испанском языке;
- современными техническими средствами и информационно-коммуникативными технологиями для получения и обработки информации при изучении иностранного языка.
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на испанском языке.

Темы и разделы курса:

1. Тема 1. Человек

Персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания. Внешность, черты характера, привычки, взгляды на жизнь, умения и способности, потребности и интересы, ценности, идеалы, смысл жизни, достижения, профессия. Детство, отрочество и юность. Время, как самая большая ценность в жизни человека. Основные характеристики успешного человека. Успешность личности. Факторы успеха: гены, среда, характер. Преодоление трудностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о себе: о внешности, чертах характера, о вредных и полезных привычках, взглядах на жизнь, умениях и способностях, потребностях и интересах, ценностях в жизни, своих идеалах, смысле жизни; задавать вопросы собеседнику по темам; описывать характер человека; сравнивать вещи или предметы; уметь оперировать числами, датами, днями недели, месяцами и пр.

2. Тема 2. Мой дом, моя семья

Генеалогическое дерево, семья, и быт, круг общения, повседневная жизнь, работа. Распределение ролей в семье. Семейные традиции. Жилье и одежда, приготовления пищи. Кулинарные предпочтения и кухня мира. Праздники, покупки, подарки. Одежда. Бытовые принадлежности. Жизнь в городе, недостатки и преимущества. Городская среда, инфраструктура города, проблемы и достижения.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о семье, семейном положении, родственниках, степени родства, семейных традициях; логически строить высказывания по самостоятельно составленному плану о семейных праздниках, выборе подарка; давать характеристику различным предметам в быту; моделировать диалог в магазине подарков, одежды; аргументировать выбор подарка;

рассказать о стиле одежды на работе, дома, для праздника и особо важных мероприятий; используя монологические высказывания сравнивать жизнь в городе и деревне; описывать и сравнивать объекты для проживания в городе и деревне, инфраструктуру; вести диалог и выражать предпочтения об условиях проживания.

3. Тема 3. Развлечения и хобби

Время и времяпрепровождение. Свободное время. Спорт. Музыка. Чтение. Фотография. Танцы. Кино. Театр. Видеоигры. Коллекционирование. Творчество. Влияние хобби на жизнь человека. Хобби как способ самореализации или пустая трата времени.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: уметь описать свои развлечения и хобби; составлять рецензии на фильм, книгу, спектакль и т.д.; обсудить героев и содержание книги, фильма, мультфильма и т.д.; вести беседу о влиянии хобби на выбор профессии, дать обратную связь на прочитанную книгу, просмотренный фильм, музыку, фотовыставку и т.д.; обсуждать киноиндустрию, музыку, СМИ, выражать свое мнение о влиянии СМИ на общество; строить логические высказывания о влиянии хобби на жизнь человека.

4. Тема 4. Окружающий мир

Воздействие человека с окружающей средой. Погода и климат. Влияние человека на природу: атмосферу, леса, мировой океан, почву, животный мир. Отношения человека с окружающим миром. Современные экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о живых существах и их взаимодействии с окружающей средой; проблемах загрязнения и охраны окружающей среды, природных и техногенных катастрофах, стихийных бедствиях; положительном и отрицательном влиянии человека на природу и экологию земли; рассуждать о нерушимой связи человека и природы; участвовать в дискуссии о ценностях природных ресурсов, сохранения окружающей среды для будущих поколений.

5. Тема 5. Здоровый образ жизни

Здоровье и забота о нем. Медицинские услуги. Проблемы экологии и здоровья. Полезные, вредные привычки. Физическая культура и спорт. Режим дня. Влияние современных технологий на жизнь и здоровье человека.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в обсуждении и рассказывать о полезных и вредных привычках; выражать согласие и несогласие в процессе дискуссии о здоровом образе жизни; вести диалог моделируя игровые ситуации по заданной теме; сравнить гастрономические привычки испанцев с привычками соотечественников; формулировать вопросы и ответы на вопросы о самочувствии и состоянии здоровья. Готовить сообщения с оценкой проблемы зависимости от мобильных устройств.

6. Тема 6. Путешествия

Великие путешественники. Посещение различных стран. Новые впечатления и открытия. География путешествий. Туризм и путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Гостиницы, бронирование, сервис. Опыт путешествий.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему каникул, отпуска; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; делиться новыми впечатлениями, опытом, необычными фактами; описывать географическое положение городов и стран; сравнивать культуру и обычаи разных стран; рассказывать о достопримечательностях; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, предлагаемый в них сервис; описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы; кратко рассказать о транспортной системе в своем городе.

7. Тема 7. Социальная жизнь

Принадлежность и причастность к какой-либо социальной группе, коллективу и т.д. Участие в студенческих клубах или сообществах. Волонтерское движение. Благотворительность. Благоустройство. Участие в молодежных и социальных проектах. Молодежные инициативы. Социальная сознательность.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать о собственной социальной позиции и социальной инициативе; осуществлять поиск необходимой информации по тематике; рассуждать на тему волонтерства и благотворительности, благоустройства города, кампуса и т.д.

8. Тема 8. Культура и язык

Основные культурно-исторические вехи в развитии изучаемых стран. Особенности культуры. Культурологическое наследие испанского языка. Биографии знаменитых людей испаноязычного мира. основополагающие принципы межкультурной коммуникации и диалога культур. Культурная картина мира: представление о ценностях, нормах, нравах собственной культуры и культур других народов. Типы отношений между культурами. Языковая система. Коммуникативная функция языка. Различные формы языкового общения. Человеческая речь как средство передачи и получения основной массы жизненно важной информации. Соотношение человеческой речи и языковой системы в целом. Значение языка в культуре народов. Язык как специфическое средство хранения и передачи информации, а также управления человеческим поведением. Взаимосвязь языка, культуры и коммуникации. Культура языка, коммуникации языковой личности, идентичность, стереотипы сознания, картины мира и др.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять ценности, этические нормы своей культуры и нормы других культур; обсуждать особенности и типы отношений между культурами; обсуждать важность учета различий средств передачи информации, коммуникативных стилей, присущих другим культурам; высказывать гипотезы и свою точку зрения о взаимодействии языка и культуры; описывать прошедшие события. Рассказывать об известных людях прошлого и настоящего. Оценивать прошедшие события.

9. Тема 1. Образование

Роль образования в современном мире. Обучение в ВУЗе. Общество, основанное на знаниях. Образование через всю жизнь. Образование как ценность. Критерии выбора ВУЗа. Профессия будущего.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: суммировать основные идеи статьи о важности образования в современном обществе; сделать выводы о ценности образования на основе статистики; обсудить недостатки и

преимущества высшего образования; обсудить плюсы и минусы различных технологий обучения; дискутировать о профессиях будущего и собственном выборе профессии.

10. Тема 2. Креативность и творчество

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации, влияние технологий и образования на развитие творческих способностей, исследовательский потенциал. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать об открытиях и изобретениях, случайных открытиях, и обсуждать их важность, влияние креативности мышления на развитие технологий; обсуждать доступность науки для всех возрастных категорий и возможность добиваться высоких результатов; участвовать в дискуссии на тему важности креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

11. Тема 3. Жизненные ценности

Ценность жизни. Три основных круга жизненных ценностей: личная жизнь и отношения, работа и бизнес, собственное развитие. Влияние семьи и социума на формирование жизненных ценностей. Индивидуализация ценностей в жизни и самооценность. Представление о жизненных ценностях как ориентирах в жизни.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о ценностных ориентирах в жизни человека, описывать собственное представление о жизненных ценностях, обмениваться мнениями о влиянии окружающей действительности и социума на формирование жизненных ценностей и собственного представления о ценности жизни.

12. Тема 4. Экология и здоровье человека

Взаимосвязь экологии и здоровья человека. Зависимость уровня здоровья человека от качества естественной среды обитания. Экологические факторы – свойства среды, в которой мы живем. Гигиена и экология человека. Экология и ее влияние на жизнедеятельность. Роль экологического образования в рациональном природопользовании. Зависимость общественного здоровья от природных факторов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обмениваться мнениями о роли экологии, гигиены на здоровье человека; рассуждать о зависимости здоровья человека от факторов окружающей среды; обсуждать влияние экологических факторов среды на здоровый образ жизни человека; составлять описательные эссе по тематике; делать выводы, формулировать мнение о роли экологического образования для сохранения естественной среды обитания на планете.

13. Тема 5. Академическая мобильность

Академическая мобильность как инструмент межкультурной коммуникации. Значение межкультурной коммуникации для академической мобильности. Особенности социальной и академической адаптации в условиях академической мобильности. Межкультурная коммуникация и коммуникативная компетенция в процессе академической мобильности.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в полилоге, в том числе в форме дискуссии с соблюдением речевых норм и

правил поведения, принятых в странах изучаемого языка, запрашивая и обмениваясь информацией, высказывая и аргументируя свою точку зрения, возражая, расспрашивая собеседника и уточняя его мнения и точки зрения, беря на себя инициативу в разговоре, внося пояснения/дополнения, выражая эмоциональное отношение к высказанному/обсуждаемому/прочитанному/ увиденному; обсуждать преимущества международной академической мобильности; приводить примеры академической мобильности в иноязычной и родной культуре; решать проблемные вопросы, связанные с культурной адаптацией в международной академической среде; участвовать в ролевой игре по типичным ситуациям международной академической мобильности.

14. Тема 6. Работа

Современный мир профессий, рынок труда и проблемы выбора будущей сферы трудовой и профессиональной деятельности, профессии, планы на ближайшее будущее. Значение труда в жизни человека. Сущность и функции работы для общества. Интересные профессии 21 века. Работа и карьера. Рынок труда и трудоустройство молодежи в современном мире.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в дискуссии запрашивая и обмениваясь информацией, высказывая и аргументируя свою точку зрения о значении труда в жизни человека возражая, расспрашивая собеседника и уточняя его мнения и точки зрения, брать на себя инициативу в дискуссии, внося пояснения/дополнения, выражая эмоциональное отношение к высказанному/обсуждаемому/прочитанному/ увиденному; описывать планы на ближайшее будущее; объяснять и готовить монологические высказывания о роли работы и карьере, проблемах трудоустройства молодежи в современном мире.

15. Тема 1. По страницам истории Испании. Образование и культура. Старейшие университеты Испании

История Испании. Хуан де Марианна – первый историк Испании. Формирование территориальных границ. Доисторическая Иберия. Доримское население Испании. Карфагенская и греческая цивилизации. Римская Испания. Правление варваров. Византийская Испания. Мусульманская Испания. Реконкиста. Золотой век Испании. Династия испанских королей. Эпоха Бурбонов. Реставрация Бурбонов. Революции и гражданские войны XIX века. Правление Франко. Переход к демократии. Смена правительств в XX веке. Филипп XVI и современное устройство власти. Феномен поколения «Испанских детей» и его влияние на социокультурный контекст.

Становление системы образования в Испании. История старейших университетов в мире: университет Саламанки, Университет Святого Духа в Оньате, Университет Кордовы. Образовательные возможности университетов во время Конкистадоров. Комплектование университетских библиотек. Создание первых университетских кампусов. Формирование научных сообществ. Получение грантов и стипендий при университетах. Перспективы образовательной политики Испании.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

участвовать в беседе о значимых исторических событиях; анализировать внешние и внутрисполитические процессы; аргументировать свою точку зрения на то или иное историческое событие; прогнозировать влияние исторических событий на ближайшее будущее время; сопоставлять полученные сведения с историей другого европейского

государства; рассуждать о современных проблемах в системе образования, поддерживать разговор на тему становления испанской образовательной системы; обмениваться опытом и сопоставлять испанскую образовательную систему с российской; говорить о достоинствах и недостатках получения высшего образования; прогнозировать возможные образовательные реформы и оценивать степень их влияния на развитие общеевропейской образовательного процесса.

16. Тема 2. Золотой век испанского театра.

Появление первых театральных трупп. Строительство первых испанских театров – Корралей. Формирование центров театральной культуры в Мадриде и Севилье. Появление первых драматургов: Хуан де ла Куэва и Лопе де Руэда. Произведения П. Кальдерона («Жизнь есть сон», «Благочестивая Марта»), Тирсо де Молины («Севильский озорник», «Дон Хиль зелёные штаны»), Лопе де Веги («Собака на сене», «Учитель танцев») на испанской сцене. Культура поведения зрителя в испанском театре. Опыт современных постановок репертуара Золотого века.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о философии, культуре, социальной жизни общества на примере драматургии; рассуждать о влиянии литературы на развитие театральной культуры; обсуждать роль театра в жизни общества; аргументировать собственную точку зрения на околотеатральные темы; узнавать жестовый язык коммуникации, заложенный в ремарках каждой пьесы; прогнозировать актуальность тем, которые могли бы быть интересны зрителю в современном театре.

17. Тема 3. Удивительный мир испанской литературы

Основные этапы развития испанской литературы. Разнообразие стилей и жанров в каждой конкретной эпохе. Средневековая литература («Песнь о моем Сиде», «Семь инфантов Лары»). Литература эпохи ренессанса («Книга жизни» Святой Терезы де ла Крус, «Жизнь Ласарильо де Тормеса»). Жанр рыцарских романов. М. Сервантес - автор «Дон Кихота». Литература эпохи барокко на примере творчества Луиса де Гонгоры, Франсиско Кеведо и Сор Хуаны. Становление эпохи романтизма и реализма: женская литература (Росалиа де Кастро). Современная испанская поэзия на примере группы «Поколение 98». Доступность литературы самому широкому кругу читателей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные направления развития испанской литературы, проводить сопоставительный анализ перевода на русский язык; дискутировать на тему влияния литературы на общий исторический контекст; проводить интервью на тему любых литературных произведений; читать вслух и развивать навыки фонематического восприятия текстов разного языкового уровня; пересказывать краткое содержание основных сюжетных линий сложного литературного произведения; выражать собственное мнение о прочитанном.

18. Тема 4. Три века испанской живописи

Этапы становления испанской живописи. Художники Золотого века: Эль Греко, Франсиско Сурбаран и Диего Веласкес. Появление первых испанских школ живописи. Творчество придворных испанских художников на примере Диего Веласкеса. Роль Сальвадора Дали и Пикассо в формировании современной художественной культуры. Коллекции испанских музеев живописи: Прадо, Гугенхайм, музей Сальвадора Дали.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о значимости живописи в социально-культурной жизни общества; описывать произведения искусства; выражать свою точку зрения на произведение живописи или её автора; обсуждать важность сохранения культурного наследия; принимать участие в дискуссии о современных методах репрезентации художественных произведений.

19. Тема 5. История стран Латинской Америки

Америка в доколумбовую эпоху. Дешифровка письменности майя Ю. Кнорозовым. Завоевание Латинской Америки: эпоха конкистадоров. Образование в Латинской Америке независимых государств. Экскурс в историю Колумбии: колониальный период, образование колумбийской республики, современность. Уникальная культура Мексики в колониальный период, отделение Техаса, война с США, правление Порфирио Диаса, череда революций XX века. История Аргентины: эпоха индейцев, испанская колония, правление Росаса, два периода правления Хуана Перона. Страницы истории Чили: испанское заселение, обретение независимости, реформы во времена демократического правления, Эра Пиночета, эпохи президентов. Остров Куба: доколумбовая эра, войны за независимость, период правления Фиделя Кастро.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о социально-экономической сущности исторических процессов; проследить закономерность в развитии латиноамериканских стран; проводить компаративистский анализ разных стран Латинской Америки; выстраивать перспективы развития исходя из исторических предпосылок; выделять межрасовые различия разных народов Латинской Америки для невербальной и вербальной коммуникации.

20. Тема 6. Образование и культура стран Латинской Америки

Высшие учебные заведения Латинской Америки: Национальный автономный университет Мексики, Чилийский государственный университет, Национальный университет Колумбии. Перспективы образовательных программ: система грантовой поддержки. Развитие онлайн курсов и программ дистанционного образования при ведущих латиноамериканских университетах. Программа научной мобильности. Международное сотрудничество.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

рассуждать о современных проблемах в системе образования, поддерживать разговор на тему становления испанской образовательной системы; обмениваться опытом и сопоставлять испанскую образовательную систему с российской; говорить о достоинствах

и недостатках получения высшего образования; прогнозировать возможные образовательные реформы и оценивать степень их влияния на развитие общеевропейской образовательного процесса.

21. Тема 7. Жанр магического реализма в латиноамериканской литературе

Краткий экскурс в историю латиноамериканской литературы. Истоки магического реализма. Творчество Габриэль Гарсия Маркеса на примере романа «Сто лет одиночества». Личность Хулио Кортасара и особенности восприятия романов «Игра в классики» и «62 модель для сборки». Метафизика Хорхе Луис Борхеса в «Истории танго», издание журнала «Мартин Фьерро». Нобелевские лауреаты по латиноамериканской литературе: Пабло Неруда, Октавио Пас, Марио Варгас Льюса.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные направления развития испанской литературы, проводить сопоставительный анализ перевода на русский язык; дискутировать на тему влияния литературы на общий исторический контекст; проводить интервью на тему любых литературных произведений; читать вслух и развивать навыки фонематического восприятия текстов разного языкового уровня; пересказывать краткое содержание основных сюжетных линий сложного литературного произведения; выражать собственное мнение о прочитанном.

22. Тема 8. Кинематограф Испании и Латинской Америки

Кинематограф Испании. Первые годы испанского кинематографа. Расцвет немого кино. Кинематограф во время войны: Рафаэль Хиль и Хуан де Ордунья. Послевоенные годы: Хуан Антонио Бардем. Новое испанское кино на примере творчества Карлоса Сауры. Эпоха демократии в испанском кинематографе: Педро Альмодовар и Алехандро Аменабар. Международный кинофестиваль в Вальядолиде и премия Гойя. Кинематограф Латинской Америки. Аргентинские шестидесятники. Поэтика Фернандо Соланаса. Голоса мастеров мексиканского кинематографа: Артуро Рипстейн. Национальный Смотр новый режиссеров и выпускники Международной школы кино и телевидения на Кубе. Чилийское кино сопротивления на примере творчества Беатрис Гонсалес. Звездный час уругвайского кино: Хуан Пабло Ребелья и Пабло Штоль. Латиноамериканское кино на российском экране.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

уметь формулировать основную мысль просмотренного киноматериала; дискутировать вокруг основных проблем; анализировать сильные и слабые стороны кинематографа; выстраивать перспективу зрительского интереса; прогнозировать актуальность затрагиваемых проблем для социокультурного развития страны; изучать различные диалекты испаноговорящих стран; фокусировать внимание на передаче смысла речи путем невербальной и вербальной коммуникации.

23. Тема 1. Основы политологии

Политология как научная дисциплина. Центральные понятия. Становление и развитие, структура политической науки. Профессия политолога. Биографические сведения о выдающихся политиках и учёных-политологах прошлого. Политическая власть, формы и категории власти. Политический режим. Человек как субъект политики, политического поведения. Разновидности политического участия. Политическая культура. Внешняя политика. Политология и социология, политология и психология: взаимодействие.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о сущности профессии политолога, о структуре политологии, аргументировать свою точку зрения; участвовать в обсуждении различных политических режимов и форм власти; формулировать и анализировать проблемы по изученной теме; вести неподготовленный диалог по общественно-политической тематике.

24. Тема 2. Государство

Сущность государства. Формы современного государства. Основные тенденции развития государственности в современном мире. Гражданское общество. Формы правления. Сферы деятельности государства. Государство и частная жизнь. Формирование человеческого капитала. Роль политической элиты. Обеспечение безопасности граждан. Цели государства. Государственно устройство Испании, стран Латинской Америки (ЛА). Геополитические интересы стран ЛА. Испания в современной системе международных отношений. Экспансия испанского языка в США, двуязычие. Роль католической церкви в странах ЛА. Внутренняя и внешняя политика стран ЛА- ключевые направления. Развитие отношений между странами ЛА и Россией.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной форме.; участвовать в обсуждении, излагать собственные суждения, обмениваться мнениями, участвовать в ситуационно-ролевой игре в виде пресс-конференции, выступить в том числе в роли переводчика; вести дискуссию в том числе с преподавателем по пройденным темам.

25. Тема 3. Глобальные проблемы человечества

Критерии выделения глобальных проблем. Социально-политические проблемы. Проблемы социально-экономической отсталости развивающихся стран. Обзор научных знаний об изменении климата. Мировой технический прогресс и проблемы экологии. Ресурсы. Глобализация. Интересы корпораций (на примере стран ЛА). Права человека. Миграция – социальный аспект. Межэтнические конфликты. Наркобизнес (на примере стран ЛА). Террористическая угроза. Религиозный терроризм. Иммиграция и демографические процессы. Демографические проблемы. Урбанизация. Система здравоохранения. Мировая продовольственная проблема. Негативное влияние биотехнологий на окружающую среду, человека и животных.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

взаимодействовать в группе для определения методов решения исследовательской проблемы, выбора источников информации, способов ее сбора и анализа; обмениваться мнением по постановке задач и обсуждении критериев оценки результатов, четко формулировать возможности исполнения поставленных задач; высказывать как можно большее количество вариантов, отстаивать свою позицию, достигать компромисса; вести

дискуссию по заявленным темам, учитывая тип адресата, адаптируя речь к ситуации общения.

26. Тема 4. Международные организации. Корпоративная этика в Испании и странах Латинской Америки

Определение и признаки международных организаций. Классификация. Африканский союз. Андское сообщество наций. Всемирная ассоциация операторов атомных электростанций. Международное агентство по атомной энергии. ВТО. ООН. БРИКС. МЕРКОСУР. Роль международных неправительственных организаций. Актуальные проблемы международных организаций. Корпоративная философия и корпоративная культура. Виды, принципы и приоритеты, функции корпоративной культуры. Формирование целевого образа корпоративной культуры. Взаимосвязь ценностей и корпоративной культуры со стратегией развития бизнеса и предпринимательства. Современные концепции корпоративной культуры. Формирование кодекса корпоративной культуры в бизнесе и предпринимательстве. Роль корпоративной культуры в развитии предпринимательства и бизнеса. Культура как бренд. Коммуникации корпоративной культуры.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

участвовать в обсуждении, инсценировать переговоры в команде (составить и подписать соглашение), вести круглый стол, диалогическое общение в официальной и неофициальной обстановке, проводить дебаты, ролевые игры и т.д.; дискутировать о философии корпоративной культуры в формировании целевого образа компании как бренда, приводить практические примеры; рассуждать о обсуждать роль корпоративной культуры в развитии предпринимательства и бизнеса на основе комплекса убеждений, ценностей и ожиданий; участвовать в обсуждении изменений современных концепций формирования и функций корпоративной культуры; делать сообщения о выборе стратегии и принципов выстраивания корпоративной культуры в известных компаниях-гигантах.

27. Модуль 1. Испанский язык для общих целей

28. Модуль 2. Испанский язык для академических целей

29. Модуль 3. Испанский язык для специальных целей

30. Модуль 4. Испанский язык для международного сотрудничества

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

История и философия культуры. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о фундаментальных закономерностях развития современной культуры и овладение основными подходами к ее изучению.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных проблемах и событиях мировой и отечественной культуры, особенностях этапов ее развития;
- выработка навыков творчески исследовать сложные, теоретически нагруженные, гуманитарные тексты, актуализировать их смыслы;
- выработка умения определять собственные позиции и аргументировано отстаивать их, используя вопросноответные процедуры;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка умения использовать теоретический материал по научно-философскому осмыслению феномена культуры для формирования научно обоснованной теоретической и общемировоззренческой позиции обучающихся;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные концепции различных этапов развития философии культуры, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории и философии культуры;
- отличительные свойства различных этапов развития мировой философской мысли и отдельных философских течений;

– суть наиболее значимых проблем философии культуры и основные варианты их решения в различных школах.

уметь:

- использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- получать, понимать, изучать и критически анализировать научную информацию по тематике исследования и представлять результаты исследований;
- критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль профессиональной деятельности;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого переосмысления.

владеть:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- способностью к самоорганизации и самообразованию;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории и философии культуры.

Темы и разделы курса:

1. Предмет и метод истории и философии культуры России.

Понятие «философия культуры». Предмет философии культуры, особенности философии отечественной культуры. Культура как форма самосознания народа. Культура России и мировоззрение.

2. История и философия культуры России до нач. XVI в.

Культура восточных славян, славянский пантеон и языческие обряды. Влияние византийской и других культурных традиций. Введение христианства и его культурно-историческое значение. Истоки русской культуры. Становление национальной культуры. Устное народное творчество. Славянская письменность. Древнерусская литература. Роль городов и ремесла. Русская церковь в домонгольский период. Влияние монгольского завоевания на развитие русской культуры. Культурное развитие русских земель в XIV-XV вв.

3. Культура России нового времени.

«Обмирщение» русской культуры в XVII в. Расширение культурных связей с Западной Европой. Создание школ. Славяно-греко-латинская академия. Новые жанры в литературе. Влияние реформ Петра Великого на формирование русской культуры: историко-философская оценка, дискуссии о роли петровских реформ. Формирование национальных школ в культуре XVIII в. Поиск национально-политической идентичности. Славянофилы. Западники. Правительственная идеология и рождение теории «официальной народности». Развитие науки и техники в России в первой половине XIX в. Открытия и технические изобретения. Литература и книгоиздание. Стили и направления в литературе: сентиментализм, романтизм, реализм. Музыкальная культура. Живопись: от классицизма к романтизму и реализму. Архитектура. Театр. Великие реформы и русская культура. Перемены в системе образования: училища, школы, гимназии, университеты. Развитие науки и техники. Золотой век русской литературы. Просвещенный дворянин и «дикий» помещик. Значение дворянской культуры в истории России.

4. История и философия истории отечественной культуры новейшего времени.

Культурное развитие России в первой четверти XX в. и его особенности. «Серебряный век»: историко-философская характеристика. Революция и культура. Культура русской эмиграции. Советская культура как историко-философский феномен. Социалистический реализм. Особенности и общие черты развития мировой и советской философии и культуры в середине и второй половине XX в. Проблема отечественного постмодернизма. История и философия отечественной культуры последних десятилетий XX в.

5. Современная культура России и подходы к ее изучению.

Философия и культура России первых десятилетий XXI в. Проблема формирования современной культурной идентичности. Формы и проявления современной российской культуры. Цифровая эпоха в культурно-историческом аспекте. Социальные сети как культурный феномен.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

История и философия культуры

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о фундаментальных закономерностях развития современной культуры и овладение основными подходами к ее изучению.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных проблемах и событиях мировой и отечественной культуры, особенностях этапов ее развития;
- выработка навыков творчески исследовать сложные, теоретически нагруженные, гуманитарные тексты, актуализировать их смыслы;
- выработка умения определять собственные позиции и аргументировано отстаивать их, используя вопросноответные процедуры;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка умения использовать теоретический материал по научно-философскому осмыслению феномена культуры для формирования научно обоснованной теоретической и общемировоззренческой позиции обучающихся;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные концепции различных этапов развития философии культуры, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории и философии культуры;
- отличительные свойства различных этапов развития мировой философской мысли и отдельных философских течений;

– суть наиболее значимых проблем философии культуры и основные варианты их решения в различных школах.

уметь:

- использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- получать, понимать, изучать и критически анализировать научную информацию по тематике исследования и представлять результаты исследований;
- критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль профессиональной деятельности;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого переосмысления.

владеть:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- способностью к самоорганизации и самообразованию;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории и философии культуры.

Темы и разделы курса:

1. Предмет и метод истории и философии культуры

Понятие «философия культуры». Предмет философии культуры, ее актуальность и назначение. Особенность философской методологии в исследовании культур. Творческий характер философии культуры. Культура как путь самосознания человечества. Культура и мировоззрение. Классификация концепций культуры. Культура как системно-целостное единство форм, способов, продуктов деятельности, институтов, процессов и тенденций человеческого бытия. Культура в социальной среде.

2. Формы и принципы истории и философии культуры

Принципы современной философии культуры. Особенности форм философско-культурологического познания. Время и пространство культуры.

Социокультурная парадигма.

3. История становления и развития философии культуры

Место культуры в структуре современного знания о культуре, определение границы философии культуры и теории культуры. Культура как саморазвивающаяся система. Периоды развития культуры: Первобытная культура; Культура Древнего мира; Культура Средних веков; Культура Возрождения или Ренессанса; Культура Нового Времени; Культура Новейшего Времени. Первобытность как культурный мир. Культурная роль собирательства, охоты, земледелия, скотоводства, ремесленничества. Расширяющийся мир духовной культуры. Круг проблем, рассматриваемых философией культуры. Основные этапы эволюции представлений в области философии культуры. Становление художественной культуры как синтеза материальной и духовной культуры. Становление полярностей в культуре и субкультуре. Тотальный разрыв культуры Нового времени с бытийной средой. Современная ситуация кризиса в культуре. «Новая телесность» в современной культуре. Границы «человеческого»/«технического». Феномен боли в контексте «новой телесности» и ее рефлексия в современном искусстве. Преломление идей медикализации в современной художественной культуре.

4. Методологические основания философии культуры

Понятие «метод», «методика», «методология». Частные, общенаучные и философские методы. Специальные методы в познании культуры. Философия культуры как методологический уровень культурологии. Комплекс философских методов изучения культуры. Образ культуры в зеркале системной и синергетической методологии.

5. Культура и природа

Культура как надприродная форма бытия. Экстравертность культуры по отношению к природе. Практические формы отношения культуры к природе. Способы производства, политика и практика природопользования, техникотехнологическое знание. Способы производства, политика и практика природопользования, техникотехнологическое знание. Диапазон форм отношения к природе: от обожествления природы и адаптации в ее реальностях до хищнического истребления и навязывания ей человеческой воли.

6. Культура и общество

Коммуникативная природа культуры. Способы, виды и формы общения. Массовые коммуникации в культуре. Субкультуры. Культура социальных институтов. Культура как свободная деятельность. Проблема взаимодействия и взаимообогащения культур. Культура как творчество и форма самореализации человека и человечества. Понятие «границ человеческого» в условиях современного гиперреального общества. Понятие виртуальной реальности и ее роль в формировании картины мира. Виртуализация человеческого существования в современном обществе и культуре.

7. Культура и человек

Создание мифов, религии и искусства; созидание теоретических образов мира (наука, философия, идеология). Человек как биосоциокультурное существо. Человек как творец и творение культуры. Ценностная природа человека. Языки культуры. Виртуализация

человеческого существования в современном обществе и культуре. Нечеловеческое-человеческое.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

История и философия науки и технологий. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о развитии технологий и научного знания, взаимосвязи научно-технологических достижений и политических, социально-экономических процессов, явлений в области религии, образования и культуры, получение систематизированных знаний об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса и мирового и отечественного научно-технологического развития.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных этапах научно-технологического развития человечества, особенностях этих этапов;
- выработка навыков выстраивания причинно-следственных связей между изменениями в жизни исторических обществ и их технологическими достижениями;
- выработка понимания места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные этапы научно-технологического развития человечества, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории науки и технологий;
- основные проблемы и историографические концепции истории науки и технологий.

уметь:

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития России и мира, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

владеть:

- представлениями о ключевых событиях российской и всемирной истории, связанных с основными научно-технологическими изменениями;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории науки и технологий России и мира.

Темы и разделы курса:

1. Развитие отечественной науки и технологий в эпоху НТР: основные подходы к изучению

Эпоха НТР и ее особенности в России. Трактовки понятия «научная революция» и его критика. Особенности развития науки в России новейшего времени. Взаимосвязь технологического развития и социально-экономических процессов. Технологии и политика. Технологии и культура.

2. Наука и технологии в России на рубеже XIX–XX вв.

Наука и образование в императорской России на рубеже XIX–XX вв. Д.И. Менделеев и его таблица в контексте становления современной науки. Паровоз, пароход, телеграф: новые технологии транспорта и связи и их социально-экономическое и культурное влияние. Первая мировая война и ее влияние на развитие отечественной науки и техники.

3. Наука и технологии в России в первой половине XX в.

Становление советской модели организации науки. Научно-техническая отрасль в идеологическом, социальном и политическом контексте раннего СССР. Роль технологических заимствований в мегапроектах первых пятилеток. Роль научно-технических достижений в успехах советского фронта и тыла. Противостояние «пули и брони». Управление экономикой в военное время: технологии мобилизации. Советская медицина. Начало эры антибиотиков.

4. Наука и технологии в России второй половины XX в.

Советский военно-промышленный комплекс и технологическое развитие. Советский атомный проект. Военный и мирный атом. Конкуренция как принцип организации советского ВПК. Феномен «наукоградов», новосибирский Академгородок. Институциональное устройство советской науки, роль исследований в вузах. Освоение ближнего космоса. Пилотируемая космонавтика, ее социальное и мировоззренческое значение. Роль С.П. Королева. Влияние марксистской идеологии на развитие естественных наук в СССР. Кибернетика и квантовая физика как «буржуазные науки» и их реабилитация. Организация партийного контроля за наукой в послевоенном СССР. Наука и технологии в позднесоветском обществе и культуре. Социология и демография отрасли исследований и разработок в позднем СССР. Формирование субкультуры советской научно-технической интеллигенции, «физики» и «лирики». Проблема квазинаучного и псевдонаучного знания в позднем СССР и постсоветский период. Научно-техническое развитие в позднем СССР и мире: параллели и различия. Интернет и «советский интернет». Экологическое движение в мире и в СССР.

5. Тенденции и проблемы развития науки и технологий в современной России.

Россия и мир в контексте проблем и перспектив научно-технологического развития в XXI веке. Концепция постиндустриального общества и его главные черты. Россия в постиндустриальном мире. Цифровые технологии и основные тенденции их развития в современной России. Наука и образование в рыночных условиях. Роль отечественной науки в современном мировом научном сообществе.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

История и философия науки и технологий

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о развитии технологий и научного знания, взаимосвязи научно-технологических достижений и политических, социально-экономических процессов, явлений в области религии, образования и культуры, получение систематизированных знаний об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса и мирового и отечественного научно-технологического развития.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных этапах научно-технологического развития человечества, особенностях этих этапов;
- выработка навыков выстраивания причинно-следственных связей между изменениями в жизни исторических обществ и их технологическими достижениями;
- выработка понимания места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные этапы научно-технологического развития человечества, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории науки и технологий;
- основные проблемы и историографические концепции истории науки и технологий.

уметь:

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития России и мира, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

владеть:

- представлениями о ключевых событиях российской и всемирной истории, связанных с основными научно-технологическими изменениями;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории науки и технологий России и мира.

Темы и разделы курса:

1. Развитие науки и технологий в исторической перспективе: основные подходы к изучению.

История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. История изучения и актуальные подходы к изучению научно-технического развития. Понятие технического, техники, технологии. Понятие науки. Представление о «нормальной науке» и «научной революции», «научном сообществе». Ученый и инженер как социальная роль, статус, профессия. Взаимосвязь и взаимовлияние научно-технологического развития и социальных, политических, экономических процессов.

2. Технологии первобытного общества и Древнего мира.

Сельскохозяйственная революция как первая технологическая революция в истории. Роль зернового земледелия. Природно-географические факторы развития первых цивилизаций и дискуссии о концепции сельскохозяйственной революции Дж. Даймонда и Дж. Скотта.

Научные и технологические знания в античном мире, Аристотель как «первый ученый»? Дискуссии о роли церкви и богословия в развитии научных познаний в Западной Европе, влияние космогонии и физики Аристотеля в Средние века. Проблема европоцентризма в изучении истории науки и техники. Рецепция наследия античности в арабском мире и влияние арабской науки в средневековой Европе. Знания и технологии в Древнем Китае. «Парадокс Нидхэма».

3. Наука и технологии на пороге Нового времени.

Рождение науки в современном понимании, ее теоретические и институциональные основания. Придворное общество и патронаж как факторы развития науки. Галилео Галилей при дворе Медичи. Размежевание научного и «ненаучного»: роль и место алхимии в развитии раннего научного знания. Становление и институционализация эксперимента как способа производства, доказывания и презентации научных знаний. Эксперименты Р.Бойля. Проблема прикладной применимости ранних научных знаний. Научное знание в России от Петра I до Екатерины II, рождение Академии наук.

«Революция в военном деле»: от изобретения пороха до массового использования огнестрельного оружия. Проблема низкой эффективности раннего огнестрельного оружия. Организационные инновации в военном деле. Почему «революция в военном деле» произошла в Западной Европе, а не в Китае? Влияние перехода к массовому использованию огнестрельного оружия на становление современной бюрократии: концепция «военно-фискального государства» и преобразования Петра I в России.

У истоков промышленной революции: паровой двигатель. Первые попытки использования парового двигателя в Западной Европе и России. Проблема разрыва между научным знанием и технологиями на раннем этапе промышленной революции. Эпоха Просвещения и «промышленное Просвещение». Экономический и институциональный контекст внедрения парового двигателя в Англии. Предпосылки для возникновения промышленной революции.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

От кустарного к фабричному производству. Движение к стандартизации и взаимозаменяемости деталей в массовом производстве. Развитие оружейной промышленности в России и мире в XIX веке.

Изобретение исследовательского университета. Упадок классического университета в XVIII столетии. Наполеоновский университет. Гумбольдт и новая модель университета в контексте прусского политического проекта. От гумбольдтовского университета к становлению новой модели исследовательского университета в США. Рождение научной лаборатории, ее социальная организация и социальные преобразования. Развитие технического образования. Начало планирования науки, централизация научных учреждений, образования. Возникновение и эволюция технических наук. Университеты и университетская наука в императорской России. Д.И. Менделеев и его таблица в контексте становления современной науки.

Паровоз, пароход, телеграф: новые технологии транспорта, связи. Социальное конструирование технологий и их социально-экономическое, культурное влияние. Технологическое развитие и европейский колониализм XIX века.

5. Основные проблемы научно-технического развития в XX – начале XXI в.

Научно-техническая революция XX века: основные контуры. Первая мировая война и ее влияние на развитие науки и техники. Форсированная индустриализация в СССР и становление советской модели организации науки. Наследие царского времени, советские инновации и международные модели. Научно-исследовательский институт как форма организации научной деятельности в СССР.

Феномен «большой науки» в мире и СССР в послевоенный период: институциональные аспекты. Доклад В. Буша (Science, the Endless Frontier) в США. Особенности организации научно-технологического комплекса в СССР: роль Академии наук, вузов, отраслевых институтов. «Холодная война», гонка вооружений и научно-техническое развитие. Советская физика. Советский атомный проект.

Наука и технологии в советском обществе и культуре. Советская научно-технической интеллигенции: от «старых» спецов к служащим советского государства. Ученый и инженер как массовая профессия в послевоенный период. Феномен «наукоградов», новосибирский Академгородок. Наука и техника в советской массовой культуре.

От технологического энтузиазма к критике научно-технического прогресса в мире в послевоенный период. Доклад Римскому клубу «Пределы роста». Экологическое движение в мире и в СССР. Устойчивое развитие. Постколониализм.

Трансформация научно-технологической сферы к концу XX века. Понятие инноваций, цикл и формы организации инновационного процесса. Наука в эпоху глобализации. Новый менеджериализм в науке и высшей школе, его критика. Советские НТР в позднесоветский и постсоветский период: институциональные, организационные и профессиональные преемственности и трансформации.

Новые технологии XXI века и связанные с ними этические и социальные вызовы. Цифровые технологии и основные тенденции их развития. Когнитивный капитализм: знания и информация как важнейшие факторы современного производства. Цифровое неравенство, цифровые идентичности, онлайн сообщества, цифровые пространства. Киборги, постгуманизм, «умные» технологии и реконфигурации человеческой-нечеловеческой агентности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

История России. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России.

Задачи дисциплины:

- Знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;
- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;

- понятия и термины, относящиеся к истории России;
- основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

уметь:

- Анализировать проблемы истории России, устанавливать причинно-следственные связи;
- анализировать и оценивать социальную и экономическую информацию;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее.

владеть:

- Общенаучными и специальными историческими методами, способами и средствами исследований в области отечественной истории;
- представлениями о событиях российской и всемирной истории, основанными на принципе историзма;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации.
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории России.

Темы и разделы курса:

1. Периодизация и хронология новейшей истории России. Проблемы источниковедения и историографии истории России XX – начала XXI в.

Проблемы периодизации новейшей истории России. Особенности источников по новейшей истории России. Отражение спорных вопросов отечественной истории новейшего времени в российской и зарубежной исторической науке и общественном дискурсе. История России XX и начала XXI в. и основные события и процессы всеобщей истории.

2. Россия на рубеже XIX–XX вв. и в начале XX в. Первая мировая война.

Россия в начале XX в. Противоречия «русского капитализма». Русско-японская война. Общественная жизнь. Либерализм и консерватизм. Революция 1905-1907 гг. Становление российского парламентаризма. Политические партии в России начала века: генезис, классификация, программы, тактика. Государственная дума и Государственный совет. Региональная структура управления. Местное самоуправление. Усиление государственного регулирования экономики. Экономические реформы С.Ю. Витте и П.А. Столыпина.

Россия в системе международных отношений. Проблемы догоняющей модернизации. «Восточный вопрос» во внешней политике Российской империи. Капиталистические войны конца XIX – начала XX вв. за рынки сбыта и источники сырья. Завершение раздела мира и борьба за колонии.

Россия в Первой мировой войне. Причины вступления России в войну, планы ведения боевых действий. Подготовка к войне. Этапы Первой мировой войны. Брусиловский прорыв. Истоки общенационального кризиса. Усиление кризиса власти в годы войны.

3. Великая Российская революция. Большевики приходят к власти. Гражданская война.

Февральская революция. Временное правительство и Петроградский Совет. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Большевистская стратегия: причины победы. Октябрь 1917 г. Экономическая программа большевиков. Гражданская война и интервенция. Первые шаги советской власти. Трансформация дореволюционных идей большевиков: государственное управление, армия, экономика. Формирование однопартийной системы. Становление новой правовой системы: от первых декретов до Конституции 1918 г. Государственное устройство. «Советская демократия» и партийные органы. Замена конституционных органов власти чрезвычайными. Централизация власти. Экономические, социальные и политические аспекты политики «военного коммунизма». Кризис «военного коммунизма».

Гражданская война: причины, действующие лица, политические программы сторон. Красный и белый террор. Причины поражения антибольшевистских сил. Российская эмиграция. Советская Россия на международной арене. Брестский мир. Военная интервенция стран Антанты. Изоляция Советской России. Коминтерн. Антикоминтерновский пакт.

4. СССР в 1920-х – 1930-х гг. «Сталинская модернизация».

Основные направления общественно-политического и государственного развития СССР в 20–30-е годы. Новая экономическая политика (НЭП): сущность и направления. Свертывание НЭП. Внутрипартийная борьба: дискуссии о путях социалистической модернизации общества. Возвышение И.В. Сталина. Экономические основы советского политического режима. Мировой экономический кризис 1929 г. и «великая депрессия». Дискуссии о тоталитаризме в современной историографии. Форсированная индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, ее экономические и социальные последствия. Попытки возврата к границам Российской империи: советско-финляндская война; присоединение Прибалтики, Бессарабии, Северной Буковины, Западной Украины.

5. Великая Отечественная война. Фронт и тыл.

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войнах. Общество в годы войны. Партизанское движение. Основные этапы военных действий. Начальный этап войны. Московская битва. Сражения весны – лета 1942 г. Сталинградская и Курская битвы, коренной перелом в ходе войны. «Десять сталинских ударов» - сражения 1944 г. Операция «Багратион». Завершающий этап войны. Взятие Берлина.

Советское военное искусство. Героизм советских людей в годы войны. Роль советского тыла. Государственный строй. Милитаризация аппарата. Управление экономикой в военное время. Влияние довоенной модернизации экономики на ход военных действий. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Тегеранская, Ялтинская, Потсдамская конференции.

6. Без срока давности: преступления гитлеровского нацизма на оккупированных советских территориях.

Идеологические основы нацистских преступлений против человечности на оккупированных территориях Советского Союза. Идея «обеспечения жизненного пространства» в идеологии Третьего Рейха. Нацистская политика «окончательного решения еврейского вопроса». Преступления против мирного населения на оккупированных советских территориях. Концентрационные лагеря. Карательные отряды, методы борьбы с партизанским движением. Использование труда советских граждан властями Германии. Деятельность гестапо на оккупированных территориях СССР. Понятие геноцида. Процессы против гитлеровских преступников. Харьковский трибунал. Нюрнбергский трибунал и его значение. Преступления японских оккупационных сил на территории СССР, Токийский трибунал.

7. СССР в 1945–1991 гг.

Восстановление народного хозяйства и ликвидация атомной монополии США. Влияние международной ситуации на направление развития экономики. Военно-промышленный комплекс. Власть и общество в первые послевоенные годы. Борьба за власть после смерти И.В. Сталина. Приход к власти Н.С. Хрущева. Попытки обновления социалистической системы. Экономические реформы 1950-1960-х годов, причины их неудач. Промышленность: снижение темпов модернизации. «Оттепель» в духовной сфере. Значение XX и XXII съездов КПСС.

Место СССР в послевоенном мире. Превращение США в сверхдержаву. Начало «холодной войны» и ее влияние на экономику и внешнюю политику. Распад колониальной системы. Создание НАТО и СЭВ. Формирование социалистического лагеря и ОВД. Создание и развитие международных финансовых структур (Всемирный банк, МВФ, МБРР). Военно-политические кризисы в рамках «холодной войны». Социалистический лагерь. Конфликты из-за различий в восприятии курса «десталинизации»: Венгрия, Польша, Китай, Албания. Либерализация внешней политики. Попытки диалога с Западом. Международные кризисы. Трансформация неоколониализма и экономическая глобализация. Интеграционные процессы в послевоенной Европе. Карибский кризис (1962 г.).

СССР в 1964–1985 гг. Теория развитого социализма. Роль сырьевых ресурсов. Стагнация в экономике и предкризисные явления в конце 70-х – начале 80-х гг. в стране. Зависимость от западных высоких технологий. Зависимость сельского хозяйства от государственных инвестиций. Попытки модернизации: реформа А.Н. Косыгина. Снижение темпов развития по отношению к западным странам. Ю.В. Андропов и попытка административного решения кризисных проблем.

Международное положение. Война во Вьетнаме. Арабо-израильский конфликт. Социалистическое движение в странах Запада и Востока. Попытки консервации существующего миропорядка в начале 70-х годов. «Разрядка». Улучшение отношений с

Западом. Хельсинские соглашения. Обострение отношений в конце 70-х — начале 80-х годов. Война в Афганистане. Заключительный этап «холодной войны».

Причины и первые попытки всестороннего реформирования советской системы в 1980-е гг. Цели и основные этапы «перестройки». «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР.

Внешняя политика СССР в 1985–1991 гг. Конец «холодной войны». Вывод советских войск из Афганистана. Распад СЭВ и кризис мировой социалистической системы. Крах биполярного мира. ГКЧП и крах социалистического реформаторства в СССР. Распад СССР. Образование СНГ.

8. Россия в конце XX – начале XXI в.

Изменения экономического и политического строя в России 1990-х гг. Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Резкая поляризация общества в России. Ухудшение экономического положения значительной части населения. Роль сырьевых ресурсов. Российская экономика в мировой экономической системе.

Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция РФ 1993 г. Система разделения властей. Президент. Государственная Дума. Принципы федерализма. Наука, культура, образование в рыночных условиях. Социальная цена и первые результаты реформ.

Военно-политический кризис в Чечне. Внешняя политика Российской Федерации в 1991–1999 г.

Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Президентские выборы 2000, 2004, 2008 и 2012 гг. Курс на укрепление государственности, экономический подъем, социальную и политическую стабильность, укрепление национальной безопасности.

Россия в мировых интеграционных процессах и формировании современной международно-правовой системы. Рецидивы «холодной войны». Место России в международных конфликтах начала XXI в. Россия и СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства. Конец однополярного мира. Повышение роли КНР в мировой экономике и политике. Расширение ЕС на восток. Роль Российской Федерации в современном мировом сообществе. Региональные и глобальные интересы России. Воссоединение Крыма с Россией и рост международной напряженности в 2010-х гг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

История России

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России.

Задачи дисциплины:

- Знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;
- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;

- понятия и термины, относящиеся к истории России;
- основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

уметь:

- Анализировать проблемы истории России, устанавливать причинно-следственные связи;
- анализировать и оценивать социальную и экономическую информацию;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее.

владеть:

- Общенаучными и специальными историческими методами, способами и средствами исследований в области отечественной истории;
- представлениями о событиях российской и всемирной истории, основанными на принципе историзма;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации.
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории России.

Темы и разделы курса:

1. История в системе социально-гуманитарных наук. Источниковедение и историография истории России

Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии. Основные направления современной исторической науки. Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории. Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации. Факторы исторического развития: природно-климатический, этнический, экономический, культурно-политический. Хронология и периодизация мировой истории, ее варианты и принципы выделения этапов истории человечества, концепции исторического развития

2. Восточные славяне. Древняя Русь. Русские земли в XII – первой трети XIII в.

Заселение Восточной Европы. Северное Причерноморье в I тыс. до н.э. – начале I тыс.н.э. Славяне и Великое переселение народов (IV–VI вв.). Славянские племена в Европе и их

соседи. Византия и народы Восточной Европы. Быт и хозяйство восточных славян. Общественные отношения и верования. Славянский пантеон и языческие обряды. Проблемы этногенеза и ранней истории славян в исторической науке.

Становление русской государственности. Формирование союзов племен. Вече и его роль в древнеславянском обществе. Князь и дружина. Торговый путь «из варяг в греки». Легенда о призвании варягов и ее исторические основания.

Первые русские князья и их деятельность: военные походы и реформы. Дань и данничество.

Образование Древнерусского государства. Эволюция древнерусской государственности в XI–XII вв.: от единовластия до междоусобицы. Древнерусский город. Военные, дипломатические и торговые контакты Руси и Византии в IX–X вв. Владимир Святой. Введение христианства и его культурно-историческое значение.

Средневековье как стадия исторического процесса в Западной Европе, на Востоке и в России: технологии, производственные отношения и способы эксплуатации, политические системы. Феодализм Западной Европы и социально-экономический строй Древней Руси: сходства и различия. Властные традиции и институты в государствах Восточной, Центральной и Северной Европы в раннем средневековье. Соседи Древней Руси в IX–XII вв.: Византия, славянские страны, Западная Европа, Хазария, Волжская Булгария. Международные связи древнерусских земель. Культурные влияния Востока и Запада.

Древнерусское государство в оценках современных историков. Дискуссия о характере общественно-экономической формации в отечественной науке.

Ярослав Мудрый. «Русская правда». Власть и собственность. Основные категории населения. Князь и боярство. Истоки русской культуры. Становление национальной культуры. Устное народное творчество. Славянская письменность. Древнерусская литература.

Причины раздробленности. Междоусобная борьба князей. Крупнейшие земли и княжества Руси, их особенности. Великий Новгород. Хозяйственное, социальное и политическое развитие. Владимиро-Суздальское княжество. Роль городов и ремесла. Политическое устройство. Галицко-Волынское княжество. Земледелие, города и ремесло. Роль боярства. Объединение княжества при Романе Мстиславиче и Данииле Галицком

3. Монгольское завоевание и иго. Русские земли в XIII–XIV веках

Общественно-экономический строй монгольских племен. Образование монгольской державы. Причины и направления монгольской экспансии. Улус Джучи. Ордынское нашествие на Русь. Образование Золотой Орды, ее социально-экономическое и политическое устройство. Русь под властью Золотой Орды. Александр Невский и Даниил Галицкий. Имперский порядок. Иго и дискуссия о его роли в становлении Русского государства. Исламизация Орды и православная церковь.

Агрессия крестоносцев в прибалтийские земли. Рыцарские ордены. Борьба народов Прибалтики и Руси против крестоносцев. Разгром шведов на Неве. Ледовое побоище. Объединение литовских земель и становление литовского государства. Русские земли в составе Великого княжества Литовского.

Восстановление экономического уровня после нашествия монголо-татар. Формы собственности и категории населения. Князь, боярство, дворянство. Город и ремесло. Церковь и духовенство, еретические движения.

Русь и Золотая Орда в XIV в.: борьба за великое княжение. Экономическое и политическое усиление Московского княжества. Борьба Москвы и Твери. Иван Калита. Дмитрий Донской и начало борьбы за свержение ордынского ига. Битва на Воже. Куликовская битва и ее значение. Обособление западных территорий Руси. Великое княжество Литовское и Польша. Особое положение Новгородской республики. Отношения с Москвой

4. Московское государство в XVI–XVII вв.

Усиление Московского государства. Завершение процесса собирания восточных русских земель. Иван III. Присоединение Новгорода и других земель. Битва на р. Угре. Образование единого Русского государства. Политический строй. Формирование органов центральной и местной власти. Судебник 1497 г. Боярская дума. Государев двор. Приказы. Испомещивание как форма оплаты труда «чиновников». Организация войска. Церковь и великокняжеская власть. Борьба иосифлян и нестяжателей. Нил Сорский и Иосиф Волоцкий. Церковный собор 1503 г.

Территория и население России в XVI в. Василий III и его политика. Елена Глинская. Боярское правление. Венчание на царство Ивана Грозного, формирование самодержавной идеологии. Избранная Рада и ее реформы. Земский собор. Судебник 1550 г. Церковь и государство. Стоглавый собор. Военные преобразования.

Основные направления внешней политики Ивана IV. Включение в состав Руси Казанского, Астраханского ханства и начало присоединения Сибири. Укрепление позиций России на Кавказе. Отношения с Крымским ханством. «Дикое поле». Казачество. Борьба за выход к Балтийскому морю. Ливонская война (1558–1583 гг.). Образование Речи Посполитой (1569 г.).

Опричнина и причины ее введения. Опричный террор. Социально-экономические и политические последствия опричнины.

Федор Иоаннович. Внешняя политика России в конце XVI в. Учреждение патриаршества. Строительство укреплений на южных и западных рубежах. Проблема престолонаследия. Борис Годунов и его политика. Учреждение патриаршества.

Экологический кризис и восстания начала XVII в. XVII век – эпоха всеобщего европейского кризиса. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. Начало Смуты. Самозванцы. Участие Польши и Швеции в Смуте. Семибоярщина. Интервенция. Первое и второе ополчения. Кузьма Минин и Дмитрий Пожарский. Земский собор 1613 г. и начало правления Романовых.

Территория и население России в XVII в. Внутренняя и внешняя политика первых Романовых. Соборное уложение 1649 г. Юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Городские восстания середины XVII столетия. Политический строй России. Развитие приказной системы. Падение роли Боярской думы и земских соборов. Особенности сословно-представительной монархии в России. Дискуссии о генезисе самодержавия. Реформы Никона и церковный раскол. Культурное и политическое значение. Крестьянская война под предводительством Степана Разина.

Основные направления внешней политики России в XVII в. Присоединение Левобережной Украины. Войны со Швецией и Турцией. Освоение Сибири и Дальнего Востока.

«Обмирщение» русской культуры в XVII в. Расширение культурных связей с Западной Европой. Создание школ. Славяно-греко-латинская академия. Новые жанры в литературе.

5. Россия и мир в XVIII–XIX веках: попытки модернизации и промышленный переворот

Процесс модернизации западного мира. Зарождение нового хозяйственного уклада в экономике. Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Развитие тяжелой и легкой промышленности. Создание Балтийского флота и регулярной армии. Церковная реформа. Провозглашение России империей. Усвоение европейской технической культуры и принципов эффективного государственного управления. Внешняя политика России при Петре I. Азовские походы. Великое посольство. Участие России в Северной войне. Ништадтский мир. Прутский поход. Укрепление позиций России в Причерноморье. Освещение петровских реформ в современной отечественной историографии.

Эпоха дворцовых переворотов. Екатерина I. Верховный Тайный совет. Петр II. «Затейка» верховников и воцарение Анны Иоанновны. Бироновщина. Политическая борьба и дворцовый переворот 1741 г. Социально-экономическая политика Елизаветы Петровны. Участие России в Семилетней войне. Правление Петра III. Дворцовый переворот 1762 г. и воцарение Екатерины II.

«Просвещенный абсолютизм» и его особенности в Австрии, Пруссии, России. Участие России в общеевропейских конфликтах — войнах за Польское и Австрийское наследство, в Семилетней войне. «Османский фактор» европейской политики; вклад России в борьбу с турецкой угрозой. Упрочение международного авторитета страны.

Екатерина II: истоки и сущность дуализма внутренней политики. «Просвещенный абсолютизм». Восстание под предводительством Емельяна Пугачева. Характер и направленность реформ Екатерины Великой. Новый юридический статус дворянства. Разделы Польши. Присоединение Крыма и ряда других территорий на юге. Внутренняя и внешняя политика Павла I. Русская культура в середине XVIII в. Идеи Просвещения и просвещенное общество в России. Достижения архитектуры и изобразительного искусства. Барокко и классицизм в России.

Территория и население империи. Особенности российской колонизации. Роль географического фактора в социально-экономическом и политическом развитии России. Национальный вопрос. Социальная структура. Дворянство. Духовенство. Городское население. Крестьянство. Казачество. Социальный и культурный разрыв между сословиями. Аристократическая культура и «культура безмолвствующего большинства».

Реформы начала царствования Александра I. Идейная борьба. М.М. Сперанский, Н.Н. Новосильцев, Н.М. Карамзин. Французская революция и её влияние на политическое и социокультурное развитие стран Европы. Отечественная война 1812 г. Россия в 1815–1825 гг. Конституционные проекты. Причины неудач реформ Александра I. А.А. Аракчеев. Военные поселения. Общественные движения и восстание декабристов. Значение победы России в войне против Наполеона и освободительного похода России в Европу для

укрепления международных позиций России. Российское самодержавие и «Священный Союз». Изменение политического курса в начале 20-х гг. XIX в.: причины и последствия.

Николай I. Смена политических приоритетов. Роль бюрократии. Официальный национализм. Консерватизм в государственно-правовой и идеологической сферах. Внутренняя политика Николая I. Российская правовая система. Свод законов Российской империи. Государство. Особенности российской монархии. Система министерств. Россия и христианские народы Балканского полуострова. Российская империя и мусульманские народы Кавказа. Кавказская война. Закавказье в политике Российской империи; борьба с Ираном за территории и влияние. Вхождение Закавказья в состав России. Россия и европейские революции 1830–1831 гг., 1848–1849 гг. Крымская война и крах «Венской системы».

Реформы Александра II. Крестьянский вопрос: этапы решения. Предпосылки и причины отмены крепостного права. Дискуссия об экономическом кризисе системы крепостничества в России. Отмена крепостного права и её итоги: экономический и социальный аспекты. Судебная, земская и военная реформы. Финансовые преобразования. Реформы в области просвещения и печати. Итоги реформ, их историческое значение. Либералы и консерваторы власти. Социалистические идеи в России. Российские радикалы: от нигилистов к бунтарям, пропагандистам и заговорщикам. От народнических кружков к «Народной воле». Правительственные репрессии и революционный террор. Убийство Александра II.

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Утверждение полиэтничного и поликонфессионального государства. Российская экономика конца XIX – начала XX вв.: подъемы и кризисы, их причины. Доля иностранного капитала в российской добывающей и обрабатывающей промышленности. Завершение промышленного переворота. Изменения социальной структуры общества в условиях индустриального развития. Кризис дворянства и крестьянства. Формирование новых социальных слоев. Буржуазия и пролетариат.

Консервативный курс Александра III. Ограничение реформ. Ужесточение цензуры. Сословная и национальная политика правительства. Общественное движение: спад и новый подъем.

Отмена условий Парижского мира. «Союз трех императоров». Россия и Восток. Россия и славянский вопрос. Русско-турецкая война 1877–1878 гг. и ее результаты. Россия и европейские державы. Присоединение Средней Азии.

Поиск национально-политической идентичности. Славянофилы. Западники. Правительственная идеология и рождение теории «официальной народности». Развитие науки и техники в России в первой половине XIX в. Открытия и технические изобретения. Литература и книгоиздание. Стили и направления в литературе: сентиментализм, романтизм, реализм. Музыкальная культура. Живопись: от классицизма к романтизму и реализму. Архитектура. Театр. Великие реформы и русская культура. Перемены в системе образования: училища, школы, гимназии, университеты. Развитие науки и техники. Золотой век русской литературы. Просвещенный дворянин и «дикий» помещик. Значение дворянской культуры в истории России.

6. Россия в эпоху великих потрясений: 1900-е – 1930-е гг.

Россия в начале XX в. Противоречия «русского капитализма». Русско-японская война. Революция 1905-1907 гг. Становление российского парламентаризма. Государственная дума и Государственный совет. Экономические реформы С.Ю. Витте и П.А. Столыпина. Россия в системе международных отношений.

Россия в Первой мировой войне. Кризис власти в годы войны и его истоки. Февральская революция. Временное правительство и Петроградский Совет. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Большеви́стская стратегия: причины победы. Октябрь 1917 г. Экономическая программа большевиков. Гражданская война и интервенция. Первые шаги советской власти. Становление новой правовой системы: от первых декретов до Конституции 1918 г. Экономические, социальные и политические аспекты политики «военного коммунизма». Кризис «военного коммунизма». Новая экономическая политика (нэп): сущность и направления. Гражданская война. Причины поражения антибольшевистских сил.

Основные направления общественно-политического и государственного развития СССР в 20–30-е годы. Возвышение И.В. Сталина. Форсированная индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, ее экономические и социальные последствия

7. Великая Отечественная война. Ничто не забыто: преступления гитлеровского нацизма на территории СССР

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войнах. Общество в годы войны. Партизанское движение. Основные этапы военных действий. Начальный этап войны. Московская битва. Сражения весны – лета 1942 г. Сталинградская и Курская битвы, коренной перелом в ходе войны. «Десять сталинских ударов» – сражения 1944 г. Операция «Багратион». Завершающий этап войны. Взятие Берлина.

Советское военное искусство. Героизм советских людей в годы войны. Роль советского тыла. Государственный строй. Милитаризация аппарата. Управление экономикой в военное время. Влияние довоенной модернизации экономики на ход военных действий. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Тегеранская, Ялтинская, Потсдамская конференции.

Идеологические основы нацистских преступлений против человечности на оккупированных территориях Советского Союза. Идея «обеспечения жизненного пространства» в идеологии Третьего Рейха. Преступления против мирного населения на оккупированных советских территориях. Понятие геноцида. Процессы против гитлеровских преступников. Харьковский трибунал. Нюрнбергский трибунал и его значение. Преступления японских оккупационных сил на территории СССР, Токийский трибунал.

8. СССР во второй половине XX в. Россия в конце XX – начале XXI вв.

Восстановление народного хозяйства. Власть и общество в первые послевоенные годы. Приход к власти Н.С. Хрущева. Попытки обновления социалистической системы. Экономические реформы 1950-1960-х годов, причины их неудач. «Оттепель» в духовной

сфере. Значение XX и XXII съездов КПСС. Место СССР в послевоенном мире. Начало «холодной войны» и ее влияние на экономику и внешнюю политику. Карибский кризис (1962 г.). СССР в 1964–1985 гг. Теория развитого социализма. Попытки модернизации: реформа А.Н. Косыгина. Международное положение СССР. Война в Афганистане. Заключительный этап «холодной войны».

Причины и первые попытки всестороннего реформирования советской системы в 1980-е гг. Цели и основные этапы «перестройки». «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР. Внешняя политика СССР в 1985–1991 гг. Конец «холодной войны». Распад СССР. Образование СНГ. Изменения экономического и политического строя в России 1990-х гг. Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция РФ 1993 г. Военно-политический кризис в Чечне. Внешняя политика Российской Федерации в 1991–1999 г. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Россия и СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства. Конец однополярного мира. Региональные и глобальные интересы России. Воссоединение Крыма с Россией и рост международной напряженности в 2010-х гг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Квантовая механика

Цель дисциплины:

Дать студентам знания в области описания различных квантовых физических явлений и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие и непротиворечивость системы постулатов, положенных в основу квантовой теории, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению.

Задачи дисциплины:

- Изучение свойств точно решаемых задач-моделей квантовомеханических систем;
- изучение приближенных методов решения задач квантовой механики;
- изучение методов описания сложных систем, в том числе систем тождественных частиц;
- овладение методами квантовой механики для описания свойств различных физических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Постулаты и принципы квантовой механики, методы описания квантовых систем, связь состояний и операторов с наблюдаемыми и измеряемыми величинами;
- основные свойства точно решаемых моделей квантовых систем;
- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений;
- методы описания сложных и незамкнутых квантовых систем;
- методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;
- методы описания рассеяния частиц; описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов.

уметь:

- Определять энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- определять средние значения (физические величины) квантовых систем, если известны их волновые функции;
- определять состояния и классифицировать энергетические спектры частицы в симметричных потенциалах, в частности, обладающих аксиальной и центральной симметрией;
- применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей прохождения в одномерных потенциалах;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;
- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможные оптические переходы между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний.

владеть:

- Основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

Темы и разделы курса:**1. Уравнение Шредингера и его свойства.**

Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представление. Временное уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности. Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Нормировка волновой функции в случае дискретного и непрерывного спектра. Стационарное уравнение Шредингера.

2. Нестационарная теория возмущений. Представление взаимодействия.

Представление взаимодействия. Хронологизованная экспонента. Теория квантовых переходов. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Переходы в двухуровневой системе. Переходы в непрерывном спектре. «Золотое правило» Ферми. Внезапные и адиабатические возмущения.

3. Стационарная теория возмущений. Метод функции Грина.

Теория возмущений для дискретного спектра. Критерий применимости. Метод функции Грина. Поправки к состояниям и уровням энергии. Случай вырожденных уровней энергии. Правильные волновые функции нулевого приближения. Теория возмущений для непрерывного спектра, борновское приближение в теории рассеяния.

4. Основы релятивистской теории.

Релятивистские волновые уравнения. Уравнение Клейна–Гордона–Фока. Уравнение Дирака. Матрицы Дирака и их свойства. Релятивистская инвариантность уравнения Дирака. Орбитальный, собственный и полный момент в теории Дирака. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней атома водорода.

5. Системы тождественных частиц. Сложный атом.

Описание сложных систем. Сложение моментов. Коэффициенты Клебша–Гордана. Принцип тождественности (неразличимости) микрочастиц. Симметрия волновой функции относительно перестановки тождественных частиц. Фермионы и принцип Паули. Детерминант Слэтера. Бозоны. Представление чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения. Основные операторы в представлении чисел заполнения.

Атом гелия. Обменное взаимодействие. Основное и возбужденное состояния атома гелия. Пара- и ортогелий.

Приближение центрального поля в атоме. Вариационный метод. Электронные конфигурации. Термы. Правила Хунда. Тонкая структура.

6. Система электрических зарядов во внешнем электромагнитном поле.

Уравнение Шредингера во внешнем электромагнитном поле. Уравнение Паули. Калибровочная инвариантность. Движение электрона в однородном магнитном поле. Уровни Ландау. Эффект Зеемана.

7. Теория электромагнитного излучения.

Квантование свободного электромагнитного поля. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным излучением. Спонтанное и вынужденное излучение фотонов. Правила отбора.

8. Теория рассеяния.

Сечение рассеяния. Амплитуда рассеяния. Упругое рассеяние. Метод парциальных волн в теории рассеяния, амплитуда и фазы рассеяния. Оптическая теорема. Рассеяние тождественных частиц.

9. Сложение моментов.

Полный момент релятивистской частицы. Коэффициенты Клебша–Гордана.

10. Приём заданий.

11. Временная эволюция физической системы

Представление Шредингера и представление Гайзенберга. Гайзенберговские уравнения движения. Квантовые скобки Пуассона.

Фундаментальные коммутационные соотношения. Интегралы движения в квантовой теории. Теоремы Эренфеста.

12. Симметрии в квантовой механике и законы сохранения.

Инвариантность квантово-механической системы относительно групп преобразований. Симметрии физической системы и законы сохранения.

Группа пространственных трансляций и закон сохранения импульса. Группа временных трансляций и закон сохранения энергии. Группа трехмерных вращений и закон сохранения орбитального момента. Неприводимые представления группы трехмерных вращений. Спин и полный момент. Группа пространственной инверсии и закон сохранения четности. Группа обращения времени.

13. Теория углового момента и спина электрона

Угловой момент в квантовой механике. Операторы момента количества движения и квадрата момента. Собственные значения и собственные функции. Оператор конечных вращений.

Оператор спина. Матрицы Паули и их свойства. Спиновая волновая функция. Методы измерения спина.

14. Задача двух тел. Движение в поле центрально-симметричного потенциала.

Задача двух тел в квантовой механике. Центральное поле, разделение переменных. Радиальное уравнение Шредингера. Пространственно-изотропный осциллятор. Водородоподобный атом. Энергетический спектр, волновая функция. Вырождение.

15. Квазиклассическое приближение.

Предельный переход к классической механике. Волновая функция в квазиклассическом приближении. Метод ВКБ. Правило квантования Бора–Зоммерфельда. Фазовый объем, приходящийся на одно состояние. Прохождение сквозь потенциальный барьер (туннельный эффект). Элементарная теория распада.

16. Атом водорода.

Атомная система единиц. Энергетический спектр. Радиальные волновые функции. Кратность вырождения уровней.

17. Теория линейного гармонического осциллятора.

Энергетический спектр. Собственные функции гармонического осциллятора в координатном представлении.

18. Приём заданий.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Китайский язык

Цель дисциплины:

Формирование и развитие социальных, деловых, межкультурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

Задачи дисциплины:

Сформировать способность обучающегося к чтению научных и технических текстов различной степени полноты и точности понимания: просмотровому (предполагает ознакомление с общей проблематикой текста и способность кратко изложить затронутые в нем темы); ознакомительному (предполагает умение вычлнить основные повествовательные блоки и изложить суть посылок и выводов автора, понимание на уровне 70% информации); изучающему (предполагает абсолютное и исчерпывающее понимание содержания текста); а также к решению языковыми средствами коммуникативных задач в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлению межличностного и профессионального общения на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка; умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Читательскую компетенцию: способность к корректному извлечению информации из текста.

Профессионально ориентированную читательскую компетенцию: способность к пониманию и обработке текстовой информации профессиональной направленности.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- особенности использования изучаемого языка в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- основную лексику, терминологию китайского языка, относящуюся к научно-технической сфере;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации в научной среде;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- принципы поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни китайскоязычных стран;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения;

уметь:

- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты профессиональной (научно-технической) направленности;
- устно и письменно реализовывать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять общую тематику научного текста, конспектировать, излагать основную идею, ход рассуждения автора и основные выводы;
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных китайскоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- передавать на русском языке содержание китайскоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры в академической / профессиональной среде;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения профессионально-ориентированного содержания на китайском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;

- описывать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме на китайском языке.

владеть:

- лексико-грамматической базой для осуществления коммуникации в научно-технической профессиональной и академической среде;
- навыками чтения научно-технической литературы на китайском языке;
- навыками перевода научно-технической литературы с китайского языка на русский;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей на китайском языке;
- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры в академической среде;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.
- различными видами чтения (просмотровое, ознакомительное, изучающее) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками составления выступления с докладом, написания научной статьи.

Темы и разделы курса:

1. Тема 3. Знакомство с интернетом, сайтом университета. Знакомство с иностранными коллегами, обсуждение учебы. Гаджеты

Интернет, сайт, веб-адрес, страница, личный кабинет, логин, пароль, университет; компьютер, телефон, планшет, ноутбук.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положен и е отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne. Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. Вопросительные предложения с вопросительными местоимениями. Порядок слов в вопросительном предложении с вопросительным местоимением. Предложение с глагольным сказуемым (глаголом действия в позиции комментария). Наречия 也 yě и 都 dōu, их место в предложении относительно сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, описывающие работу с гаджетами и интернет-сайтом.

Письмо: основные правила каллиграфии, основы иероглифики, овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание небольших письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

2. Тема 4. Знакомство с кампусом, местонахождение объекта в пространстве, стороны света. Лаборатория. Точные науки

Ориентирование в кампусе, расположение объектов внутри и снаружи студенческого городка. Указание направлений движения, сторон света, описание взаиморасположения объектов в пространстве. Изучение различных наук в университете.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение

местоположения и направления движения, о том как проехать/пройти и на каких видах транспорта; где найти нужный предмет в помещении.

Л е к с и ч е с к а я сторона речи: устойчивые выражения, названия сторон света, послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения, виды транспорта, направления движения.

Г р а м м а т и ч е с к а я сторона речи: Предложения наличия и обладания с глаголом 有 yǒu. Глаголы (глаголы-предлоги) в позиции предлога в китайском языке. Послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения (前边qiánbiān, 后边hòubiān, 上边shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在zài, глагол 有yǒu, связка 是shì). Односложный дополнительный элемент направления (модификатор, (полу)суффикс глагола движения) 来láí / 去qù. Удвоение прилагательных, двусложные прилагательные в позиции определения.

П и с ь м о: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Тема 5. Настоящее, прошедшее, будущее время. Точное время. Натуральные числа. Двухзначные, многозначные числа в китайском языке. Разряды и классы чисел.

Н а с т о я щ е е , прошедшее, будущее время. Временные промежутки. Указание точного времени по часам. Натуральные числа. Двухзначные, многозначные числа в китайском языке. Десятки, сотни, тысячи, десятки тысяч (вань). Разряды и классы чисел. Перевод числительных. Дробные числа.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, относящиеся к сфере числительных, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, включающие числительные, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной, рассказ о планах на будущее.

П р о и з н о с и т е л ь н а я сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации

китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Л е к с и ч е с к а я сторона речи: Использование числительных в речи, правила и способы выражения многозначных чисел, числительные от 1 до 100 000 000. Числительные количественные и порядковые, дни недели, д а т ы , точное время.

Г р а м м а т и ч е с к а я сторона речи: Выражение значения действия, имевшего место в неопределенное время в прошлом (суффикс 过 guo). Отрицательная форма глаголов с суффиксом 过 guo. Показатель состоявшегося действия суффикс 了 le; модальная частица 了 le. Отрицание в предложениях с суффиксом 了 le и модальной частицей 了 le. Употребление модальных глаголов 想 xiǎng, 要 yào, 会 huì, 能 néng, 可以 kěyǐ и др. и их значения. Отрицательная форма модальных глаголов. Выражение значения продолженного действия / вида. Употребление наречий 正 zhèng, 在 zài, комбинации 正在 zhèngzài и модальной частицы 呢 ne для передачи значения продолженного действия. Выделительная конструкция 是...的 shì ...de.

4. Тема 6. Финансы. Проценты, арифметические действия. Целые и дробные числа

Д е н ь г и , денежные единицы, целые и дробные числа, проценты, простые арифметические действия, решение примеров и задач.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах, передача числовой информации, вопросы и ответы цене товара, о скидках, умение проговаривать на китайском языке арифметические примеры, понимание и решение арифметических задач.

П р о и з н о с и т е л ь н а я сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Л е к с и ч е с к а я сторона речи: Названия основных арифметических знаков, названия арифметических действий, лексика, касающаяся дробных чисел и процентов. Вопросительные слова к числительным.

Г р а м м а т и ч е с к а я сторона речи: правила использования числительных, счетных слов (классификаторов), выражение процентов и дробей при помощи 之.

5. Тема 7. Поиск в И н т е р н е т е . Интернет сайты. Онлайн покупки

О н л а й н -торговля. Покупки товаров онлайн. Поиск в Интернете, доставка из интернет-магазинов, поисковая строка, выдача, регистрация на сайте, выбор товара, одежда, обувь, цвет, размер..

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: Умение вести онлайн-переписку с продавцом о выборе цвета одежды, о предпочтениях, общей стоимости, скидках; оставлять отзыв о купленном товаре, преимуществах и недостатках. Покупка одежды/обуви. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Г р а м м а т и ч е с к а я сторона речи: правила использования числительных — количественных и порядковых, многозначных чисел, использование счетных слов (классификаторов), проценты, дроби, вопросительные слова 几, 多少. Альтернативный вопрос с союзом 还是. Выраж е н и е «слегка» 有点儿... / ...一点儿.

6. Тема 8. Зарубежные поездки.

П р и г л а ш е н и е на конференцию, обсуждение темы доклада, оформление визы, бронирование отелей и билетов онлайн, разговор по телефону, посещение достопримечательностей.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: осуществ л я т ь коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему предстоящей командировки; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; описывать географическое положение городов и стран; описывать процедуру бронирования г о с т и н и ц, хостелов, описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы. Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов — купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без м е с т а . Научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет, сдать билет.

Г р а м м а т и ч е с к и е задачи: выражения скорого свершения события 快要... 了, 就要... 了. Глаголы 打算, 安排, существительное 计划. Связки 先... 再 / 后 / 然后, выражения смены действий ... 了, 就... Наречия 再, 又. Результативные морфемы 好, 错 · 到 · 完.

7. Тема 1. Посещение библиотеки, электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме

П о с е щ е н и е библиотеки, устройство библиотеки, диалог с библиотекарем, читательский билет, правила посещения б и б л и о т е к и и читального зала. Электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах — вопрос о наличии нужной книги, просьба о помощи в поиске книги по теме, диалог с б и б л и о т е к а р е м, как взять и сдать книгу, умение указать сроки сдачи.

Г р а м м а т и ч е с к и е задачи: наречия 就 / 才, результативные морфемы 到, 完, 好. Модификаторы направления 来 / 去.

8. Тема 2. Китайская и западная медицина

Р а з г о в о р о проблеме здоровья и заботы о нем, самочувствия (части тела), медицинских услуг. Строение организма, лечение, лекарства, китайская и западная медицина.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи:

О с у щ е с т в л я т ь коммуникацию в устной и письменной формах: разговор с врачом, описание жалоб на здоровье, состояние организма, п р о х о ж д е н и е медосмотра, получение лечения, покупка выписанных лекарств, прием лекарств по графику. Особенности лечения в китайской и европейской медицине.

Г р а м м а т и ч е с к и е задачи: дополнение длительности, дополнение кратности, 有点儿。

9. Тема 3. Бытовая техника

О б с у ж д е н и е пищевых предпочтений и их пользы/вреда для организма. Пищевая и энергетическая ценность продуктов питания, способы приготовления блюд, названия бытовых приборов.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждение вкусовых предпочтений собеседника — мясоедение, вегетарианство, витамины, КБЖУ. Обсуждение рецептов приготовления любимых блюд. Кухонная бытовая техника — микроволновка, рисоварка, плита, духовой шкаф, холодильник и т.д.

Г р а м м а т и ч е с к и е задачи: сравнительные конструкции с предлогами 比, 有 / 没有, 跟.... 一样.

10. Тема 4. Геометрические фигуры, формулы, графики

О б ь я с н е н и е и проговаривание простейших арифметических действий, описание формул, графиков, названия геометрических фигур, теоремы и доказательств а .

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по математике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, математические обозначения, задачи, примеры, теоремы и т.д.

11. Тема 5. Физика, основные понятия и законы

О с н о в н ы е законы физики, постоянные, переменные, формулы, задачи. Ученые и теории.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по физике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, обозначения, объяснить явления с помощью законов физики.

12. Тема 6. Космос. Космическая программа Шэньчжоу. Ракета-носитель Чанчжэн. Лунная программа «Чан Э»

К о с м о с , звезды, планеты. Космическая программа Китая. Космические ракеты и модули. Лунная программа «Чан Э». Чан Э как мифологический персонаж.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о достижениях человечества в области освоения космоса. Первый человек в космосе и в открытом космосе. Первый человек на Луне. Китай в космосе. Китай на Луне. Ракеты и спутники. Развитие коммерческого запуска спутников.

13. Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра

История развития естественных наук и научные открытия. Новые направления в науке. Естественные и гуманитарные науки в современном мире. Знаменитые ученые. Наши современники, лауреаты нобелевской премии и их открытия. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата. Открытия и изобретения конца нового времени. Научные сенсации и технический прогресс. Процесс технологизации науки.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся истории науки, развитие навыков чтения текстов о науке, о истории науки, современном состоянии науки и ее развитии, о роли науки в жизни общества, о научных открытиях, новых направлениях в науке; о влиянии научных открытий на мировоззрение человека.

14. Тема 2. Китайская наука и европейская наука

Научные открытия китайских и европейских ученых. Китайские и европейские изобретения. Современная китайская наука. Взаимосвязь науки и техники и их взаимосвязь. Техника как прикладная наука. Корреляция научного и технического мышления в Европе и в Китае.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся китайской науки, развитие навыков чтения текстов о китайской науке, китайских изобретениях, современном состоянии китайской науки и ее развитии, о роли китайской науки в мире. Лаборатории, научные центры на территории Китая; проект постройки самого мощного адронного коллайдера в Китае.

15. Тема 3. Пандемия и вакцинация, создание вакцины, история вакцинации

Болезни, эпидемии, пандемии. Эпидемии в истории человечества. Эпидемии XX-XXI вв. Пандемия SarsCov-2, ее влияние на мировую экономику, медицину и науку. Вакцинация, история вакцинации, вакцины от коронавируса.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся болезней, эпидемий, пандемий; истории вакцинации, технологии создания вакцин в XX и в XXI вв.

16. Тема 4. Проблемы экологии, глобальные последствия, способы решения

Экологические проблемы России, Китая, глобальные экологические проблемы. Последствия и прогнозы. Способы борьбы с мусором, пластиком, CO₂, глобальным потеплением.

Л е к с и ч е с к и е задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся экологии, загрязненности воздуха, воды, почвы, глобального потепления, зеленой энергии, борьбы с пластиком и т.д.

17. Тема 5. Цифровые технологии, информационная безопасность, искусственный интеллект

И с т о р и я развития цифровых технологий в Европе и в Китае. Интернет в Китае. Политика информационной безопасности в Китае. Искусственный интеллект на службе у государства.

Л е к с и ч е с к и е задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся цифровых технологий, интернет-технологий, ИИ, политики кибербезопасности.

18. Тема 6. Научная коммуникация, научные центры, лаборатории, научные конференции.

С р е д с т в а популяризации науки. Научная коммуникация. Авторское право и интеллектуальная собственность. СМИ, научная журналистика. Популяризация науки в Интернете. Цифровые и интернет-технологии на службе у научных сообществ. Научные конференции онлайн и офлайн, симпозиумы, конгрессы. Открытые лекции и выступления ученых.

Л е к с и ч е с к и е задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся - жизни научных сообществ — конгрессы, конференции, симпозиумы, семинары, лекции, публикации; - средств популяризации науки; авторского права на научные исследования и произведения; научной журналистики и ее роли в популяризации науки; популяризации науки в Интернете, СМИ

19. Тема 7. Изобретения и научные открытия, которые изменили мир

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Л е к с и ч е с к и е задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся открытий и изобретений, случайных открытий, инсайтов, креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

20. Тема 8. Исследование: цель, проблема, объект и предмет

В и д ы исследований: фундаментальное исследование, прикладное исследование, междисциплинарное исследование, междисциплинарное исследование. Этапы научного исследования и их краткое содержание. Выбор темы исследования. Определение объекта и предмета исследования. Определение цели и задач. Разработка гипотезы. Составление плана исследования. Работа с литературой.

Л е к с и ч е с к и е задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся этапов научного исследования, выбора темы исследования, его объекта и предмета, цели и задач; выдвижения гипотезы исследования; составления плана исследования, формирования библиографического списка по исследуемой проблеме.

21. Тема 1. Подбор и анализ научно-технических текстов

В ы б о р темы исследования, ключевые слова, поиск и подбор научно-исследовательских материалов по выбранной теме.

Л е к с и ч е с к и е задачи: наработка лексики по выбранной теме, отбор ключевых слов, поиск исследований по ключевым словам, умение определить методом ознакомительного чтения соответствие найденных статей выбранной теме.

22. Тема 2. Гипотеза и эксперимент, принципы аргументации

В ы д в и ж е н и е гипотезы своего исследования, дизайн эксперимента, аргументация.

Л е к с и ч е с к и е задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для выдвижения гипотезы своего исследования, использование наработанной лексики для описания дизайна эксперимента, умение составлять краткое описание целей и ожидаемых результатов эксперимента, умение вести научную аргументацию для подтверждения/опровержения гипотезы.

23. Тема 3. Принципы написания аннотации и введения к работе на китайском языке

О п и с а н и е актуальности темы, объекта, предмета исследования, цели и задач исследования, гипотезы исследования, методов исследования, научной новизны.

Л е к с и ч е с к и е задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления введения научной статьи, а также составления аннотации к статье.

24. Тема 4. Составление презентации и выступления для «научной конференции» по выбранной теме

Н а п и с а н и е речи выступления для научной конференции, семинара, защиты диплома, проекта и проч. Составление презентации.

Л е к с и ч е с к и е задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления написания тезисов, плана доклада, речи выступления для научной конференции, защиты диплома, умение выделять опорные пункты доклада, расставлять интонационные акценты и паузы, составление презентации,

25. Модуль 1 Китайский язык для специальных целей. Вводный курс

26. Тема 1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Общие сведения о грамматике китайского языка.

О з н а к о м л е н и е с основами произносительной базы китайского языка (путу н х у а) и основными правилами каллиграфии и иероглифики, а также актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; учас т в о в а т ь в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

П р о и з н о с и т е л ь н а я сторона речи: звуко-буквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех з в у к о в китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений.

Г р а м м а т и ч е с к а я сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросител ь н ы е (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложение с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария).

27. Тема 2. Информационные носители.

Ф л е ш к и , диски, карты памяти, дискеты.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: воспринимать на слух и в о с п р о и з в о д и т ь слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запраши в а е м у ю информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичн ы е тексты различных стилей с использованием

различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有 有. Отрицательные предложения с частицами 没, 不.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

28. Модуль 2. Китайский язык для специальных целей. Продолжающий уровень

29. Модуль 3. Китайский язык для специальных целей. Чтение научно-технического текста

30. Модуль 4. Китайский язык для специальных целей. Написание научно-технического текста

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Колмогоровская сложность и её приложения

Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и структур алгоритмической теории информации, а также анализ основ теории вероятностей на основе понятия колмогоровской сложности.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области алгоритмической теории информации и приложений колмогоровской сложности;
- приобретение теоретических знаний в области алгоритмического подхода к теории информации и теории вероятностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических задач по колмогоровской сложности и алгоритмической теории информации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, алгоритмической теории информации (АТИ);
- современные проблемы соответствующих разделов алгоритмической теории информации (АТИ);
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла АТИ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач алгоритмической теории информации (АТИ).

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач АТИ;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач АТИ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области АТИ в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач АТИ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов АТИ;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Основы теории алгоритмов. Простая колмогоровская сложность. Колмогоровский сложностной подход к обоснованию теории вероятностей.

Алфавиты, конструктивные объекты, их примеры. Понятие алгоритма, вычислимые функции. Формализация понятия алгоритма: частично-рекурсивные функции, машины Тьюринга и др. Идея построения универсальной машины Тьюринга. Универсальная функция.

Простая колмогоровская сложность. Теорема инвариантности (теорема существования). Простейшие свойства колмогоровской сложности. Невычислимость сложности. Верхние оценки сложности. Несжимаемые последовательности. Сложность пары конечных объектов. Условная сложность. Теорема Колмогорова–Левина о сложности пары. Количество информации. Свойство симметричности функции информации. Энтропия Шеннона. Связь сложности и энтропии Шеннона.

Колмогоровский сложностной подход к обоснованию теории вероятностей. Разбиения конечного множества. Дефект случайности по Колмогорову. Определение случайной конечной последовательности по Колмогорову. Бернуллиевские последовательности по Колмогорову. Стохастические по Колмогорову последовательности. Существование нестохастических последовательностей. Колмогоровская достаточная статистика. Как возникают распределения вероятностей.

2. Случайность по Мартин-Лефу. Префиксная сложность. Монотонная сложность. Универсальное прогнозирование.

Конструктивный анализ теории вероятностей. Пространство бесконечных двоичных последовательностей, задание мер на нем. Вычислимые меры. Эффективно нулевые множества. Существование максимального по включению эффективно-нулевого множества. Случайность по Мартин-Лефу. Дефект случайности. Логика теории вероятностей. Законы теории вероятностей, их формулировки для индивидуальных случайных последовательностей. Закон больших чисел и закон повторного логарифма.

Префиксная сложность, ее существование и свойства. Перечислимые множества и предельно вычислимые функции. Априорная полумера на конечных последовательностях и ее связь с префиксной сложностью. Префиксные машины Тьюринга (машины с самоограниченным входом). Соотношение между префиксной и простой колмогоровской сложностью. Условная префиксная сложность. Представление префиксной сложности пары. Количество информации и префиксная сложность. Симметричность функции информации.

Монотонная сложность, ее существование. Вычислимые монотонные операции на последовательностях. Соотношение между монотонной, префиксной и простой колмогоровской сложностями. Эквивалентные определения случайной по Мартин-Лефу последовательности с помощью префиксной и монотонной сложности (теорема Левина–Шнора).

Априорная перечислимая полумера на последовательностях, ее построение и свойства. Связь с монотонной сложностью. Определение случайной последовательности с помощью априорной полумеры. Перечислимые снизу супермартингалы. Вычислимые мартингалы.

3. Алгоритмический вариант закона повторного логарифма. Эргодическая теория. Эффективная эргодическая теорема Бирггофа.

Алгоритмическое доказательство закона повторного логарифма.

Эргодическая теория. Теорема Пуанкаре о возвращении.

Алгоритмический анализ сходимости в теореме Биркгофа.

Алгоритмическое доказательство эргодической теоремы Биркгофа.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Комбинаторные аспекты теории информации

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями комбинаторных аспектов теории информации в приложении их к задачам дискретной математики. Это комбинаторные аспекты формальных языков, каналов связи и кодирования комбинаторных объектов, производящие функции, информация и энтропия.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области комбинаторных аспектов теории информации;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области комбинаторных аспектов теории информации;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории дискретной математики - комбинаторных аспектов теории информации;
- современные проблемы соответствующих разделов дискретной математики - комбинаторных аспектов теории информации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла «Комбинаторные аспекты теории информации»;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной математики - комбинаторных аспектов теории информации.

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач комбинаторных аспектов теории информации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач комбинаторных аспектов теории информации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области комбинаторных аспектов теории информации в устной и письменной форме.
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач комбинаторных аспектов теории информации;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач комбинаторных аспектов теории информации (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов комбинаторных аспектов теории информации;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации;
- набором тестовых задач комбинаторных аспектов теории информации, могущих служить дорожной картой для ориентации в достаточно широком круге проблем.

Темы и разделы курса:

1. Задачи дискретного анализа, связанные с представлением информации
 1. Информация и алгоритм. Объекты, информационные объекты. Проблемы представления информации. Примеры.
 2. Требования к кодам объектов. Признаковое кодирование и тесты. Связь языка признаков с булевыми функциями и проблемой выполнимости. Примеры нахождения значения и оценок длины минимального теста для $(0,1)$ -матриц. Теорема о длине минимального теста для «почти всех» матриц заданного размера.
 3. Множества и характеристические векторы. Экстремальные проблемы теории конечных множеств.

4. Кодирование слов. Сравнение слов. Колмогоровская сложность. Теорема об алгоритмической невычислимости функции, измеряющей сложность слова относительно какой-нибудь универсальной МТ.
 5. Производящие функции. Свойства функционала coeff. Примеры.
 6. Примеры кодирования слов. Сериальное кодирование. Комбинаторные задачи, связанные с сериальным кодированием. Кодирование натуральных чисел. Коды Элайеса и Левенштейна.
2. Задачи дискретного анализа, связанные со словарной моделью анализа информации
7. Слова и фрагменты. Комбинаторные задачи, связанные со свойствами фрагментов в словах и их количеством.
 8. Проблема восстановления объекта по частичной и/или неполной информации. Словарная модель анализа информации.
 9. Логический перманент. Алгоритм построения класса эквивалентности двоичного слова.
 10. Биномиальные коэффициенты от слов.
 11. Распознавание слов по подсловам. Условия однозначности распознавания. Биномиальные коэффициенты и позиции единиц в слове.
3. Задачи дискретного анализа, связанные с измерением информации
12. Префиксное кодирование. Алгоритм дешифруемости.
Префиксные коды и q-арные деревья. Примеры.
 13. Неравенство Крафта. Теорема о существовании дешифруемого префиксного кода.
 14. Стоимость кодирования. Кодирование случайного источника. Энтропия по Хартли и энтропия по Шеннону. Соотношение между ними. Некоторые свойства энтропии по Шеннону.
 15. Комбинаторные задачи и «энтропийные рассуждения».
 16. Первая теорема Шеннона.
 17. Примеры алгоритмов «сжатия» информации: алгоритм Шеннона–Фано, алгоритм Хаффмена, блочные коды, арифметические коды. Оптимальность алгоритма Хаффмена.
 18. Теорема Шеннона для блочных кодов. Альтернативные формулировки теоремы.
4. Задачи дискретного анализа, связанные с восстановлением искаженной информации
19. Модель передачи информации по каналу с шумом. Типы каналов с шумом. Примеры кодов, исправляющих выпадения, вставки и замены одиночных символов.

20. Двоичный симметричный канал. Принцип наибольшего правдоподобия. Принцип избыточности. Алгоритм исправления ошибок на основе таблицы декодирования.
21. Корректирующие способности кодов. Теоремы Хэмминга, Джоши, Плоткина и Варшамова–Гильберта.
22. Комбинаторные проблемы, связанные со свойствами булева куба и расположением объектов в булевом кубе.
23. Доказательство второй теоремы Шеннона.
24. Примеры кодов. Линейные коды. Спектр. Теорема Мак-Вильямс (без доказательства). Коды Хэмминга и МакДональда и их свойства.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Компьютерные системы поддержки принятия решений

Цель дисциплины:

изучение современных компьютерных технологий предназначенных для обработки и хранения больших объемов информации.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области методов компьютерных систем поддержки и принятия решений (СППР);
- понимание студентами архитектуры систем управления базами данных на примере Oracle RDBMS и Microsoft SQL Server;
- формирование навыков работы с PL/SQL и Transact-SQL основным инструментарием для манипулирования с данными в базах Oracle и Microsoft;
- формирование навыков работы с многомерными данными и освоение концепции хранилища данных
- понимание недостатков реляционной модели и изучение основных тенденций развития в области баз данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- архитектуру современного сервера баз данных;
- основные проблемы, возникающие в больших базах данных, и способы, позволяющие их преодолевать;
- методы и подходы при создании систем поддержки и принятия решений;
- программные средства для работы с системами поддержки и принятия решений;
- основных тенденции развития в области больших баз данных.

уметь:

- работать с системами управления баз данных Oracle RDBMS и Microsoft SQL Server;

- делать качественные и количественный анализ информационной среды, на основе которого использование многомерной модели данных становится эффективно;
- строить информационное хранилище данных;
- проводить многомерный анализ данных.

владеть:

- программным инструментарием доступа к данным PL/SQL и Transact-SQL;
- навыками работы с инструментарием многомерного анализа данных - опцией Oracle OLAP и службой SQL Server 2008 Analysis Services
- навыками работы с инструментарием для создания и поддержки хранилища данных - Oracle Warehouse Builder и SQL Server 2008 R2 Data Warehousing Datasheet.

Темы и разделы курса:

1. Основные проблемы, которые возникают в больших базах данных и способы их решения.

Базовые понятия реляционной модели данных.

2. Целостность реляционных данных.

Реляционная алгебра

3. Нормальные формы отношений

Транзакции и целостность баз данных

4. Структуры хранения в современном сервере баз данных и отношения между ними

Содержание и использование словаря данных

5. Анатомия транзакции. Что происходит в Oracle rdbms и Microsoft SQL Server при выполнении транзакции.

Классификация объектов в современном сервере баз данных.

6. Производительность сервера базы данных, методы диагностики, способы повышения.

Понятие и архитектура системы поддержки принятия решений

7. Понятие и модель данных OLAP

Клиентские и серверные OLAP средства

8. Архитектура серверов баз данных Oracle rdbms и Microsoft SQL Server

Структуры хранения в современном сервере баз данных и отношения между ними.

9. Содержание и использование словаря данных

Анатомия транзакции. Что происходит в Oracle rdbms и Microsoft SQL Server при выполнении транзакции.

10. Классификация объектов в современном сервере баз данных.

Oracle PL/SQL и Microsoft Transact-SQL основные инструменты для манипулирования с данными

11. Понятие и архитектура системы поддержки принятия решений.

Технические аспекты многомерного хранения данных

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Компьютерный анализ разностных схем для задач математической физики

Цель дисциплины:

изучение физических основ сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), его возможностей и ограничений свойственных СЗМ.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области численного решения задач математической физики;
- приобретение теоретических знаний в области разработки и анализа разностных схем, записанных на динамически адаптирующихся сетках;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и вычислительных исследований в области решения уравнений математической физики;
- приобретение навыков работы на отечественной и импортной вычислительной технике.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- формализовать теоретическую проблему, найти способ и алгоритм её решения;
- современные проблемы физики, математики, вычислительной математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современных вычислительных комплексах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение расчета.

владеть:

- математическим моделированием физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современных вычислительных комплексах.

Темы и разделы курса:

1. Динамическая адаптация в проблемах газовой динамики.

Динамическая адаптация в проблемах газовой динамики. Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) . Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение. Задача об ускоряющемся поршне. Лабораторная работа.

2. Динамическая адаптация в проблеме Бюргерса.

Динамическая адаптация в проблеме Бюргерса. Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) . Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение. Лабораторная работа.

3. Динамическая адаптация в проблеме фазовых превращений.

Динамическая адаптация в проблеме фазовых превращений Классическая задача Стефана. Многофронтные задачи. Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) .

Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение. Лабораторная работа.

4. Динамическая адаптация для системы уравнений в частных производных II-го порядка.

Динамическая адаптация для системы уравнений в частных производных II-го порядка. Проблема горения. Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) . Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение. Лабораторная работа.

5. Динамическая адаптация для уравнений в частных производных II-го порядка.

Динамическая адаптация для уравнений в частных производных II-го порядка.

Проблема нелинейного теплопереноса.

Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) .

Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение.

6. Динамическая адаптация для уравнений в частных производных I-го порядка.

Динамическая адаптация для уравнений в частных производных I-го порядка.

Проблема нелинейного переноса. Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) .

Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение. Лабораторная работа.

7. Динамическая адаптация для уравнения Бакли-Левретта.

Динамическая адаптация для уравнения Бакли-Левретта. Постановка задачи в эйлеровых (x,t) переменных и в переменных произвольной нестационарной системы координат (q, \square) .

Разностная аппроксимация, первое дифференциальное приближение. Лабораторная работа.

8. Динамически адаптирующиеся сетки.

Принципы построения динамически адаптирующихся к решению расчетных сеток.

Выбор функции преобразования в нестационарных уравнениях математической физики.

Принцип квазистационарности.

Диффузионное приближение, метод демпфирующих коэффициентов.

9. Обзор методов адаптации и сравнение их с методом динамической адаптации.

Обзор методов адаптации и сравнение их с методом динамической адаптации.

10. Основные понятия разностных схем.

Системы координат. Преобразование координат. Произвольная нестационарная система координат.

Исследование качества разностных схем с помощью дифференциального приближения.

Диссипация, дисперсия и диффузия разностных схем.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Конструирование оптимизирующих компиляторов

Цель дисциплины:

- изучение основ построения оптимизирующих статических и динамических компиляторов современных языков программирования, учитывающих особенности архитектур современных компьютеров.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области оптимизирующей компиляции программ;
- приобретение теоретических знаний в области теории графов, теории решеток, методов сбора статистики, используемых при разработке методов анализа и трансформации программ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований и разработок в областях, использующих компиляторные технологии;
- приобретение навыков работы на современных неоднородных распределенных компьютерных системах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, теории современного системного программирования;
- структуру и состав современных оптимизирующих компиляторных сред (примеры – GCC, LLVM и др.);
- цели, задачи и методы машинно-независимой, машинно-ориентированной статической и динамической оптимизации программ в процессе их компиляции;
- принципы применения компиляторных сред для решения других задач программной инженерии: выявление дефектов и аудит программ, запутывание программ и др.

уметь:

- разрабатывать, обосновывать и реализовывать новые методы и алгоритмы машинно-независимой оптимизации программ;
- разрабатывать и реализовывать новые языки и их оптимизирующие компиляторы для новых архитектур процессоров, в том числе специализированных;
- применять компиляторные методы и компиляторные среды для решения задач обратной инженерии, защиты программного кода, обнаружения дефектов в программах и др.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- культурой разработки и реализации системного программного обеспечения современных компьютеров;
- навыками грамотной разработки новых языков программирования и их программного обеспечения.

Темы и разделы курса:

1. Постановка задачи оптимизации программ в компиляторах. Локальная и глобальная оптимизации. Глобальная оптимизация. Анализ потока данных.

Задача компиляции. Неоптимизирующий компилятор. Основные фазы компиляции. Выявление ошибок в процессе компиляции и сообщения о них. Промежуточное представление программы – трехадресный код (четверки). Граф потока управления и алгоритм его построения. Локальная и глобальная оптимизации. Метод нумерации значений (локальный) как основа локальной оптимизации. Недостаточность локальной оптимизации.

Состояние программы. Путь выполнения (трасса). Прямой и обратный обход программы. Передаточная функция инструкции. Композиция передаточных функций. Передаточная функция базового блока. Определение переменной. Постановка задачи о достигающих определениях. Понятие консервативности анализа. Передаточные функции задачи о достигающих определениях (передаточные функции класса gen-kill). Замкнутость класса передаточных функций gen-kill относительно композиции. Система уравнений для задачи о достигающих определениях и ее решение методом итераций. Итеративный алгоритм для вычисления достигающих определений.

Применение достигающих определений: нахождение выражений, инвариантных относительно циклов. Алгоритм обнаружения кода, инвариантного относительно цикла. Анализ живых переменных: передаточные функции, система уравнений и итерационный алгоритм. Анализ доступных выражений: передаточные функции, система уравнений и итерационный алгоритм.

Анализ потока данных. Обоснование итерационных алгоритмов. Понятие полурешетки. Связь между операцией сбора и полурешеточным отношением порядка. Понятие верхнего

(наибольшего) элемента полурешетки. Реализация полурешеток с помощью конечных множеств. Операции объединения и пересечения множеств как реализации операции сбора. Диаграммы полурешеток. Декартовы произведения полурешеток. Понятие структуры потока данных. Понятие замкнутости семейства передаточных функций. Замкнутость семейств передаточных функций для достигающих определений, живых переменных и доступных выражений.

Монотонные и дистрибутивные структуры потока данных. Дистрибутивность структур потока данных для достигающих определений, живых переменных и доступных выражений. Обобщенный итеративный алгоритм и его свойства. Понятие максимальной фиксированной точки. Сходимость обобщенного итеративного алгоритма к максимальной фиксированной точке. Идеальное решение уравнений потока данных. Решение сбором по всем путям для дистрибутивных и монотонных структур потока данных. Консервативность максимальной фиксированной точки.

Пример недистрибутивной, но монотонной структуры потока данных – распространение констант. Полурешетка для проблемы распространения констант. Семейство передаточных функций, его монотонность и недистрибутивность. Итерационный алгоритм распространения констант.

Исключение частично избыточных выражений методом анализа ожидаемых выражений. Четырехэтапный алгоритм отложенного перемещения кода. Достоинства и недостатки подхода. Предварительный этап – ликвидация критических ребер. Первый этап – анализ ожидаемых выражений. Второй этап – анализ доступных выражений. Третий этап – анализ откладываемых выражений. Четвертый этап – анализ используемых выражений (исключение мертвого кода).

2. Методы ускорения анализа потока данных. Выделение областей графа потока управления.

Структурный анализ графа потока управления. Глубинное остовное дерево и его обход. Нумерация узлов графа потока управления. Классификация ребер графа потока управления. Алгоритм построения глубинного остовного дерева и упорядочения графа потока управления в глубину. Нумерация узлов графа потока управления (в глубину). Доминаторы. Свойства отношения доминирования. Итеративный алгоритм вычисления доминаторов. Дерево доминаторов и алгоритм его построения. Классификация ребер графа потока управления.

Понятие естественного цикла. Алгоритм построения естественного цикла для заданного обратного ребра. Вложенность естественных циклов. Гнезда циклов. Сильно связанные компоненты. Алгоритм построения всех максимальных сильно связанных компонентов заданного графа потока управления. Приводимые графы потока управления. Неприводимые области (собственные и несобственные) графа потока управления. Примеры неприводимых областей. Глубина графа потока управления.

Понятие области. Виды областей. Алгоритм построения иерархии областей для приводимых графов потока управления. Дерево управления. Алгоритм построения восходящего порядка областей графа потока управления. Другие способы структурирования графов потока управления: интервальный анализ, «структурный анализ» с помощью шаблонов и др.

Анализ потоков данных на основе областей. Построение передаточных функций областей с помощью операций композиции, сбора и замыкания. Замкнутость структуры потока данных относительно операций композиции, сбора и замыкания. Трехэтапный алгоритм анализа потока данных на основе областей (на примере достигающих определений). Метод расщепления узлов для обработки неприводимых графов потока управления.

Форма статического единственного присваивания (SSA-форма). Определение SSA-формы. Понятие \square -функции. Свойства \square -функции. Базовый алгоритм преобразования промежуточного представления программы в SSA-форму. Недостатки базового алгоритма. Пример применения алгоритма.

Форма статического единственного присваивания (SSA-форма). Квазиоптимальная SSA-форма. Граница доминирования. Алгоритм построения границ доминирования. Построение множества глобальных имен и других вспомогательных множеств. Размещение f-функций. Переименование переменных. Восстановление кода из SSA-формы. Проблема потери копий

Глобальная нумерация значений. Два подхода к реализации глобальной нумерации значений: нумерация значений, основанная на хэшировании и нумерация значений, основанная на классификации значений. Нумерация значений, основанная на хэшировании. Нумерация значений в расширенном базовом блоке. Повторное использование результатов для блоков, входящих в несколько путей. Механизм контекстно-ориентированных хэш-таблиц. Алгоритм нумерации значений на основе доминаторов.

Нумерация значений, основанная на классификации значений. Понятие конгруэнтности ориентированных графов.

Объединение нумерации значений с построением SSA-формы.

3. Межпроцедурный анализ указателей. Другие оптимизирующие преобразования. Применение статического анализа потоков данных в задачах инженерии программ.

Внутрипроцедурный (глобальный). Проблемы, связанные с обработкой членов структур, элементов массивов и данных, доступных по указателям, в том числе – динамических данных. Понятие алиаса. Алиасы в языке Си. Алиасы в языке Java. Глобальный (внутрипроцедурный) анализ алиасов: первая фаза – обнаружение алиасов, вторая фаза – распространение алиасов (задача анализа потока данных). Недостаточность глобального анализа алиасов.

Межпроцедурный анализ алиасов. Способы задания графа вызовов. Чувствительность к потоку и контексту вызова. Контекстно-нечувствительный межпроцедурный анализ. Контекстно-чувствительный анализ на основе аннотаций. Контекстно-чувствительный анализ на основе классификации и клонирования. Контекстно-чувствительный анализ ссылок

Оптимизация циклов: классификация и обработка индуктивных переменных, развертка циклов, исключение ненужных (избыточных) проверок условий окончания цикла. Оптимизация потока управления. Оптимизация возвратов из рекурсивных процедур. Открытое вставление процедур. Порядок применения оптимизирующих преобразований. Режимы компиляции.

Распознавание программ: восстановление документации разработчика по исходному коду программы. Запутывание (обфускация) программ на языках высокого уровня. Нахождение критических ошибок и уязвимостей.

4. Особенности архитектуры современных компьютеров и задача генерации оптимального кода. Выдача команд.

Особенности архитектуры современных компьютеров, учитываемые при генерации объектного кода (обзор). RISC и CISC. Конвейер потока команд: блокировки конвейера, система сброса конвейера, конфликты по данным. Векторные регистры и векторные команды. Вырезки из массивов. Конвейер данных. Диспетчер и выдача команд. Блок предсказания переходов. Конвейерное выполнение. Out-of-Order-процессоры. VLIW и EPIC. Кэш, локальность, упреждающая выборка (prefetching). Проблемы генерации оптимизированного кода.

Промежуточное представление низкого уровня (последовательность трехадресных инструкций). Операции низкого уровня. Модель целевой машины (целевой язык). Набор команд. Псевдорегистры. Режимы адресации: прямая, косвенная, индексированная адресации. Стоимость команд и стоимость программы. Задачи генератора кода: распределение памяти, выбор команд, распределение регистров, выбор оптимального порядка команд (планирование кода).

Распределение памяти: статическое и динамическое. Статическое выделение памяти. Дескрипторы регистров и адресов.

Генерация кода для базового блока. Генерация кода для вызовов процедур и возвратов из них (соглашения о связях).

Выбор команд – построение отображения программы в промежуточном представлении на последовательность команд целевой машины.

Выбор команд путем переписывания дерева. Действия, шаблоны, схема трансляции дерева. Поиск соответствий с помощью синтаксического анализа. Числа Ершова. Алгоритм генерации кода для размеченного дерева выражения. Вычисление выражений при недостаточном количестве регистров. Замощение дерева. Генерация кода с использованием динамического программирования.

Покадровая оптимизация: устранение лишних инструкций; оптимизация потока управления; алгебраические упрощения; использование машинных идиом. Исключение недостижимого кода.

5. Распределение и назначение регистров. Планирование кода.

Распределение и назначение регистров в пределах базового блока (Функция getReg ()). Глобальное распределение регистров. Интервалы жизни значений переменных. Построение интервалов жизни. Оценка стоимости сброса. Конфликтные ситуации и граф конфликтов. Построение графа конфликтов. Раскраска графа конфликтов сверху вниз и снизу вверх.

Распределение и назначение регистров. Алгоритм раскраски графа конфликтов снизу вверх. Структура распределителя регистров. Примеры глобального распределения регистров

Анализ зависимостей по данным. Зависимости по управлению. Граф зависимостей. Планирование списков базовых блоков. Опережающее (спекулятивное) выполнение. Использование предикатных команд.

Глобальное планирование кода. Эквивалентность по управлению. Перемещение кода вверх по пути управления. Перемещение кода вниз по пути управления.

Глобальное планирование кода. Алгоритм глобального планирования кода на основе областей. Развертка циклов. Уплотнение окрестностей. Агрессивные алгоритмы перемещения кода. Конвейеризация циклов. Модель процессора. Последовательное и параллельное выполнение итераций цикла. Частичная развертка цикла. Циклы с зависимыми итерациями. Ограничения программной конвейеризации. Ограничения, связанные с зависимостями по данным

Алгоритм программной конвейеризации. Планирование ациклических графов зависимости данных. Планирование графов с циклическими зависимостями.

6. Параллельное выполнение циклов. Динамическая и адаптивная оптимизация в компиляторах времени выполнения.

Симметричные мультипроцессоры с общей памятью (SMP). Многоядерные процессоры. Пример параллельно выполняемого цикла. Закон Амдаля. Понятие локальности данных: пространственная и временная локальность. Формальная постановка задачи распараллеливания циклов. Демонстрация некоторых приемов распараллеливания на примере параллельной программы умножения матриц.

Распараллеливание циклов. Пространство итераций. Построение пространств итераций для гнезд циклов. Управление порядком выполнения циклов гнезда. Алгоритм исключения Фурье-Моткина. Алгоритм вычисления границ циклов для заданного порядка выполнения. Повторное использование данных. Собственные и групповые повторные использования. Анализ зависимостей по данным. Обнаружение параллельности, не требующей синхронизации. Ограничения разбиений пространства и их решение.

Структура JIT-компилятора. Примеры JIT-компиляторов. Уровни оптимизации. Профилирование в JIT-компиляторах. Хранение данных о профилях. Выборочная оптимизация.

Динамическая и адаптивная оптимизация в JIT-компиляторах. Профилирование с помощью «семплов». Архитектура JIT-компилятора Jikes RVM: подсистема измерений, подсистема перекомпиляции, подсистема управления процессом динамической компиляции (контроллер). Фазы JIT-компиляции. Выбор уровня перекомпиляции. Адаптивная оптимизация. Использование результатов предыдущего выполнения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Кратные интегралы и теория поля

Цель дисциплины:

дальнейшее ознакомление студентов с методами математического анализа, формирование у них доказательного и логического мышления.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в задачах поиска безусловного и условного экстремумов функции многих переменных, теории меры и интеграла, теории поля;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- теорему о неявной функции;
- определения экстремума функции многих переменных и условного экстремума функции многих переменных при наличии связей, необходимые и достаточные условия в задачах нахождения безусловного, а также условного экстремума при наличии связей;
- определение кратного интеграла Римана, критерий интегрируемости функции, достаточное условие интегрируемости функции, свойства интегрируемых функций, теорему о сведении кратного интеграла к повторному, физические приложения интеграла;
- основные факты и формулы теории поля (формулы Грина, Остроградского-Гаусса, Стокса), физический смысл формул теории поля.

уметь:

- исследовать на экстремум функции многих переменных;
- решать задачи на условный экстремум методом множителей Лагранжа;

- вычислять интеграл от функции многих переменных по множеству;
- уметь решать прикладные физические задачи: вычислять массу тела, моменты инерции, объёмы и т.п.
- применять формулы теории поля для решения математических задач: вычисление интегралов, нахождение площадей и объёмов тел, площадей поверхностей;
- применять формулы теории поля для решения физических задач: проверка потенциальности и соленоидальности поля, нахождение работы поля при движении материальной точки и т.п.;
- уметь проводить вычисления с оператором набла.

владеть:

Логическим мышлением, методами доказательств математических утверждений.

Навыками вычисления интегралов и навыками применения теорем теории поля в математических и физических приложениях.

Умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

Темы и разделы курса:

1. Теорема о неявной функции.

Теорема о неявной функции, заданной одним уравнением. Теорема о неявных функциях, заданных системой уравнений (без доказательства). Локальная обратимость отображения пространств одинаковой размерности с ненулевым якобианом.

2. Безусловный экстремум. Необходимые и достаточные условия.

Экстремумы функций многих переменных: необходимое условие, достаточное условия.

3. Условный экстремум функции многих переменных при наличии связи: исследование при помощи функции Лагранжа.

Необходимые и достаточные условия.

4. Кратный интеграл и его свойства.

Кратный интеграл Римана. Суммы Римана и суммы Дарбу. Критерии интегрируемости. Интегрируемость функции, непрерывной на измеримом компакте. Свойства интегрируемых функций: линейность интеграла, аддитивность интеграла по множествам, интегрирование неравенств, теоремы о среднем, непрерывность интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному.

Геометрический смысл модуля и знака якобиана отображения двумерных пространств. Теорема о замене переменных в кратном интеграле (доказательство для двумерного случая).

5. Криволинейные интегралы. Формула Грина.

Формула Грина. Потенциальные векторные поля на плоскости. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.

6. Поверхности. Поверхностные интегралы.

Простая гладкая поверхность. Поверхностный интеграл первого рода. Независимость выражения интеграла через параметризацию поверхности от допустимой замены параметров. Площадь поверхности. Ориентация простой гладкой поверхности. Поверхностный интеграл второго рода, выражение через параметризацию поверхности. Кусочно-гладкие поверхности, их ориентация и интегралы по ним.

7. Теория поля: формулы Остроградского-Гаусса и Стокса

Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее независимость от выбора прямоугольной системы координат и геометрический смысл. Соленоидальные векторные поля. Связь соленоидальности с обращением в нуль дивергенции поля. Понятие о векторном потенциале.

Формула Стокса. Ротор векторного поля, его независимость от выбора прямоугольной системы координат и геометрический смысл. Потенциальные векторные поля. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Связь потенциальности с обращением в нуль ротора поля.

Вектор «набла» и действия с ним. Основные соотношения содержащие вектор «набла». Лапласиан и градиент по вектору для скалярного и векторного поля.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Линейная алгебра

Цель дисциплины:

ознакомление слушателей с основами линейной алгебры и подготовка к изучению других математических курсов – дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, функционального анализа, аналитической механики, теоретической физики, методов оптимального управления и др.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области матричной алгебры, теории линейных пространств;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов аналитической в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- операции с матрицами, методы вычисления ранга матрицы и детерминантов;
- теоремы о системах линейных уравнений Кронекера-Капелли и Фредгольма, правило Крамера, общее решение системы линейных уравнений;
- основные определения и теоремы о линейных пространствах и подпространствах, о линейных отображениях линейных пространств;
- определения и основные свойства собственных векторов, собственных значений, характеристического многочлена;
- приведение квадратичной формы к каноническому виду, закон инерции, критерий Сильвестра;
- координатную запись скалярного произведения, основные свойства самосопряженных преобразований;
- основы теории линейных пространств в объеме, обеспечивающем изучение аналитической механики, теоретической физики и методов оптимального управления.

уметь:

- производить матричные вычисления, находить обратную матрицу, вычислять детерминанты;
- находить численное решение системы линейных уравнений. находить собственные значения и собственные векторы линейных преобразований, приводить квадратичную форму к каноническому виду, находить ортонормированный базис из собственных векторов самосопряженного преобразования;
- оперировать с элементами и понятиями линейного пространства, включая основные типы зависимостей: линейные операторы, билинейные и квадратичные формы.

владеть:

- общими понятиями и определениями, связанными с матричной алгеброй;
- геометрической интерпретацией систем линейных уравнений и их решений;
- понятиями линейного пространства, матричной записью подпространств и отображений;
- сведениями о применениях спектральных задач;
- применениями квадратичных форм в геометрии и анализе;
- понятиями сопряженного и ортогонального преобразования;
- применениями евклидовой метрики в задачах геометрии и анализа, различными приложениями симметричной спектральной задачи;
- умением пользоваться необходимой литературой для решения задач повышенной трудности (в вариативной части курса).

Темы и разделы курса:**1. Матрицы и системы линейных уравнений**

1.1. Умножение и обращение матриц. Ортогональные матрицы. Элементарные преобразования матриц. Матричная форма элементарных преобразований.

1.2. Определение и основные свойства детерминантов. Миноры, алгебраические дополнения, разложение детерминанта по элементам строки или столбца. Формула полного разложения детерминанта и ее следствия. Детерминант произведения матриц.

1.3. Решение систем линейных уравнений по методу Крамера. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Теорема о ранге матрицы.

1.4. Системы линейных уравнений. Теорема Кронеккера-Капелли. Фундаментальная система решений и общее решение однородной системы линейных уравнений. Общее решение неоднородной системы. Метод Гаусса. Теорема Фредгольма.

2. Линейное пространство

2.1. Аксиоматика линейного пространства. Линейная зависимость и линейная независимость систем элементов в линейном пространстве. Размерность и базис. Подпространства и линейные оболочки в линейном пространстве. Сумма и пересечение подпространств. Прямая сумма. Формула размерности суммы подпространств. Вывод формулы размерности суммы подпространств. Гиперплоскости.

2.2. Разложение по базису в линейном пространстве. Координатное представление элементов линейного пространства и операций с ними. Теорема об изоморфизме. Координатная форма необходимого и достаточного условия линейной зависимости элементов.

2.3. Изменение координат при изменении базиса в линейном пространстве. Матрица перехода и ее свойства. Координатная форма задания подпространств и гиперплоскостей.

3. Линейные зависимости в линейном пространстве

3.1. Линейные отображения и линейные преобразования линейного пространства. Операции над линейными преобразованиями. Обратное преобразование. Линейное пространство линейных отображений. Алгебра линейных преобразований.

3.2. Матрицы линейного отображения и линейного преобразования для конечномерных пространств. Операции над линейными преобразованиями в координатной форме. Изменение матрицы линейного отображения при замене базисов. Изоморфизм пространства линейных отображений и пространства матриц.

3.3. Инвариантные подпространства линейных преобразований. Собственные векторы и собственные значения. Собственные подпространства. Линейная независимость собственных векторов, принадлежащих различным собственным векторам.

3.4. Нахождение собственных значений и собственных векторов линейного преобразования конечномерного линейного пространства. Характеристическое уравнение. Оценка размерности собственного подпространства. Условия диагонализуемости матрицы линейного преобразования. Приведение матрицы линейного преобразования к треугольному виду.

3.5. Линейные формы. Сопряженное (двойственное) пространство. Биортогональный базис. Вторичное сопряженное пространство.

4. Нелинейные зависимости в линейном пространстве

4.1. Билинейные и квадратичные формы. Их координатное представление в конечномерном линейном пространстве. Изменение матриц билинейной и квадратичной форм при изменении базиса.

4.2. Приведение квадратичной формы к каноническому виду методом Лагранжа. Теорема инерции для квадратичных форм. Знакоопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Приведение квадратичной формы к диагональному виду элементарными преобразованиями. Формулировка теоремы Жордана.

5. Евклидово пространство

5.1. Аксиоматика евклидова пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Неравенство треугольника. Матрица Грама и ее свойства.

5.2. Конечномерное евклидово пространство. Ортогонализация базиса. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональное дополнение подпространства.

5.3. Линейные преобразования евклидова пространства. Ортогональное проектирование на подпространство. Сопряженные преобразования, их свойства. Координатная форма сопряжения преобразования конечномерного евклидова пространства.

5.4. Самосопряженные преобразования. Свойства их собственных векторов и собственных значений. Существование базиса из собственных векторов самосопряженного преобразования.

5.5. Ортогональные преобразования. Их свойства Координатный признак ортогональности. Свойства ортогональных матриц. Полярное разложение линейных преобразований евклидова пространства. Канонический вид матрицы ортогонального преобразования. Сингулярное разложение.

5.6. Построение ортонормированного базиса, в котором квадратичная форма имеет диагональный вид. Одновременное приведение к диагональному виду пары квадратичных форм, одна из которых является знакоопределенной.

6. Унитарное пространство

6.1. Унитарное пространство и его аксиоматика. Унитарные и эрмитовы матрицы. Унитарные и эрмитовы преобразования. Эрмитовы формы. Свойства унитарных и эрмитовых преобразований. Свойства эрмитовых форм.

6.2. Понятие о тензорах. Основные тензорные операции. Тензоры в евклидовом пространстве. Тензоры в ортонормированном базисе.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Логико-лингвистические методы моделирования

Цель дисциплины:

Целью курса является развитие у студентов компетенции инженера знаний, формирование:

- четкого представления о специфике моделирования знаний в свете методологии математического моделирования различных сфер окружающей действительности;
- практических навыков в области инженерии знаний (проектирования, программирования и применения систем, основанных на знаниях).
- умения сочетать аналитический, логико-лингвистический, вычислительный и информационный аспекты в проектах систем компьютерного моделирования.

Задачи дисциплины:

- систематизируя накопленные студентами знания в области проектирования и анализа моделей, создаваемых с помощью классического метода первых принципов, научить применять современные информационные технологии для создания удобного инструмента исследователя математических моделей сложных развивающихся систем.
- освоение студентами базовых знаний в области приемов разработки программ, основанных на знаниях, программирования структур данных для современных программ, использовать знания по информатике для приложений в инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологических сферах деятельности ;
- приобретение теоретических знаний в области программирования структур данных для современных программ, основных принципов построения и использования баз знаний, в том числе, нечетких баз знаний ;
- приобретение навыков практической работы с современным импортным вычислительным комплексом, размещенным в локальной сети МФТИ (FuzzyLogicToolbox системы Matlab) .

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные понятия и законы алгебры логики, классический логический вывод в пропозициональной логике и логике предикатов 1 порядка;

- Успехи и трудности в математическом моделировании процессов и явлений, протекающих в неживой и живой природе, поведении индивидуума, общества, знаний о знаниях;
- Современные проблемы использования традиционных моделей и классической логики для описания реальных объектов окружающей действительности (сложных систем);
- Принципы построения систем, аккумулирующих знания, формирующих новые знания, логически выводящих экспертные рекомендации, дающие обоснования своим решениям, способные обучать и обучаться;
- Алгоритмы прямого и обратного логического вывода, алгоритм поиска противоречий в системах продукций;
- Алгоритмы доказательства теорем, реализующих метод резолюции;
- Основные понятия нечеткой логики, нечеткие импликации, алгоритмы вывода Заде, методы дефаззификации;
- Основные понятия нейросетевого моделирования.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- работать на современных вычислительных комплексах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных систем принятия решений.

владеть:

- математическим моделированием задач принятия решений на основе знаний, в том числе, нечетких знаний;
- навыками самостоятельной работы на современных вычислительных комплексах;
- навыками грамотного описания логико-лингвистических моделей в рамках классической, неклассических, а том числе четкой логик.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Роль и возможности логики и лингвистики в математических моделях социально-экономических систем

Моделирование – основной метод рационального познания. Статические и динамические модели. Современная физика – система динамических моделей трех типов: феноменологические модели, асимптотические модели, модели ансамблей. Модель описывается словом состояния в пространстве фазовых координат. Теория принятия решений опирается на синтетическую дисциплину – системный анализ, в котором

сочетаются экспериментальное, эвристическое и математическое начало. На этапе содержательного анализа выделяются фазовые переменные, законы сохранения, аксиомы. На этапе построения модели происходит формализация процесса – описание на языке математики. Затем следует постановка задачи – формулируется оптимизационная задача. Затем – решение оптимизационной задачи, где применяются эвристические приемы. Проблема выбора хорошей модели (пример фон Неймана о рационе солдат США, пример выбора диеты).

Роль и возможности логики и лингвистики в математических моделях социально-экономических систем

Модель как формальное описание объекта вычисления в цепочке “Объект ↔ Модель ↔ Задача ↔ Функция ↔ Алгоритм ↔ Вычисление”. Способы построения математических моделей.

Моделирование знаний и рассуждений (схемы наивной индукции, рассуждения по аналогии, нечеткие рассуждения). Отличие знаний от данных.

2. Обзор некоторых направлений современных исследований по использованию логики и лингвистики для моделирования. Эпистемическая логика, возможные миры, принятие решений в условиях неполного знания, рефлексный подход. Алгоритмы логического вывода. Особенности программирования

Обзор некоторых направлений современных исследований по использованию логики и лингвистики для моделирования

Рассмотрение динамической эпистемической логики, эпистемической теории игр, нечеткой логики, когнитивных карт и т.д.

Эпистемическая логика, возможные миры, принятие решений в условиях неполного знания, рефлексный подход.

Рассмотрение работ С.Сметс, Йохана ванБентема, Хиттика, А. Балтага, Лефевра, и т.д.

Алгоритмы логического вывода. Особенности программирования.

Законы мысли в рамках пропозициональной логики (modusponens, транзитивность, абдукция) – основа алгоритмов логического вывода. Абдуктивный вывод как вид автоматизированного правдоподобного рассуждения. Коллизии и способы их разрешения. Изучение алгоритмов прямого, обратного и смешанного выводов.

3. Классификация определения знания и убеждений. Модель приближенных рассуждений человека. Нечеткая база знаний. Лингвистическая переменная. Терм. Функция принадлежности. Нечеткие экспертные системы Алгоритмы нечеткого логического вывода. Дефазификация

Классификация дефектов в базах знаний. Оригинальный алгоритм поиска противоречий в продукционной базе знаний. Модель приближенных рассуждений человека.

Критерии качества баз знаний (БЗ): обоснованность, полнота, непротиворечивость, естественность, эргономичность. Источники возникновения ошибок в БЗ. Классификация дефектов в базах знаний: неполнота, избыточность, противоречивость знаний. Виды противоречивости: внутри правила, между правилами, внутри цепочки вывода, между цепочками вывода. Какие дефекты надо обязательно устранять? Логические и концептуальные противоречия. Изучение алгоритма поиска противоречий в продукционных БЗ, основанного на абдуктивном выводе. Способность человека принимать решения в условиях неполной и нечеткой информации. Три класса математических моделей, описывающих неопределенности: стохастические модели; игровые модели, лингвистические модели. Примеры. Сила и недостатки классической логики (логики конкретного знания и веры).

Нечеткая база знаний. Лингвистическая переменная. Терм. Функция принадлежности. Нечеткие экспертные системы Алгоритмы нечеткого логического вывода. Дефаззификация.

Неклассическая логика — логика построения, изменения знания и сомнения (проблемы ревизии знаний в онтологиях Интернета). Нечеткие множества и операции над ними. Нечеткая логика опирается не на таблицы истинности, а на операции, производимые на нечетких подмножествах. Лингвистическая переменная. Виды функций принадлежности. Методы построения функций принадлежности по экспертной информации. Алгоритмы нечеткого логического вывода Заде. Об унимодальности функции принадлежности результирующего нечеткого множества. Дефекты поверхности отклика (седловидность, неустойчивость) как иллюстрация логической и/или концептуальной противоречивости нечеткой базы знаний ЭС. Выполнение индивидуальных проектов в системе MatLab.

4. Динамическая эпистемическая логика и аксиоматика возможных миров. Доказательство теорем в пропозициональной логике

Динамическая эпистемическая логика и аксиоматика возможных миров.

Рассмотрение подхода Хинтика и развития его идей.

Доказательство теорем в пропозициональной логике.

Синтетическое правило мысли – резолюция. Классическая постановка задачи доказательства теорем. Конъюнктивная нормальная форма.

5. Элементы теории доказательств и логического вывода. Открытые проблемы современного логического-лингвистического моделирования

Обзор проблем определения знания, бесконечность множества возможных миров, сложности, нечеткого принятия решений, парадоксы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математика больших данных

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с некоторыми типами оптимизационных задач, возникающих в современном анализе данных, вопросами теории адаптивных численных методов первого порядка для задач минимизации, вариационных неравенств, седловых задач, основами теории методов для задач невыпуклой оптимизации.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области концентрации меры и ее приложений,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом матричных разложений,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных задач анализа данных, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с анализом данных, машинным обучением, оптимизацией.
- приобретение навыков приложения концентрации меры и матричных разложений в других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные подходы к решению задач концентрации меры и матричных разложений;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математики больших данных;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Концентрация меры на сфере (около экватора)

Общая постановка задачи. Теорема Максвелла о скорости распределения молекул газа в сосуде. Неравенства Леви и Пуанкаре. Примеры концентрации равномерной меры на других множествах. Приложения к теории информации.

2. Примеры концентрации меры (случайные графы, группа поворотов, случайные перестановки и т.д.)

Модели случайных графов Эрдёша-Реньи, группы перестановок, поворотов и концентрация равномерной меры на таких дискретных множествах. Неравенство Талагранна.

3. Теорема Джонсона-Линденштраусса.

Сжатие информации с помощью теоремы Джонсона-Линденштраусса. Приложения к построению RIP-матриц в L1-оптимизации.

4. Теоремы Клартага.

Понимание теоремы Клартага как обобщение теоремы Максвелла. Обзор результатов теории концентрации меры (по В.Д. Мильману).

5. Неравенства концентрации меры.

Неравенства Азума-Хефдинга, Немировского, Бернштейна-Фридмана, неравенства для случайных матриц (Тропп, Колчинский и др.). Приложения неравенств концентрации меры к задачам стохастической оптимизации.

6. Малоранговые приближения матриц и векторов.

Матричные нормы. Сингулярное разложение (SVD) и теорема Эккарта-Янга-Мирского. Принцип наибольшего объема. CGR разложение и его приложения. Алгоритмы построения малоранговых приближений. Тензорные разложения: каноническое разложение и разложение Таккера, higher-order SVD.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математическая имитация сложных процессов и систем

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы по созданию и исследованию математических имитационных моделей сложных процессов и систем.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математического имитационного моделирования;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического имитационного моделирования;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического имитационного моделирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия математического имитационного моделирования сложных процессов и систем;
- современные проблемы математического имитационного моделирования сложных процессов и систем;
- понятия и подходы к математическому имитационному моделированию сложных процессов и систем;
- основные свойства соответствующих математических объектов.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для построения математической имитационной модели;
- оценивать корректность постановок задач;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;

- точно представить математические знания в области моделирования в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического имитационного моделирования (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математического имитационного моделирования;
- предметным языком математического имитационного моделирования и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Моделирование как метод познания. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием. Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии.

Цели и задачи моделирования. Понятие “модель”. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Компьютерная модель.

Понятие “математическая модель”. Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели. Внешние и внутренние характеристики математической модели. Замкнутые математические модели.

Модели движения материальной точки Аристотеля и Галлилея.

Модели Солнечной системы Птолемея, Коперника, Кеплера.

Простейшая демографическая модель.

Модель многоотраслевой экономики Леонтьева.

Простейшая модель боевого взаимодействия Ланчестера.

Модель конкуренции.

Модель хищник-жертва.

2. Моделирование стохастических систем. Распределенное моделирование.

Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Броуновская динамика.

Генераторы случайных чисел. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения. Метод статистических испытаний. Моделирование последовательностей

независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Хаотическое движение динамических систем.

Проблемы управления модельным временем и распределенными данными.

3. Технология математического моделирования и ее этапы. Имитационное моделирование.

Составление модели. Проверка замкнутости модели. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели. Численный эксперимент. Верификация и эксплуатация модели.

Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математическая статистика

Цель дисциплины:

- формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями концепциями, методами математической статистики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математической статистики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математической статистики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математической статистики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия математической статистики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла математической статистики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач математической статистики.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить решения задач математической статистики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математической статистики в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математической статистики (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математической статистики;
- предметным языком математической статистики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Стандартные распределения в статистическом анализе данных.

Распределение хи-квадрат (Пирсона). Случайная величина хи-квадрат как сумма квадратов независимых стандартных нормальных случайных величин. Распределения Фишера-Снедекора и Стьюдента. распределение квадратичных форм от выборки из нормального распределения, условие независимости линейных и квадратичных форм.

2. Точечное оценивание параметра закона распределения.

Состоятельность, несмещенность (асимптотическая несмещенность) и оптимальность точечной оценки. Неравенство Рао-Крамера (скалярный и векторный случай). Эффективность (асимптотическая эффективность) точечной оценки. Достаточность статистики относительно параметра, критерий факторизации, теорема Блекуэла-Рао, полные достаточные статистики. Теорема об оптимальности полных достаточных статистик. Метод моментов. Функция правдоподобия. Метод наибольшего правдоподобия и свойства получаемой оценки.

3. Интервальное оценивание параметра закона распределения.

Доверительный интервал. Свойства статистик, используемых для интервального оценивания. Построение доверительных интервалов, параметров нормального распределения. Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий и равенстве дисперсий двух нормальных случайных величин с использованием доверительных интервалов.

4. Метод наименьших квадратов.

Точечное оценивание векторного параметра. Свойства оценки метода наименьших квадратов, теорема Гаусса-Маркова. Нормальная регрессия. Интервальное оценивание по

методу наименьших квадратов. Оптимальность оценки метода наименьших квадратов в случае нормальной регрессии.

5. Задачи непараметрического оценивания.

Порядковые статистики и их законы распределения. Доли и блоки выборки. Распределение Пуассона–Дирихле. Статистическая эквивалентность блоков выборки. Оценивание многомерной плотности распределения случайного вектора в произвольной точке.

6. Статистические критерии согласия.

Статистическая гипотеза, критическая область гипотезы, уровень значимости. Эмпирическая функция распределения. Свойства критериев согласия Колмогорова и Пирсона (хи-квадрат). Критерии согласия о независимости случайных величин, однородности выборок, простоты выборки.

7. Критерий Неймана-Пирсона.

Ошибки первого и второго рода, мощность статистического критерия. Наиболее мощный и равномерно наиболее мощный статистический критерий. Функция отношения правдоподобия. Лемма Нейман-Пирсона о построении решающего правила. Рандомизированное решающее правило.

8. Критерий минимума среднего риска (Байеса).

Функция штрафа, функция риска, средний риск. Решающее правило в случае двух простых гипотез. Критерий максимума апостериорной вероятности.

9. Минимаксный критерий и его связь с критерием Байеса. Связь критериев Неймана-Пирсона и Байеса.

Минимаксная процедура для случая неизвестного закона распределения случайного параметра. Связь критерия Байеса с критерием Неймана-Пирсона, минимаксным критерием.

10. Последовательный критерий отношения вероятностей (критерий Вальда).

Построение последовательной процедуры выбора при двух простых гипотезах. Вид решающего правила на произвольном шаге процедуры и его интерпретация. Теорема о завершении процедуры за конечное число шагов с вероятностью единица. Выбор параметров решающего правила при заданных величинах вероятностей ошибок первого и второго рода.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические модели в экономике

Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями, которые используются в экономической теории.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией неотрицательных матриц, необходимых для анализа моделей межотраслевого баланса, с приложениями теории двойственности экстремальных задач в моделях распределения ресурсов, моделях оптимального экономического роста и модели Кокса-Росса-Рубинштейна;
- ознакомление с теорией неподвижных точек и ее приложения в моделях экономического равновесия, элементами теории коллективного выбора.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные модели межотраслевого баланса и теория неотрицательных матриц;
- теорию двойственности и ее экономическую интерпретация;
- модели коллективного поведения;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных оптимизационных задач.

уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных оптимизационных задач математического моделирования в экономике;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- представлять результаты исследовательской работы перед профессиональной аудиторией.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического моделирования экономики;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов оптимизации и прикладной математики;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов;
- навыками освоения большого объема информации.

Темы и разделы курса:

1. Модели коллективного поведения.

Игры в нормальной форме. Понятия равновесия по Нэшу и оптимальности по Парето. Примеры игр: «дилемма заключенного», «семейный спор», «чет-нечет». Равновесие по Штаккельбергу. Смешанные стратегии. Теорема фон Неймана о равновесии в смешанных стратегиях в матричной игре.

Теорема Нэша. Модель олигополии Курно.

Модель Эрроу-Дебре. Понятие конкурентного равновесия. Закон Вальраса.

Первая теорема теории благосостояния.

Теорема Брауэра. Точечно-множественные отображения и их свойства (замкнутость, полунепрерывность сверху и снизу). Теорема Какутани. Лемма Гейла-Никадо-Дебре.

Теорема Фань Цзы и следствия из нее. Вариационные неравенства. Теорема о существовании решения вариационного неравенства.

Модель Эрроу-Дебре. Конкурентное равновесие и закон Вальраса. Модификация функций спроса и предложения. Сведение вопроса о существовании конкурентного равновесия к вариационному неравенству. Замкнутость отображений спроса и предложения. Теорема Эрроу-Дебре.

Первая и вторая теоремы теории благосостояния.

Модели коллективного принятия решений. Правило подсчета очков и его свойства. Парадокс Эрроу. Теорема Гибборда-Сэттертуайта.

Индексы неравенства. Кривая Лоренца. Теория мажоризации.

Налоговый парадокс Эджворта.

Сравнительная статика в моделях экономического равновесия. Модель конкурентного равновесия с фиксированными доходами. Бюджетный парадокс. Теорема о невозможности бюджетного парадокса при условиях заменимости функций избыточного спроса.

Ящики Эджворта и Баласко. Неединственность конкурентного равновесия.

2. Модели межотраслевого баланса и теория неотрицательных матриц.

Модель межотраслевого баланса В.В.Леонтьева. Продуктивные матрицы. Критерии продуктивности.

Неотрицательная обратимость матрицы $(xE-A)$ и ее связь с продуктивностью. Теорема о разложении резольвенты.

Теорема Фробениуса-Перрона. Оценка темпов сбалансированного экономического роста. Свойства числа Фробениуса-Перрона.

Неразложимые матрицы. Свойства числа Фробениуса-Перрона неразложимой матрицы.

Теорема об устойчивых матрицах.

Идемпотентные аналоги теорем о неотрицательных матрицах. Балансовая модель информационных продуктов Канторовича-Макарова. Задача об арбитражных цепочках на валютных рынках. Теорема Африата-Верриана.

3. Теория двойственности и ее экономическая интерпретация.

Теорема двойственности для задач линейного программирования со смешанными ограничениями. Условия дополняющей нежесткости в задачах линейного программирования (необходимые и достаточные условия оптимальности). Теорема Куна-Таккера для задач линейного программирования.

Экономическая интерпретация двойственности. Трудовая теория стоимости и ее критика.

Декомпозиция в задаче об оптимальном распределении ресурса между регионами.

Экономическая интерпретация принципа максимума для линейной динамической модели оптимального экономического роста.

Оценка эффективности новых технологий.

Теорема Моришимы о магистрали. Экономическая интерпретация вектора Фробениуса - Перрона.

Модель Кокса-Росса-Рубинштейна. Оценка стоимости опциона.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические модели динамики популяций

Цель дисциплины:

- ознакомление слушателей с основными математическими методами исследования моделей биологических систем.

Задачи дисциплины:

- получение основополагающих сведений из теории бифуркаций, основ построения моделей при наличии иерархии характерных времен, теории возникновения периодических решений, исследования моделей хищничества и конкуренции, теории Вольтерра консервативных и диссипативных систем, ознакомление с моделями биологических систем, учитывающими наличие возрастной и пространственной структуры.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- конструировать и реализовывать схемы организации исследований при решении возникающих научных проблем;
- распределять возникающие проблемы по степени их значимости как с точки зрения их соответствия реально наблюдаемым явлениям, так и по их модельной коразмерности;
- организовывать методики контроля точности и полноты получаемых научных результатов,

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- представлениями о механизмах формирования информационного и ресурсного обеспечения, необходимого при решении прикладных и теоретических проблем,
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Математические модели биологических систем с возрастной структурой.

Введение. Особенности учета факторов структурированности в биологических моделях. Характер применяемого математического аппарата.

Модели с возрастной структурой. Дискретная структура. Модель Лесли. Обобщения модели Лесли. Модели Лефковича и Логофета. Биологический потенциал в дискретных моделях распределенных популяций.

Модели с непрерывной возрастной структурой. Линейная модель Лотки. Проблемы моделирования в демографии.

Нелинейная модель Лотки. Взаимодействие нескольких видов с непрерывной возрастной структурой.

2. Методы анализа нелинейных параболических уравнений.

Модели биосистем с пространственной структурой. Диффузионные случайные процессы и уравнения Колмогорова.

Корректная разрешимость параболических краевых задач. Принцип максимума.

Системы уравнений типа «реакция – диффузия». Связь с точечными системами. Монотонность решений.

3. Уравнения «реакции – диффузии».

Асимптотическое поведение решений одного уравнения «реакции – диффузии». Неустойчивость стационарных непостоянных решений.

Пространственные структуры в случае задачи Дирихле. Области притяжения устойчивых распределений.

Понятие о доминирующем равновесии. Теорема о стабилизации для решений задачи Коши.

Решения типа бегущей волны. Минимальная скорость распространения возмущений. Колмогоровская и триггерная волна. Критерии существования. Цепочки волн. Их биологическая интерпретация.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические модели механики сплошных сред

Цель дисциплины:

Освоение современных методов математического моделирования механики сплошных сред.

Задачи дисциплины:

Изучение базовых принципов современных подходов математического моделирования к задачам механики сплошных сред, включая задачи гидродинамики, газовой динамики и твердого деформируемого тела. Освоение методов решения прикладных задач с использованием математического аппарата обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных и тензорного анализа.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Принципы построения математических моделей МСС.

Основные математические постановки задач гидродинамики, газодинамики и теории упругости.

уметь:

Выводить основные уравнения задач гидродинамики, газодинамики и теории упругости, использовать базовые принципы математического моделирования в МСС при решении задач.

владеть:

Математическим аппаратом включая обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных, тензорный анализ.

Темы и разделы курса:

1. Уравнения Эйлера.

Основные понятия и применение.

2. Интеграл Бернулли для несжимаемой жидкости. Интеграл Бернулли для адиабатических течений.

Вывод инвариантов Бернулли для несжимаемой жидкости и адиабатических течений.

3. Форма трубок тока. Интеграл Коши-Лагранжа.

Вывод, основные понятия и применение.

4. Плоские безвихревые установившиеся течения идеальной несжимаемой жидкости.

Основные понятия о плоских безвихревых установившихся течениях.

5. Комплексный потенциал обтекания цилиндра.

Использование метода комплексных потенциалов для задачи обтекания цилиндра.

6. Метод конформных отображений.

Понятие о методе конформных отображений и его использование для описания гидродинамических течений.

7. Формула Чаплыгина-Блазиуса.

Вывод формулы Чаплыгина-Блазиуса и ее анализ.

8. Вихревые движения идеальной жидкости.

Анализ и примеры вихревых течений идеальной жидкости.

9. Определение вектора скорости по заданному полю вихря и дивергенции.

Вывод математической зависимости и ее анализ.

10. Замкнутая система уравнений для ньютоновской жидкости.

Вывод системы уравнений для ньютоновской жидкости, исследование ее свойств.

11. Диссипативная функция.

Понятие об описании диссипативных процессов.

12. Точные решения системы вязкой жидкости.

Примеры математических постановок задач, допускающих точные решения и их анализ.

13. Течение вязкой жидкости при больших числах Рейнольдса.

Анализ характерных отличий течения вязкой жидкости при больших числах Рейнольдса.

14. Уравнения теории упругости.

Основные понятия и уравнения теории упругости.

15. Уравнения термоупругости.

Основные понятия и уравнения теории термоупругости.

16. Теория деформаций. Тензор деформации Коши Грина. Тензор деформации Альманси. Физический смысл компонент тензора деформации. Тензор скоростей деформации, физический смысл его компонент.

Уравнение совместности деформаций Сен-Венана. Распределение скоростей в жидкой частице. Теорема Гельмгольца.

17. Динамические величины и динамические уравнения механики сплошной среды. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.

Массовые и поверхностные силы. Напряжение на площадке. Принцип напряжения Коши. Зависимость вектора напряжения от ориентации площадки. Тензор напряжений. Физические составляющие тензора напряжений. Тензорная поверхность тензора напряжений, главные оси и главные компоненты тензора напряжений, их механический смысл. Максимальные касательные напряжения.

18. Теорема количества движения.

Уравнения движения сплошной среды в напряжениях для конечных объемов сплошной среды и в дифференциальной форме.

19. Теорема об изменении момента количества движения.

Симметрия тензора напряжений в случае отсутствия внутренних моментов количества движения и внутренних массовых и поверхностных пар.

20. Теорема живых сил.

Работа внутренних поверхностных сил. Закон сохранения механической энергии.

21. Теорема импульсов и моментов количества движения в интегральной форме. Тензор плотности потока импульса.

Определение общей силы реакции момента и "отдаваемой" потоком энергии. Сила реакции жидкости, текущей в трубе. Парадокс Даламбера. Задача о косом натекании плоской струи несжимаемой жидкости на стенку. Уравнения движения в переменных Лагранжа.

22. Первое начало термодинамики.

Закон сохранения энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла для сплошной среды для конечных объемов и в дифференциальной форме.

23. Второе начало термодинамики.

Обратимые и необратимые процессы. Применение второго начала термодинамики к необратимым процессам в произвольных средах, содержащее понятие энтропии. Тождество Гиббса. Уравнение баланса энтропии для конечного индивидуального объема сплошной среды. Дифференциальное уравнение второго закона термодинамики. Производство энтропии за счет вязкости и теплопроводности. Неотрицательность коэффициентов вязкости и теплопроводности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические модели транспортных систем

Цель дисциплины:

Ознакомление студентов с основными математическими моделями и методами, применяемыми для анализа транспортных систем.

Задачи дисциплины:

- дать сведения об основных задачах в анализе транспортных систем и основных подходах к решению этих задач, основанных на применении математических моделей;
- ознакомить студентов с методами прогноза транспортных и пассажирских потоков в транспортных системах городов и регионов;
- ознакомить студентов с основами теории транспортного потока, как физического объекта со сложной нелинейной динамикой;
- ознакомить студентов с основными классами математических моделей транспортных потоков.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- классификацию основных задач и методов моделирования транспортных систем;
- общую схему прогноза транспортных и пассажирских потоков;
- основные модели, применяемые для решения конкретных задач в процессе прогноза передвижений и расчета загрузки транспортной сети;
- основные свойства транспортного потока, как физического явления;
- основные модели динамики транспортного потока.

уметь:

- строить математические модели транспортных систем и анализировать численные алгоритмы для решения конкретных задач.

- производить оценку общих объемов транспортных передвижений, использования разных видов транспорта, загрузки элементов транспортной сети.

владеть:

- научной картиной мира;
- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;
- методами математического моделирования сложных нелинейных систем и процессов.

Темы и разделы курса:

1. Классификация задач и методов их решений в области математического моделирования транспортных систем. Общая схема прогноза транспортных и пассажирских потоков. Моделирование транспортных корреспонденций.

Классификация задач анализа транспортных потоков и методов их решений. Общее понятие о задачах имитационного моделирования транспортного потока, прогноза транспортных и пассажирских потоков, оптимизации в управлении транспортными системами. Примеры.

Классическая 4-шаговая схема прогноза транспортных потоков. Современное развитие теории: цепочки передвижений и модели активности.

Математическое представление транспортной системы, транспортный граф и его особенности. Понятие обобщенных затрат на передвижение.

Исходные данные к задаче прогноза передвижений. Подвижность населения. Методы оценки общих объемов отправления и прибытия.

Понятие о транспортных корреспонденциях. Моделирование корреспонденций: гравитационный подход, макросистемный подход (максимизация энтропии), модель Стауффера. Сопоставление подходов.

Теория дискретного выбора и модальное расщепление передвижений.

2. Моделирование загрузки транспортной сети. Понятие транспортного равновесия. Моделирование загрузки системы общественного пассажирского транспорта.

Задача распределения корреспонденций по путям в сети. Моделирование загрузки транспортной сети. Системная и индивидуальная оптимизация. Понятие транспортного равновесия. Математическая формулировка условия равновесия. Численные алгоритмы поиска равновесия. Алгоритм Франке-Вульфа. Равновесие в системе с несколькими классами пользователей. Детерминированное и стохастическое равновесие. Статическая и динамическая модели равновесного распределения.

Особенности движения в системе общественного транспорта. Понятие об оптимальных стратегиях. Алгоритмы распределения пассажирских корреспонденций по сети.

3. Транспортный поток как физическое явление. Модели динамики транспортного потока. Макроскопические и газокинетические модели транспортного потока.

Понятие о транспортном потоке как о сплошной среде. Фундаментальная диаграмма транспортного потока. Потеря устойчивости и явление гистерезиса в транспортном потоке. Теория Кернера. Классификация моделей динамики транспортного потока: микроскопические и макроскопические модели, клеточные автоматы.

История макроскопических моделей транспортного потока. Гидродинамические модели LW, Кернера-Конхойзера. Кинетическая теория транспортного потока Пригожина. Связь кинетического и гидродинамических уравнений. Модель Павери-Фонтана. Модель Хельбинга.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические модели экологических структур

Цель дисциплины:

- ознакомление слушателей с основными математическими методами исследования моделей биологических систем.

Задачи дисциплины:

- получение основополагающих сведений из теории бифуркаций, основ построения моделей при наличии иерархии характерных времен, теории возникновения периодических решений, исследования моделей хищничества и конкуренции, теории Вольтерра консервативных и диссипативных систем, ознакомление с моделями биологических систем, учитывающими наличие возрастной и пространственной структуры.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- конструировать и реализовывать схемы организации исследований при решении возникающих научных проблем;
- распределять возникающие проблемы по степени их значимости как с точки зрения их соответствия реально наблюдаемым явлениям, так и по их модельной коразмерности;
- организовывать методики контроля точности и полноты получаемых научных результатов,

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- представлениями о механизмах формирования информационного и ресурсного обеспечения, необходимого при решении прикладных и теоретических проблем,
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Базовые свойства математических моделей биологических систем.

Структура математических моделей в биологии. Объекты моделирования. Типы моделей. Специфика моделей локализованных и структурированных систем. Характер применяемого математического аппарата. Примеры.

Точечные непрерывные модели изолированной популяции. Модель Мальтуса. Логистическая модель. Модель поиска партнера. Модели в задачах эпидемиологии. Пороговый уровень заболевания.

Отношения эквивалентности динамических систем. Структурная устойчивость. Элементы теории бифуркаций. Коразмерность вырождения.

Теоремы сведения. Система «ресурс – потребитель» с независимым ресурсом.

Понятие о теории катастроф. Деформации Уитни. Типичные особенности равновесных состояний изолированной популяции в однопараметрических семействах.

Сингулярно возмущенные системы. Теорема А.Н.Тихонова. Релаксационные колебания системы в модели типа «ресурс - потребитель».

Бифуркация Андронова - Хопфа. Потеря устойчивости фокуса. Устойчивость в случае дискретных отображений. Отображение монодромии. Теорема Ляпунова. Фокусные величины.

Ветвления при потере устойчивости фокуса. Диаграммы Ньютона. Мягкая и жесткая потеря устойчивости. Связь с фокусными величинами. Бифуркация Хопфа для системы «хищник – жертва» с унимодальной плодовитостью жертвы.

2. Прикладные направления моделирования динамики популяций.

Автоколебательные режимы в системе «хищник – жертва». Модель Вольтерра. Трофические функции. Условия отсутствия циклов. Модель Колмогорова.

Модели конкуренции. Два конкурирующих вида. Связь устойчивости равновесных решений с взаимным расположением нуль-изоклин. Биологическая интерпретация условий устойчивости.

Конкуренция нескольких видов. Принцип эволюционной оптимальности. Примеры его применения.

Консервативные и диссипативные по Вольтерра системы. Свойства консервативных систем.

Первые интегралы и характер решений. Свойства диссипативных систем. Предельные множества и наборы функций Ляпунова. Динамика при наличии вырождений.

Модели конкуренции за экологические ниши. Принцип конкурентного исключения Гаузе и его обобщения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические основы машинного обучения. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Дать краткий обзор основных математических методов и алгоритмов машинного обучения, наиболее широко обсуждаемых в мировой научной литературе последних лет.

Задачи дисциплины:

- освоение задач статистической теории машинного обучения, задач классификации и регрессии с опорными векторами, теории обобщения Вапника—Червоненкиса и алгоритмов построения разделяющих гиперплоскостей;
- освоение задач адаптивного прогнозирования в режиме онлайн в теоретико-игровой и сравнительной постановке: игры с рандомизированными предсказаниями, предсказания использованием экспертных стратегий.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- статистическую теорию машинного обучения, методы классификации и регрессии с опорными векторами, теорию обобщения Вапника—Червоненкиса и алгоритмы построения разделяющих гиперплоскостей;
- методы теории адаптивного прогнозирования в режиме онлайн в теоретико-игровой и сравнительной постановке: игры с рандомизированными предсказаниями, предсказания с использованием экспертных стратегий;
- основные понятия теории игр.

уметь:

- применять основные математические методы и алгоритмы теории машинного обучения;
- применять методы теории адаптивного прогнозирования в режиме онлайн.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Агрегирующий алгоритм Вовка

Экспоненциально выпуклые функции потерь. Агрегирующий алгоритм для конечного числа экспертов.

Агрегирующий алгоритм для бесконечного пространства экспертов. Агрегирующий псевдоалгоритм, функция подстановки.

Агрегирующий алгоритм для конечного числа экспертов. Игра с логарифмической функцией потерь. Построение функции подстановки.

Агрегирующий алгоритм для конечного числа экспертов. Простая игра на предсказания. Построение функции подстановки.

Агрегирующий алгоритм для конечного числа экспертов. Игра с квадратичной функцией потерь. Построение функции подстановки.

Многомерная он-лайн регрессия с помощью агрегирующего алгоритма. Алгоритм многомерной линейной регрессии, Оценки ошибки предсказания.

Универсальный портфель. Применение агрегирующего алгоритма для построения универсального портфеля.

2. Универсальные предсказания

Задача универсального прогнозирования в режиме он-лайн: статистический подход.

Калибруемость прогнозов. Алгоритм вычисления хорошо калибруемых прогнозов.

Прогнозирование с произвольным ядром.

3. Элементы сравнительной теории машинного обучения

Алгоритм оптимального распределения потерь в режиме он-лайн.

Задача нахождения оптимальных решений с учетом экспертных стратегий. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.

Рандомизированные прогнозы.

Усиление простых классификаторов – Boosting. Алгоритм AdaBoost.

4. Элементы теории игр

Антагонистические игры двух игроков. Достаточное условие существования седловой точки.

Достаточное условие существования седловой точки. Смешанные расширения матричных игр. Минимаксная теорема.

Чистые стратегии. Решение матричной игры типа $2 \times M$. Решение игры типа $N \times M$.

Бесконечные игры с рандомизированными предсказаниями. Построение выигрышной стратегии предсказателя с использованием минимаксной теоремы.

Хорошо калибруемые предсказания. Универсальная калибруемость со счетным числом правил выбора.

5. Элементы теории классификации и регрессии с опорными векторами

Постановка задачи классификации. Байесовский классификатор. Линейные классификаторы: перцептрон. Алгоритм Розенблатта. Теорема Новикова о сходимости.

Теория обобщения Вапника–Червоненкиса. Верхняя оценка вероятности ошибки классификации через VC-размерность класса функций классификации.

VC-размерность, определение, основное свойство. VC-размерность класса всех линейных (однородных) классификаторов.

Метод опорных векторов. Оптимальная гиперплоскость. Алгоритм построения оптимальной гиперплоскости. Оценка вероятности ошибки обобщения через число опорных векторов.

SVM - метод в пространстве признаков, примеры. Ядра.

Случай неотделимой выборки. Вектор переменных мягкого отступа. Оценка вероятности ошибки обобщения. Оптимизационная задача для классификации с ошибками в квадратичной норме.

Случай неотделимой выборки. Вектор переменных мягкого отступа. Оценка вероятности ошибки обобщения. Оптимизационная задача для классификации с ошибками в линейной норме. Оптимизационная задача для классификации с ошибками в форме задачи линейного программирования.

Задача многомерной регрессии. Простая линейная регрессия. Гребневая регрессия.

Задача многомерной регрессии. Регрессия с опорными векторами. Ошибка обобщения при регрессии. Решение задачи гребневой регрессии с помощью SVM.

Гребневая регрессия в прямой форме и в двойственной форме как частный случай регрессии с опорными векторами в случае квадратичной функции потерь. Нелинейная многомерная гребневая регрессия (с ядром).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математические основы машинного обучения

Цель дисциплины:

- сформировать теоретические и практические знания в области обучения машин, современных методов восстановления зависимостей по эмпирическим данным, включая дискриминантный, кластерный и регрессионный анализ.

Задачи дисциплины:

- освоить методы корректной формулировки задач в терминах машинного обучения;
- овладеть навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы и проблематику теории обучения машин;
- основные методы и алгоритмы решения задач обучения по прецедентам;
- основные области применения этих методов и алгоритмов;
- классификации, кластеризации и регрессии.

уметь:

- формализовать постановки прикладных задач анализа данных;
- использовать методы обучения по прецедентам для решения практических задач;
- оценивать точность и эффективность полученных решений.

владеть:

- основными понятиями теории машинного обучения;
- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;

- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, решаемых с помощью алгоритмов обучения по прецедентам.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Основные понятия и примеры прикладных задач

- Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные.
- Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, ранжирование.
- Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.
- Линейные модели регрессии и классификации. Метод наименьших квадратов. Полиномиальная регрессия.
- Примеры прикладных задач.
- Методика экспериментального исследования и сравнения алгоритмов на модельных и реальных данных.
- Конкурсы по анализу данных [kaggle.com](https://www.kaggle.com). Полигон алгоритмов классификации.
- CRISP-DM — межотраслевой стандарт ведения проектов интеллектуального анализа данных.

2. Линейные методы и стохастический градиент

- Линейный классификатор, модель МакКаллока-Питтса, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь.
- Метод стохастического градиента SG.
- Метод стохастического среднего градиента SAG.
- Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, «выбивание» из локальных минимумов.
- Проблема мультиколлинеарности и переобучения, регуляризация или редукция весов (weight decay).
- Вероятностная постановка задачи классификации. Принцип максимума правдоподобия.
- Вероятностная интерпретация регуляризации, совместное правдоподобие данных и модели. Принцип максимума апостериорной вероятности.
- Гауссовский и лапласовский регуляризаторы.

- Логистическая регрессия. Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Метод стохастического градиента для логарифмической функции потерь. Сглаженное правило Хэбба. Многоклассовая логистическая регрессия. Регуляризованная логистическая регрессия. Калибровка Платта.

3. Нейронные сети и градиентные методы

- Биологический нейрон, модель МакКаллока-Питтса как линейный классификатор. Функции активации.
- Проблема полноты. Задача исключаящего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевых функций.
- Алгоритм обратного распространения ошибок.
- Быстрые методы стохастического градиента: Поляка, Нестерова, AdaGrad, RMSProp, AdaDelta, Adam, Nadam, диагональный метод Левенберга-Марквардта.
- Проблема взрыва градиента и эвристика gradient clipping.
- Метод случайных отключений нейронов (Dropout). Интерпретации Dropout.
- Обратный Dropout и L2-регуляризация.
- Функции активации ReLU и PReLU. Проблема «паралича» сети.
- Эвристики для формирования начального приближения.
- Метод послойной настройки сети.
- Подбор структуры сети: методы постепенного усложнения сети, оптимальное прореживание нейронных сетей (optimal brain damage).

4. Метрические методы классификации и регрессии

- Гипотезы компактности и непрерывности.
- Обобщённый метрический классификатор.
- Метод ближайших соседей kNN и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.
- Метод окна Парзена с постоянной и переменной шириной окна.
- Метод потенциальных функций и его связь с линейной моделью классификации.
- Непараметрическая регрессия. Локально взвешенный метод наименьших квадратов. Ядерное сглаживание.
- Оценка Надарая-Ватсона с постоянной и переменной шириной окна. Выбор функции ядра и ширины окна сглаживания.
- Задача отсева выбросов. Робастная непараметрическая регрессия. Алгоритм LOWESS.
- Задача отбора эталонов. Полный скользящий контроль (CVV), формула быстрого вычисления для метода INN. Профиль компактности.

- Отбор эталонных объектов на основе минимизации функционала полного скользящего контроля.

5. Метод опорных векторов

- Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin).
- Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь.
- Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов.
- Рекомендации по выбору константы C .
- Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера.
- Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер.
- SVM-регрессия.
- Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.
- Метод релевантных векторов RVM

6. Многомерная линейная регрессия

- Задача регрессии, многомерная линейная регрессия.
- Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл.
- Сингулярное разложение.
- Проблемы мультиколлинеарности и переобучения.
- Регуляризация. Гребневая регрессия через сингулярное разложение.
- Методы отбора признаков: Лассо Тибширани, Elastic Net, сравнение с гребневой регрессией.
- Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена-Лоэва, его связь с сингулярным разложением.
- Спектральный подход к решению задачи наименьших квадратов.
- Задачи и методы низкоранговых матричных разложений.

7. Нелинейная регрессия

- Метод Ньютона-Рафсона, метод Ньютона-Гаусса.
- Обобщённая аддитивная модель (GAM): метод настройки с возвращениями (backfitting) Хасты-Тибширани.
- Логистическая регрессия. Метод наименьших квадратов с итеративным пересчётом весов (IRLS). Пример прикладной задачи: кредитный скоринг. Бинаризация признаков.

Скоринговые карты и оценивание вероятности дефолта. Риск кредитного портфеля банка.

- Обобщённая линейная модель (GLM). Экспоненциальное семейство распределений.
- Неквадратичные функции потерь. Метод наименьших модулей. Квантильная регрессия. Пример прикладной задачи: прогнозирование потребительского спроса.
- Робастная регрессия, функции потерь с горизонтальными асимптотами.

8. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков

- Критерии качества классификации: чувствительность и специфичность, ROC-кривая и AUC, точность и полнота, AUC-PR.
- Внутренние и внешние критерии. Эмпирические и аналитические критерии.
- Скользящий контроль, разновидности эмпирических оценок скользящего контроля. Критерий непротиворечивости.
- Разновидности аналитических оценок. Регуляризация. Критерий Акаике (AIC). Байесовский информационный критерий (BIC). Оценка Вапника-Червоненкиса.
- Сложность задачи отбора признаков. Полный перебор.
- Метод добавления и удаления, шаговая регрессия.
- Поиск в глубину, метод ветвей и границ.
- Усечённый поиск в ширину, многорядный итерационный алгоритм МГУА.
- Генетический алгоритм, его сходство с МГУА.
- Случайный поиск и Случайный поиск с адаптацией (СПА).

9. Логические методы классификации

- Понятие логической закономерности.
- Параметрические семейства закономерностей: конъюнкции пороговых правил, синдромные правила, шары, гиперплоскости.
- Переборные алгоритмы синтеза конъюнкций: стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция.
- Двухкритериальный отбор информативных закономерностей, парето-оптимальный фронт в (p, n) -пространстве.
- Решающее дерево. Жадная нисходящая стратегия «разделяй и властвуй». Алгоритм ID3. Недостатки жадной стратегии и способы их устранения. Проблема переобучения.
- Вывод критериев ветвления. Мера нечистоты (impurity) распределения. Энтропийный критерий, критерий Джини.
- Редукция решающих деревьев: предредукция и постредукция. Алгоритм C4.5.

- Деревья регрессии. Алгоритм CART.
- Небрежные решающие деревья (oblivious decision tree).
- Решающий лес. Случайный лес (Random Forest).

Факультатив

- Статистический критерий информативности, точный тест Фишера. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного критерия информативности. Разнообразие критериев информативности в (p,n) -пространстве.
- Решающий пень. Бинаризация признаков. Алгоритм разбиения области значений признака на информативные зоны.
- Решающий список. Жадный алгоритм синтеза списка.
- Преобразование решающего дерева в решающий список.

10. Линейные композиции, бустинг

- Основные понятия: базовый алгоритм (алгоритмический оператор), корректирующая операция.
- Взвешенное голосование.
- Алгоритм AdaBoost. Экспоненциальная аппроксимация пороговой функции потерь. Процесс последовательного обучения базовых алгоритмов. Теорема о сходимости бустинга.
- Обобщающая способность бустинга.
- Базовые алгоритмы в бустинге. Решающие пни.
- Варианты бустинга: GentleBoost, LogitBoost, BrownBoost, и другие.
- Алгоритм AnyBoost.
- Алгоритм XGBoost.
- Градиентный бустинг. Стохастический градиентный бустинг.

11. Байесовская классификация и оценивание плотности

- Принцип максимума апостериорной вероятности. Теорема об оптимальности байесовского классификатора.
- Оценивание плотности распределения: три основных подхода.
- Наивный байесовский классификатор.
- Непараметрическое оценивание плотности. Ядерная оценка плотности Парзена-Розенблатта. Одномерный и многомерный случаи.

- Метод парзеновского окна. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна, переменная ширина окна.
- Параметрическое оценивание плотности. Нормальный дискриминантный анализ.
- Многомерное нормальное распределение, геометрическая интерпретация. Выборочные оценки параметров многомерного нормального распределения.
- Квадратичный дискриминант. Вид разделяющей поверхности. Подстановочный алгоритм, его недостатки и способы их устранения.
- Линейный дискриминант Фишера.
- Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация ковариационной матрицы.
- Параметрический наивный байесовский классификатор.
- Смесь распределений.
- EM-алгоритм как метод простых итераций для решения системы нелинейных уравнений.
- Выбор числа компонентов смеси. Пошаговая стратегия. Априорное распределение Дирихле.
- Смесь многомерных нормальных распределений. Сеть радиальных базисных функций (RBF) и применение EM-алгоритма для её настройки.
- Сравнение RBF-сети и SVM с гауссовским ядром.

12. Кластеризация и частичное обучение

- Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач. Типы кластерных структур.
- Постановка задачи Semisupervised Learning, примеры приложений.
- Оптимизационные постановки задач кластеризации и частичного обучения.
- Алгоритм k-средних и EM-алгоритм для разделения гауссовской смеси.
- Графовые алгоритмы кластеризации. Выделение связанных компонент. Кратчайший незамкнутый путь.
- Алгоритм ФОРЭЛ.
- Алгоритм DBSCAN.
- Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса и его частные случаи.
- Алгоритм построения дендрограммы. Определение числа кластеров.
- Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуktivности. Псевдокод редуktivной версии алгоритма.
- Простые эвристические методы частичного обучения: self-training, co-training, co-learning.

- Трансдуктивный метод опорных векторов TSVM.
- Алгоритм Expectation-Regularization на основе многоклассовой регуляризированной логистической регрессии.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Математическое моделирование в биологии

Цель дисциплины:

– изучение механизмов медико-биологических процессов и методам их математического моделирования.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний об основных принципах организации и функционирования живых систем.
- обучение студентов принципам построения математических моделей биологических процессов и систем, в том числе, на примере иммунной системы человека.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и модели системной биологии и медицины;
- принципы построения математических моделей живых систем;
- примеры и результаты использования математических моделей в иммунологии, медицине и геронтологии.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- навыками самостоятельной работы с научной литературой по вычислительной математике и с современными источниками информации (научные статьи, интернет);
- навыками освоения большого объема информации;

- культурой постановки и моделирования физических и медико-биологических задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в системную биологию.

Введение в системную биологию. Основные понятия: определение жизни, открытые системы, понятие гомеостаза, приспособленности, адаптации, эволюции.

Определения жизни Шрёдингера, Ляпунова, Иваницкого и др. Определение, предмет и методы системной биологии. Основные предположения и модели. Модели молекулярно-генетических процессов. Проблема перехода от моделей молекулярно-генетических процессов к моделированию физиологических систем и организма. Необходимость новых понятий. Примеры моделей гомеостаза, адаптации, эволюции. Интерпретация Докинза.

Уровни организации живых систем. Метаболизм, клетка, физиологические системы, организм, популяция, биоценоз. Организация живых систем, принципы их функционирования. Понятие метаболизма.

Типы моделей биологических процессов и принципы их построения. Модели регуляции систем генов, регуляции митохондрии, регуляции содержания глюкозы в крови. Модель Лотки — Вольтерры.

2. Понятие нормы и здоровья.

Понятие нормы и здоровья. Сравнение определений. Гомеостаз и энергетический бюджет организма. Трейд-оффы - основной механизм реакции на изменения среды. Причины и механизмы заболеваний, связь с адаптацией и старением. Механизмы развития вирусных и бактериальных инфекций. Понятие и модели энергетического бюджета организма. Типы метаболических реакций, образование окислительных радикалов. Модели динамики веса и состава тела. Проблема оценки приспособленности.

Модели иммунной системы и инфекционных заболеваний. Моделирование гепатита.

Уравнения модели противовирусного иммунного ответа Марчука. Понятие и метод построения обобщенной картины заболевания. Особенности процедуры оценки параметров модели.

Механизмы и модели старения. Модели и факторы влияющие на продолжительность жизни. Рассматриваются механизмы и модели старения организма, а также факторы влияющие на этот процесс и продолжительность жизни в целом.

3. Модели эпидемических процессов.

Модели эпидемических процессов. Обсуждаются модели эпидемических процессов, в том числе модели туберкулеза и ВИЧ инфекции.

Модели распространения туберкулеза и ВИЧ инфекции в России. Изучение методов построения математических моделей распространения заболеваний на примере моделей распространения туберкулеза и ВИЧ инфекции.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Матрицы и вычисления

Цель дисциплины:

Получение знаний о методах применения матриц в задачах вычислительной физики и практическая подготовка студентов к дальнейшей самостоятельной работе в области математического моделирования физических задач и современных технологий.

Задачи дисциплины:

- ознакомление слушателей с задачами, принципами, методами и моделями матричных вычислений;
- приобретение слушателями теоретических знаний, и практических умений и навыков в области матричных вычислений;
- оказание консультаций и помощи слушателям в проведении собственных исследований в области матричных вычислений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- свойства матриц различных типов;
- свойства операций над матрицами;
- вычислительные аспекты операций над матрицами;
- методы разложения матриц;
- итерационные методы вычисления матриц;
- аксиомы машинной арифметики;
- проблемы сертификации алгоритмов;
- понятия о последовательных и параллельных вычислениях;
- параллельные алгоритмы вычисления обратной матрицы;
- подход В.В.Воеводина к решению проблемы портабельности программного обеспечения.

уметь:

- применять численные методы к вычислению матриц различного типа;
- вычислять характеристический полином матрицы;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- оценивать погрешности аппроксимации и точности приближенных решений;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов аналитической теории и численного эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- базовыми знаниями в области матричных вычислений и принципами их использования в профессиональной деятельности;
- навыками самостоятельного решения основных задач матричных вычислений;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физико-математических задач.

Темы и разделы курса:

1. Линейная зависимость величин. Системы линейных уравнений. Вычислительный аспект умножения матриц: классическое правило умножения, алгоритм Винограда, алгоритм Штрассена.

Линейная зависимость величин. Системы линейных уравнений. Матрицы как инструмент для анализа линейной зависимости. Операции над матрицами. Ассоциативность и некоммутативность умножения матриц. Вычислительный аспект умножения матриц: классическое правило умножения, алгоритм Винограда, алгоритм Штрассена. Блочные матрицы. Качество алгоритмов и модели компьютеров. Последовательные и параллельные вычисления.

2. Малые возмущения. Число обусловленности матрицы. Сходящиеся матрицы и ряды. Возмущение собственных значений. Спектральные расстояния.

Малые возмущения. Число обусловленности матрицы. Сходящиеся матрицы и ряды. Простейший итерационный метод. Обратные матрицы и ряды. Обусловленность линейной системы. Согласованность матрицы и правой части. Возмущение собственных значений. Непрерывность корней полинома. Круги Гершгорина. Малые возмущения собственных значений и векторов. Обусловленность простого собственного значения. Спектральные

расстояния. Теорема Виландта-Хоффмана. Двоякостochasticеские матрицы и теорема Биркгоффа. Перестановочные диагонали и теорема Холла.

3. Матрицы как обобщение понятия числа. Группа, кольцо, поле. Специальные классы матриц. Матрица как оператор. Ядро и образ матрицы. Характеристический полином матрицы и методы его вычисления.

Матрицы как обобщение понятия числа. Группа, кольцо, поле. Специальные классы матриц. Матрицы перестановки. Схема сдваивания для ассоциативной операции. Рекуррентное сдваивание. Матрица как оператор. Ядро и образ матрицы. Диагонализация матрицы. Собственное значение и собственный вектор. Инвариантные подпространства. Теорема Жордана. Характеристический полином матрицы и методы его вычисления. Параллельные алгоритмы вычисления обратной матрицы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы анализа и прогнозирования макроэкономической динамики и отраслевой структуры экономики

Цель дисциплины:

изучение методов и моделей анализа и прогнозирования макроэкономической динамики и отраслевой структуры экономики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области прикладного макроэкономического моделирования;
- ознакомление с основными методами анализа и прогнозирования макроэкономической динамики;
- изучение основ статического и динамического макроэкономического моделирования;
- изучение макроэкономических агрегатных и структурных моделей, сравнительный анализ основных гипотез, на которых они построены;
- изучение истории развития макроэкономического моделирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные термины и понятия макроэкономики;
- основные использовавшиеся и используемые в настоящее время методы и модели анализа и прогнозирования макроэкономической динамики и отраслевой структуры экономики, их достоинства и недостатки;
- современные проблемы макроэкономического моделирования и прогнозирования.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения задач в области макроэкономического моделирования и прогнозирования;

- формировать допущения и абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании;
- проверять различные экономические гипотезы;
- выбирать соответствующий тип моделей для решения конкретных задач в предметной области;
- обосновывать спецификацию эконометрических уравнений и проводить содержательную интерпретацию результатов оценивания их параметров;
- использовать результаты прогнозно-аналитических расчетов по моделям для обоснования эффективных вариантов экономической политики.

владеть:

- навыками критического разбора макроэкономических моделей;
- навыками и культурой постановки и решения задач в области макроэкономического моделирования.

Темы и разделы курса:

1. Моделирование в эконометрическом пакете G7.

Описание ключевых функций пакета G7, примеры построения уравнений, принципы оценки качества эконометрических зависимостей. Способы прогнозирования в пакете G7.

2. Баланс доходов и расходов населения (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR). Блок труда и демографии (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR).

Основные показатели БДРН.

Построение регрессионных уравнений.

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

Основные демографические показатели и показатели рынка труда.

Построение регрессионных уравнений.

Формирование экзогенных параметров.

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

3. Блок налогов и бюджета (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR). Денежно-банковская сфера (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR).

Основные принципы функционирования бюджетной сферы РФ.

Основные параметры бюджетной сферы.

Источники формирования статистической базы.

Построение регрессионных уравнений.

Формирование экзогенных параметров.

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

Банковская сфера РФ (Центробанк и коммерческие банки).

Источники формирования статистической базы.

Построение регрессионных уравнений.

Формирование экзогенных параметров .

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

4. Введение в межотраслевое моделирование на примере модели CONTO и RIM.

Динамические межотраслевые модели INFORUM (общие принципы). Теоретические основы. Программная среда. Логическая схема модели.

Алгоритм расчетов по модели.

Динамическая межотраслевая модель RIM (общая характеристика). Динамическая межотраслевая модель CONTO (общая характеристика, алгоритм расчетов).

5. Инвестиционная деятельность (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR).

Построение регрессионных уравнений.

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

6. Основные виды эконометрических моделей, используемых в прикладном прогнозировании. Обзор прогнозно-аналитического комплекса ИПП РАН.

Описание основных видов макроэкономических моделей и области их применения.

Модели общего равновесия.

Макроэкономические (эконометрические) модели.

Межотраслевые модели.

Балансовые модели .

Описание диапазона задач, решаемых моделями, используемыми в ИПП РАН.

7. Подходы к формированию ключевых взаимосвязей в макроэкономической модели (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR). Разработка макроэкономических сценариев.

Принципы формирования прямых и обратных связей в эконометрических моделях. Взаимосвязи между различными блоками. Принципы использования переменных.

Основные методы разработки сценариев и согласования их отдельных показателей. Требования к сценариям при макроэкономическом прогнозировании.

8. Проблемы и задачи макроэкономического прогнозирования. Обзор подходов и эконометрических пакетов, используемых при построении моделей.

Определение основных макроэкономических показателей (ВВП методом производства, использования и образования доходов, дефляторы).

Проблемы и задачи макроэкономического прогнозирования.

Обзор подходов и эконометрических пакетов, используемых при построении моделей.

9. Фондовые рынки (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR).
Внешняя торговля и платежный баланс (на примере квартальной макроэкономической модели QUMMIR).

Основные фондовые показатели (капитализация и т.д.).

Построение регрессионных уравнений.

Формирование экзогенных параметров.

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

Основные показатели платежного баланса.

Построение регрессионных уравнений.

Формирование внешнеэкономических экзогенных параметров.

Построение прогноза на среднесрочную перспективу.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы выпуклой оптимизации в решении выпуклых и невыпуклых задач

Цель дисциплины:

• ознакомление студентов с задачами и методами решения в конической оптимизации, а также с приложениями в выпуклой и невыпуклой оптимизации, моделированием, теорией и построением выпуклых релаксаций для решения невыпуклых задач.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области конической оптимизации,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа, в частности, теории двойственности и её применения,
- приобретение навыков имплементации методов, а также навыков использования оптимизационных пакетов,
- приобретение умения распознавать сложность задач, в частности, представимость в виде конической задачи стандартного вида,
- приобретение навыков моделирования и построения релаксаций для разных классов выпуклых и невыпуклых задач, соответственно.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой и невыпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Базовая теория. Классы задач оптимизации. Простые методы.

Векторные и аффинные пространства, топология, нормы, скалярные произведения, двойственность, аффинная оболочка, относительная внутренность. Выпуклые множества и конусы и операции над ними, выпуклая оболочка, расстояние до выпуклого множества. Опорные плоскости, теоремы отделимости, фасады и экстремальные точки и лучи. Поляра. Формализация задач оптимизации. Типы ограничений, функций цены. Классификация задач оптимизации. Сложность задачи оптимизации. Пакеты программного обеспечения для решения задач.

Решение простейшей задачи квадратичной оптимизации. Минимизация линейного функционала на эллипсоиде. Методы решения задач в размерности. Метод эллипсоидов.

2. Линейное программирование. Коническое программирование.

Полиэдры и полиэдральные конусы, политопы, симплекс, ортант. Сильная двойственность, теорема об альтернативе. Сложность представления полиэдра, поднятия, теорема Яннакакиса. Задача ЛП в стандартном виде, двойственная задача. Симплекс-метод, двойственный симплекс-метод и другие методы активных ограничений. Методы внутренней точки, центральный путь, прямо-двойственные методы. Методы решения задач линейной комплементарности и выпуклых квадратичных задач с линейными ограничениями. Прикладные задачи, сводящиеся к задаче ЛП, равномерное приближение

на сетке, оптимальное распределение ресурсов, задача о максимальном потоке, восстановление разреженного сигнала. Линейные релаксации невыпуклых задач, методы решения смешанно-целочисленных ЛП, метод ветвлений и ограничений.

Стандартный вид конической программы. Конуса Лоренца и конично-квадратичные задачи, матричные конусы и полуопределённое программирование, симметричные конуса. Самосогласованные барьеры, универсальные конструкции барьеров. Двойственность Лежандра. Методы внутренней точки для программ над симметричными и несимметричными конусами, методы редукции потенциала, методы с недопустимым стартом. Представимость одного конуса через другой, поднятия, представимость функций и ограничений, S-лемма.

3. Робастная оптимизация.

Робастный аналог конической программы, его сведение к обычной конической программе, конусы положительных отображений. Конично-квадратичные представления робастных линейных программ. Полуопределённые релаксации робастных конично-квадратичных и полуопределённых программ, матричный эллипсоид и матричный куб.

4. Приложения конического программирования. Релаксации невыпуклых задач

Описанный эллипсоид минимального объёма, вписанный эллипсоид максимального объёма, оптимизация топологии фермы, построение функций Ляпунова, построение регулятора для линейных динамических систем. Аппроксимации сложных невыпуклых задач выпуклыми. Задача о максимальном разрезе, рандомизированная процедура Гёманса-Виллиамсона, теоремы Нестерова и Немировского о качестве релаксаций задачи максимизации квадратичной формы на кубе. Релаксации комбинаторных задач. Релаксации представляющих задачу о максимальной клике коположительных программ.

5. Полиномиальная оптимизация.

Конусы положительных полиномов и сумм квадратов. Специальные случаи, в которых релаксация суммами квадратов точна. Политоп Ньютона. Релаксации полиномиальных задач, основанные на суммах квадратов. Внутренние и внешние моментные релаксации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы глубокого обучения

Цель дисциплины:

Освоение методов глубокого обучения.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области глубокого обучения;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области глубокого обучения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории глубокого обучения;
- современные проблемы соответствующих разделов глубокого обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач глубокого обучения.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;

- точно представить математические знания в области сложных вычислений в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов;
- предметным языком глубокого обучения в обработке естественного языка и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Введение в обработку естественного языка и глубокое обучение.

Простые векторные представления слов: word2vec, GloVe.

2. Более сложные векторные представления слов: модели языка, softmax, одноуровневые нейронные сети.

Нейронные сети и обратное распространение ошибки в приложении к распознаванию именованных сущностей.

3. Нейронные сети и обратное распространение ошибки в деталях.

Практические советы: проверки на градиент, переобучение, регуляризация, функции активации.

4. Рекуррентные нейронные сети в применении к моделированию языка и другим задачам.

GRU и LSTM в применении к машинному переводу.

5. Сверточные нейронные сети в применении к классификации предложений.

Будущее глубокого обучения для обработки естественного языка: сети с динамической памятью.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы и модели искусственного интеллекта

Цель дисциплины:

Овладение студентами основами задачами искусственного интеллекта и применения аналитических систем. Приобретение навыков по использованию информационно-аналитических систем и анализу данных методами искусственного интеллекта.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области основ кибернетики и теории систем;
- формирование базовых знаний в области задач искусственного интеллекта;
- приобретение теоретических знаний и практических навыков решения задач распознавания образов;
- приобретение навыков использования информационно-аналитических систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области задач искусственного интеллекта.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики, физики, экономики;
- теоретические модели вычислительной техники и алгоритмов;
- новейшие открытия в области компьютерных наук;
- постановку проблем математического моделирования сложных систем;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной электронно-вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных природ-ных и общественных явлений;
- планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента.

владеть:

- научной картиной мира;
- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования поведения, рассуждений и обучения.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Кибернетика.

История кибернетики. Теория обратной связи, методология декомпозиции. Структурная теория систем.

Методы декомпозиции в программировании. Методология декомпозиции в задаче разработки алгоритмов. Методология декомпозиции в теории баз данных.

Теория метасистемных переходов. Модель пересекающихся V-иерархий. Задачи ИИ в программировании. Задача автоматизации программирования.

Законы развития технологий. Обсуждение документа «Вызов 2030».

2. Задача распознавания образов как задача искусственного интеллекта

Вычислительные эксперименты для оптимального управления

Задачи алгебраической теории информации. Условная и взаимная информации. Соотношение признаков.

Классическая постановка задачи распознавания образов. Алгебраическая постановка. Анализ информационной матрицы. Задача классификации, показатели качества классификации. Задачи классификации обработки текстов.

3. Анализ телекоммуникационного взаимодействия.

Алгоритмы визуализации графов на плоскости. Информационно-аналитические системы для анализа телекоммуникационного взаимодействия

Алгоритмы выделения неявных сообществ в графах..Алгоритмы выделения неявных сообществ в графах.

Ознакомление с информационно-аналитическими системами i2 Analyst's Notebook и VisuaLyzer. Изучение средств визуального анализа. Создание простейших схем анализа.

Способы анализа цифрового следа. Методы восстановления параметров цифрового профиля.

4. Проблема создания искусственного интеллекта.

Тест Тьюринга.

Диалоговые системы общения на естественном языке.

Системы автоматического перевода ЭТАП, ПРОМТ и онлайн-переводчиков поисковых систем.

Нейрокомпьютеры.

Нейросетевые модели высшей нервной деятельности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы обработки измерений

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области математических свойств навигационных проблем, изучение способов решения задач навигации, методов исследования достижимой навигационной точности и областей их практического применения на поверхности Земли и в космосе.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области обработки инструментальных данных статистическими и модельно-параметрическими методами, дополняющими общефизическую и общетеоретическую подготовку студента и обеспечивающими технологические основы современных инновационных сфер исследовательской и прикладной деятельности;
- обучение студентов принципам создания и применения навигационных средств и устройств и выявление особенностей их функциональных характеристик;
- обучение студентов методам навигационного планирования движений на практических примерах робототехники и коррекции траектории полёта;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области навигационной сенсорики в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теоретической механики и вычислительной математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике сигнальных преобразований и в их приложениях;
- теоретические модели погрешностей измерения физических параметров;
- уравнения движения и законы сохранения;
- вариационные принципы оптимизации процессов;

- новейшие средства и методы навигации;
- взаимосвязи в фундаментальном единстве математики и естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- моделировать средства измерения параметров наблюдаемого процесса;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- использовать методы осреднения экспериментальных данных;
- получать надёжную оценку точности знания параметров наблюдаемого процесса;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

- научной картиной мира;
- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач средствами МатЛаб, Excel и современными средствами программирования на языках высокого уровня.

Темы и разделы курса:

1. Задачи оценки движения динамического объекта.

Введение в задачи оценки движения по измерениям.

Примеры задач определения движения по измерениям из области робототехники и космонавтики. Понятия локальных методов определения движения и статистических.

Датчики для определения движения и их особенности.

Обзор типов датчиков для определения движения космических аппаратов и их особенности. Понятие модели измерений. Проблема калибровки измерительных средств. Основные типы источников ошибок измерений. Различные классификации ошибок: по способу выражения, по характеру изменения измеряемой величины, по характеру проявления.

2. Методы среднеквадратического оценивания.

Нормальное распределение вероятности и его свойства.

Одномерное нормальное распределение. Доверительный интервал. Двумерное нормальное распределение. Ковариационная матрица, эллипс рассеяния. Условные вероятности, корреляция. Геометрия многомерного нормального распределения. Проецирование эллипсоида ошибок на интересующее направление. Примеры. Вероятность присутствия точки внутри области рассеивания, распределение Рэлея.

Задача среднеквадратичной фильтрации ошибок измерений.

Понятие оценки величины и классификация оценок. Среднеквадратический критерий оценки. Максимум правдоподобия оценки. Примеры среднеквадратичных осреднений данных. Минимизация показателя экспоненты нормального распределения ошибок. Средняя, средневзвешенная, максималльно правдоподобная оценка.

Метод наименьших квадратов для линейных систем.

Система условных уравнений, вывод метода наименьших квадратов, нормальное уравнение. Метод максимума правдоподобия, его геометрическая интерпретация. Способ учёта априорной информации. Метод нормальных мест и аккумулятивный фильтр Гаусса.

Теория фильтра Калмана-Бьюси. Случай динамически изменяемых параметров движения. Понятие ошибки модели движения. Вывод фильтра Калмана-Бьюси, его связь с методом релаксации линейных уравнений.

3. Методы нелинейной фильтрации.

Методы нелинейной фильтрации.

Нелинейные модели движения и измерений. Постановка задачи нелинейного метода наименьших квадратов и методы численного решения. Расширенный и нелинейный фильтры Калмана.

Особенности применения фильтра Калмана. Проблема настройки фильтра Калмана и численные методы её решения. Адаптивные модификации фильтров. Оценка действующих возмущений. Оценка смещения поля измерений. Формальная оценка погрешности осреднения. Постановка задачи о достоверные оценки погрешности осреднения. Способы учета систематических ошибок погрешностей измерений.

4. Примеры применения методов в задачах управления космическими аппаратами.

Вычисление параметров эллипса рассеивания. Два вида псевдообращения прямоугольной матрицы. Метод квадратных корней. Метод параболического спуска.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы оптимального управления

Цель дисциплины:

Изучение основ теории и методов оптимального управления (Мет ОУ).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области оптимального управления;
- приобретение навыков по исследованию экстремальных режимов в задаче оптимального управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований по прикладным моделям;
- приобретение навыков по постановке и исследованию прикладных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы, теории оптимального управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории оптимального управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Мет ОУ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач оптимального управления.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач оптимального управления;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ОУ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области оптимального управления в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ОУ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов оптимального управления;
- предметным языком теории оптимального управления и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Задача вариационного исчисления, основная задача оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.

Задача Лагранжа и задача вариационного исчисления. Задача Майера – Больца, задача на быстроедействие. Фазовое пространство и пространство управлений. Понятия слабого и сильного минимума. Сведение задачи со смешанным видом функционала к задаче с терминальным функционалом. Задача с фиксированным временем и сведение к ней задачи с нефиксированным временем.

Необходимые условия оптимальности. Лагранжев и Гамильтонов формализмы. Сопряженная переменная. Функция Понтрягина, лагранжиан. Сопряженное уравнение, условие трансверсальности. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Лагранжа. Множители Лагранжа и условия дополняющей нежесткости. Гамильтонов формализм.

2. Доказательство принципа максимума Л.С. Понтрягина для основной задачи оптимального управления.

Понятие вариации. Задача Лагранжа и локальные вариации. Основная задача оптимального управления и игольчатые вариации. Пакеты локальных и игольчатых вариаций. Задача с квадратичным функционалом. Множество достижимости, экстремальные управления.

3. Задача вариационного исчисления.

Первые интегралы уравнения Эйлера. Условия Вейерштрасса, Лежандра и Якоби. Уравнение Якоби. Условия Вейерштрасса–Эрдмана. Линейные системы с квадратичным функционалом. Принцип максимума как необходимое и достаточное условие оптимальности. Задача на быстродействие. Теорема о конечном числе точек переключений.

4. Методы динамического программирования.

Функция Беллмана. Определение функции Беллмана. Уравнение Гамильтона-Якоби - Беллмана.

Функции Беллмана и принцип максимума Понтрягина. Связь функции Беллмана с принципом максимума Понтрягина. Проблема синтеза оптимального управления.

Вопросы существования функции Беллмана Уравнение Гамильтона-Якоби –Беллмана и существование функции Беллмана. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности.

5. Проблема существования оптимального управления.

Условия Каратеодори. Измеримые функции, измеримые управления. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения с правой частью, удовлетворяющей условиям Каратеодори.

Программное управление. Принцип отдыха на полпути. Понятие интегранта. Существование выбора измеримого управления. Лемма Филиппова.

Скользящие режимы. Определение скользящих режимов. Расширение пространства управлений. Слабая компактность пространства скользящих режимов. Существование оптимальных управлений.

6. Управляемость, наблюдаемость, идентифицируемость. Особые управления.

Точечная управляемость для линейных систем. Основные определения. Понятия двойственности управляемости и наблюдаемости. Критерий точечной управляемости. Теорема Калмана о точечной управляемости. Полная управляемость линейных систем. Теорема Калмана о полной управляемости автономных систем.

Проблема наблюдаемости. Критерий наблюдаемости для линейной системы. Наблюдение начального состояния. Связь между наблюдаемостью и управляемостью. Критерий полной наблюдаемости стационарной системы.

Проблема идентификации. Критерий идентифицируемости. Критерий полной идентифицируемости стационарной системы.

Особые управления. Определение особых управлений. Скобки Пуассона. Теоремы Келли и Коппа-Мойера.

7. Специальные вопросы теории и методов оптимального управления.

Задача вариационного исчисления. Интегральный инвариант Пуанкаре – Картана. Уравнение Гамильтона – Якоби. Достаточные условия оптимальности. Поле экстремалей. Связь с достаточными условиями Вейерштрасса.

Численные методы оптимального управления. Численные методы, основанные на редукции к задачам нелинейного программирования. Вычисление производных по компонентам

вектора управлений в случае дискретных процессов. Метод штрафов, метод нагруженного функционала.

Дискретный принцип минимума. Вариационные неравенства. Применение метода условного градиента для решения задач оптимального управления. Принцип квазимиимума.

Формализм В.Ф. Кротова. Достаточные условия оптимальности В.Ф. Кротова для непрерывных и дискретных процессов. Применение формализма В.Ф. Кротова для решения линейных задач.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы оптимального управления

Цель дисциплины:

Изучение основ теории и методов оптимального управления (Мет ОУ).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области оптимального управления;
- приобретение навыков по исследованию экстремальных режимов в задаче оптимального управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований по прикладным моделям;
- приобретение навыков по постановке и исследованию прикладных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы, теории оптимального управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории оптимального управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Мет ОУ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач оптимального управления.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач оптимального управления;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ОУ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области оптимального управления в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ОУ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов оптимального управления;
- предметным языком теории оптимального управления и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Задача вариационного исчисления, основная задача оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.

Задача Лагранжа и задача вариационного исчисления. Задача Майера – Больца, задача на быстроедействие. Фазовое пространство и пространство управлений. Понятия слабого и сильного минимума. Сведение задачи со смешанным видом функционала к задаче с терминальным функционалом. Задача с фиксированным временем и сведение к ней задачи с нефиксированным временем.

Необходимые условия оптимальности. Лагранжев и Гамильтонов формализмы. Сопряженная переменная. Функция Понтрягина, лагранжиан. Сопряженное уравнение, условие трансверсальности. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Лагранжа. Множители Лагранжа и условия дополняющей нежесткости. Гамильтонов формализм.

2. Доказательство принципа максимума Л.С. Понтрягина для основной задачи оптимального управления.

Понятие вариации. Задача Лагранжа и локальные вариации. Основная задача оптимального управления и игольчатые вариации. Пакеты локальных и игольчатых вариаций. Задача с квадратичным функционалом. Множество достижимости, экстремальные управления.

3. Задача вариационного исчисления.

Первые интегралы уравнения Эйлера. Условия Вейерштрасса, Лежандра и Якоби. Уравнение Якоби. Условия Вейерштрасса–Эрдмана. Линейные системы с квадратичным функционалом. Принцип максимума как необходимое и достаточное условие оптимальности. Задача на быстродействие. Теорема о конечном числе точек переключений.

4. Методы динамического программирования.

Функция Беллмана. Определение функции Беллмана. Уравнение Гамильтона-Якоби - Беллмана.

Функции Беллмана и принцип максимума Понтрягина. Связь функции Беллмана с принципом максимума Понтрягина. Проблема синтеза оптимального управления.

Вопросы существования функции Беллмана Уравнение Гамильтона-Якоби –Беллмана и существование функции Беллмана. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности.

5. Проблема существования оптимального управления.

Условия Каратеодори. Измеримые функции, измеримые управления. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения с правой частью, удовлетворяющей условиям Каратеодори.

Программное управление. Принцип отдыха на полпути. Понятие интегранта. Существование выбора измеримого управления. Лемма Филиппова.

Скользящие режимы. Определение скользящих режимов. Расширение пространства управлений. Слабая компактность пространства скользящих режимов. Существование оптимальных управлений.

6. Управляемость, наблюдаемость, идентифицируемость. Особые управления.

Точечная управляемость для линейных систем. Основные определения. Понятия двойственности управляемости и наблюдаемости. Критерий точечной управляемости. Теорема Калмана о точечной управляемости. Полная управляемость линейных систем. Теорема Калмана о полной управляемости автономных систем.

Проблема наблюдаемости. Критерий наблюдаемости для линейной системы. Наблюдение начального состояния. Связь между наблюдаемостью и управляемостью. Критерий полной наблюдаемости стационарной системы.

Проблема идентификации. Критерий идентифицируемости. Критерий полной идентифицируемости стационарной системы.

Особые управления. Определение особых управлений. Скобки Пуассона. Теоремы Келли и Коппа-Мойера.

7. Специальные вопросы теории и методов оптимального управления.

Задача вариационного исчисления. Интегральный инвариант Пуанкаре – Картана. Уравнение Гамильтона – Якоби. Достаточные условия оптимальности. Поле экстремалей. Связь с достаточными условиями Вейерштрасса.

Численные методы оптимального управления. Численные методы, основанные на редукции к задачам нелинейного программирования. Вычисление производных по компонентам

вектора управлений в случае дискретных процессов. Метод штрафов, метод нагруженного функционала.

Дискретный принцип минимума. Вариационные неравенства. Применение метода условного градиента для решения задач оптимального управления. Принцип квазимиимума.

Формализм В.Ф. Кротова. Достаточные условия оптимальности В.Ф. Кротова для непрерывных и дискретных процессов. Применение формализма В.Ф. Кротова для решения линейных задач.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Методы оптимизации

Цель дисциплины:

Изучение основ выпуклого анализа, теории и методов решения различных оптимизационных задач в конечномерных пространствах.

Задачи дисциплины:

- овладение студентами начальных сведений по теории выпуклых множеств и выпуклых функций;
- приобретение теоретических знаний по условиям оптимальности для задач безусловной и условной оптимизации, линейного и выпуклого программирования;
- ознакомление студентов с основными современными методами решения конечномерных оптимизационных задач;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области решения практических оптимизационных задач, в том числе с привлечением пакетов оптимизации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и основные теоретические результаты в области теории и методов оптимизации в конечномерных пространствах;
- современные проблемы соответствующих разделов численных методов решения оптимизационных задач;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла «Методы оптимизации»;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных оптимизационных задач.

уметь:

- понять поставленную оптимизационную задачу и провести ее формализацию;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных оптимизационных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения оптимизационных задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представлять математические знания в области методов оптимизации в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками решения оптимизационных задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов методов оптимизации;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории оптимизации;
- предметным языком теории и методов оптимизации, навыками грамотного описания решения соответствующих задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Постановки задач оптимизации и их классификация.

Постановка задач оптимизации Локальный и глобальный экстремумы. Классификация экстремальных задач. Примеры оптимизационных задач.

2. Выпуклые множества и их основные свойства.

Определение выпуклых множеств и их основные частные случаи.

Выпуклые множества. Пересечение и линейная комбинация выпуклых множеств, их свойства. Конус, выпуклый конус. Аффинное множество, две формы представления аффинного множества. Выпуклая, неотрицательная и аффинная комбинация точек. Выпуклая, коническая и аффинная оболочки множеств. Их связь с комбинациями точек.

Топологические свойства выпуклых множеств.

Внутренность, относительная внутренность и замыкание выпуклого множества. Относительная граница множества. Свойства относительной внутренности выпуклого множества.

Отделимость выпуклых множеств и проектирование.

Отделимость множеств. Свойства отделимости выпуклых множеств. Опорная гиперплоскость. Существование опорной гиперплоскости. Проекция точки на множество. Свойства проекций.

Понятие сопряженного множества.

Сопряженное множество. Второе сопряженное множество. Их свойства. Сопряженный конус и сопряженное линейное подпространство. Конус, двойственный к сумме конусов, и конус, сопряженный к пересечению конусов.

Многогранные множества и системы линейных равенств и неравенств.

Многогранные множества, полиэдры. Множество, сопряженное к многогранному множеству. Системы линейных равенств и неравенств. Теоремы об альтернативах. Лемма Фаркаша. Линейные матричные неравенства.

3. Выпуклые функции и их основные свойства.

Определение и основные свойства выпуклых функций.

Выпуклые, строго выпуклые и сильно выпуклые функции. Множество подуровня выпуклой и сильно выпуклой функции. Эпиграф функции, свойства эпиграфа выпуклой функции. Непрерывность и дифференцируемость по направлению выпуклой функции. Дифференциальные критерии выпуклой (сильно выпуклой) функции. Субдифференциал выпуклой функции.

Сопряженные и полярные функции.

Сопряженные и полярные функции, их свойства. Неравенства Юнга–Фенхеля и Минковского–Малера. Индикаторная и опорная функция выпуклого множества.

4. Условия оптимальности для задач безусловной минимизации.

Теорема Вейерштрасса и её следствия. Условия оптимальности для выпуклых задач минимизации в терминах субдифференциалов. Касательное направление, касательный конус. Конус возможных направлений. Их свойства. Теорема о необходимом условии экстремума в терминах производных по касательному направлению. Необходимое и достаточное условие экстремума для выпуклой задачи в терминах производных по направлению.

5. Условия оптимальности для выпуклых задач.

Необходимое и достаточное условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Вариационное неравенство. Необходимые и достаточные условия экстремума для задачи безусловной минимизации.

6. Условия оптимальности для общих задач математического программирования.

Необходимые и достаточные условия оптимальности для задач математического программирования. Условия Каруша–Куна–Таккера. Достаточные условия второго порядка. Условия регулярности ограничений. Необходимые и достаточные условия

оптимальности для выпуклой задачи математического программирования. Регулярная и нерегулярная задачи математического программирования.

7. Теория двойственности для задач математического программирования.

Седловая точка функции Лагранжа. Теория двойственности для задач математического программирования. Задача линейного программирования и двойственная к ней. Собственные и несобственные задачи математического программирования. Двойственность для несобственных задач линейного программирования.

8. Численные методы одномерной минимизации.

Унимодальные функции одной переменной. Методы одномерной минимизации (метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи).

9. Численные методы безусловной минимизации (БМ).

Численные методы решения задачи БМ. Способы выбора шага в методах. Наискорейший спуск. Правило Армихо, правило Голдстейна. Градиентный метод и метод Ньютона решения задачи БМ. Их свойства и сходимость.

Сопряженные направления. Метод сопряженных градиентов для минимизации квадратичных функций. Метод сопряженных градиентов для решения общей задачи БМ.

10. Численные методы решения задач с простыми ограничениями.

Методы решения задач с простыми ограничениями. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод возможных направлений. Различные варианты вспомогательных задач для выбора направлений.

11. Симплекс-метод для решения задач линейного программирования.

Задача линейного программирования. Общая, каноническая и другие формы задачи ЛП. Угловые точки в задаче ЛП. Алгебраический критерий угловой точки. Симплекс-метод (СМ) решения задачи ЛП. Табличная форма СМ. Модифицированный СМ решения задачи ЛП. Двухфазный симплекс-метод. М-задача.

12. Методы последовательной безусловной минимизации для задач математического программирования.

Общая схема метода штрафных функций. Метод внешних штрафных функций. Метод внутренних штрафных функций (барьерных функций). Свойства сходимости методов штрафных функций. Методы параметризации целевых функций (метод внешних центров). Метод внешних центров для задач выпуклого программирования.

13. Методы, основанные на использовании функции Лагранжа и ее модификаций.

Модифицированные функции Лагранжа для задач с ограничениями типа равенства. Их обобщение на задачи с неравенствами.

14. Задачи многокритериальной оптимизации.

Понятие оптимальности в многокритериальной оптимизации. Оптимальные по Слейтеру и Парето решения задач многокритериальной оптимизации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Микроэкономика

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования экономических процессов глобальных, региональных и локальных, а также ознакомление с областями практического применения этих знаний.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний в области экономического моделирования.
- приобретение теоретических знаний и практического умения в области моделирования экономических процессов разного уровня целостности на масштабах времени;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, аксиомы, результаты экономической теории на микроуровне (уровне взаимодействия экономических агентов);
- основные модели микроэкономики и области их применения;
- современные проблемы экономической теории, модели социально-экономических процессов.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных экономических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;

- выделять в экономической ситуации ключевых действующих агентов и их взаимодействия;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- формулировать выводы из применения математических моделей к экономической ситуации в виде совокупности предположений и логически полученных следствий;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы с источниками и в Интернете;
- культурой постановки и моделирования экономических задач;
- навыками критической обработки наблюдений и сопоставления с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Методология экономического анализа и построения экономических моделей, основные предположения
 1. Методология математического моделирования экономических процессов.
 2. Нормативный и позитивный экономический анализ.
 3. Цель и этапы разработки модели. Минимальная модель. Идентификация и верификация модели.
 4. Принятие решений на основе выгод и издержек.
 5. Понятие эксперимента и наблюдения в экономике.
 6. Маржиналистский подход.
-
2. Теория поведения экономического агента - производителя
 1. Фирмы и их производственные решения. Технология производства.
 2. Производственная функция. Долгосрочный и краткосрочный период анализа производства. Средний и предельный продукт. Замещение между факторами производства.

3. Издержки производства. Отдача от масштаба и экономия от масштаба. Издержки в краткосрочном и долгосрочном периодах.
4. Двойственность задач минимизации издержек и максимизации выпуска.
5. Индивидуальное и рыночное предложение.

3. Структуры рынков

1. Структуры рынков. Совершенная конкуренция, монополия, монопосония.
2. Рынки факторов производства: рынок труда и рынок капитала.
3. Монополистическая конкуренция. Концентрация рынка.
4. Модели стратегического поведения экономических агентов. Игры и стратегические решения.
5. Олигополия. Модель Курно и Штакельберга. Ценовая конкуренция. Конкуренция и сговор. Картель.

4. Теория поведения экономического агента - потребителя

1. Рациональный выбор потребителя. Множество потребительских наборов. Отношение предпочтения среди потребительских наборов. Аксиоматика предпочтений.
2. Основные предположения о предпочтениях. Строгое и нестрогое предпочтение. Кривые безразличия. Понятие монотонности и насыщения.
3. Примеры предпочтений: комплементы, субституты, безразличные блага, антиблага.
4. Замещение блага другим благом. Предельная норма замещения.
5. Полезность потребительского набора. Ординалистский и кардиналистский подход к теории полезности. Связь полезности и предпочтений. Предельная полезность и ее связь с нормой замещения.
6. Бюджетное ограничение, возможный ассортиментный набор. Линия бюджетного ограничения. Влияние цен и дохода на бюджетное ограничение.
7. Оптимальный выбор потребителя при бюджетном ограничении. Внутренний и краевой оптимум. Предельная полезность и выбор потребителя. Выявленные предпочтения. Индексы цен и реального дохода.
8. Индивидуальный и рыночный спрос.

5. Модель общего равновесия и благосостояния

1. Анализ общего равновесия. Модель чистого обмена. Диаграмма Эджворта. Эффективность обмена.
2. Функции общественного благосостояния. Эффективность при производстве. Граница производственных возможностей.

6. Экономика общественного сектора

Провалы рынка. Экстерналии и неэффективность. Общественные блага. Общественный выбор.

7. Выбор в условиях неопределенности

Понятие риска. Предпочтения к риску. Способы уменьшить риск. Страхование. Ценность информации.

8. Экономическая теория информации

Модели распространения информации в экономике.

Асимметрия информации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Многозначный анализ

Цель дисциплины:

освоение студентами фундаментальных знаний в области многозначного анализа, а также овладение методами решения теоретических задач.

Задачи дисциплины:

- дать студентам представление о многообразии современных подходов эконометрического исследования;
- научить пониманию и использованию математического языка, на котором принято описывать современные эконометрические методы;
- привить критический подход при отборе инструментов анализа и осознание необходимости тщательного тестирования статистической адекватности получаемых моделей;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

современные методы эконометрического анализа и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований.

уметь:

применять современный эконометрический инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;

обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;

моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

владеть:

□ методикой и методологией проведения эконометрических исследований; навыками самостоятельной исследовательской работы.

Темы и разделы курса:

1. Метрические пространства и расстояние Хаусдорфа

Топология. Топологическое пространство. Хаусдорфово топологическое пространство. Понятия метрики, метрического пространства, полного метрического пространства, сепарабельного метрического пространства. Теорема Тихонова. Метрические компакты и их свойства. Вполне ограниченные множества. Критерии компактности. Теорема о разбиении единицы. Пространство непустых компактов $K(X)$ и хаусдорфова метрика. Отображения, непрерывные в точке.

2. Свойства непрерывности многозначных отображений

Многозначные отображения. Полунепрерывные сверху (снизу) в точке многозначные отображения. График. Замкнутость многозначного отображения. Эквивалентность замкнутости графика и полунепрерывности сверху. Предкомпактное множество. Локально компактное отображение. Пересечение и объединение отображений. Полунепрерывность сверху (полунепрерывность снизу, замкнутость) объединения полунепрерывных сверху (полунепрерывных снизу, замкнутых) многозначных отображений. Пересечение полунепрерывных сверху отображений и их полунепрерывность. Сепарабельность пространства $K(X)$. Строение предбазы в $K(X)$.

3. Селекторы многозначных отображений

Измеримое многозначное отображение. Теорема Лузина. Измеримость полунепрерывных отображений. Измеримость пересечения измеримых отображений. Теоремы об измеримом выборе (существование у измеримого многозначного отображения измеримого селектора; существование у измеримого отображения множества измеримых селекторов, всюду плотного в множестве значений отображения). Теорема Майкла (с доказательством). Теорема о непрерывной продолжимости многозначного отображения. Теорема Челлины. Липшицевы селекторы.

4. Приложения в теории управления. Дифференциальные включения

Интеграл от многозначного отображения. Теорема Ляпунова. Выпуклость интеграла от многозначного отображения (без доказательства). Дифференциальные включения и их свойства. Задача Коши для дифференциального включения. Теорема существования решения для дифференциальных включений. Принцип сживающих отображений. Теорема Брауэра о неподвижной точке. Теорема Какутани о неподвижной точке. Точка совпадения отображений. Устойчивость точек совпадения. Свойства накрывающих отображений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Многомерный анализ, интегралы и ряды

Цель дисциплины:

Является формирование базовых знаний по математическому анализу для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах с естественнонаучным содержанием; формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- свойства функций многих переменных, понятия предела, непрерывности, частных производных и дифференциала;
- свойства определенного интеграла Римана, несобственных интегралов, криволинейных интегралов, свойства числовых, функциональных и степенных рядов;
- признаки сходимости несобственных интегралов со степенными, логарифмическими и экспоненциальными особенностями; аналогичные признаки сходимости числовых и функциональных рядов;
- основные разложения элементарных функций в ряд Тейлора.

уметь:

- вычислять частные производные первого и высших порядков от функций многих переменных (в частности, заданных неявно); исследовать дифференцируемость функций;

- выполнять замену переменных в дифференциальных уравнениях (обыкновенных и с частными производными);
- вычислять определенные интегралы и криволинейные интегралы (в частности, возникающие в геометрических и физических задачах);
- исследовать сходимость числовых рядов, равномерную сходимость функциональных рядов;
- раскладывать элементарные функции в степенные ряды и находить их радиусы сходимости.

владеть:

- аппаратом дифференциального исчисления функций многих переменных, а также аппаратом интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах;
- понятием равномерной сходимости функциональных рядов для обоснования некоторых математических преобразований, применяемых в физике.

Темы и разделы курса:

1. Дифференциальное исчисление функций многих переменных

1.1. Точечное n -мерное евклидово пространство. Расстояние между точками, его свойства. Предел последовательности точек в n -мерном евклидовом пространстве. Теорема Больцано-Вейерштрасса и критерий Коши сходимости последовательности. Внутренние, предельные, изолированные точки множества; точки прикосновения. Открытые и замкнутые множества, их свойства. Внутренность, замыкание и граница множества.

1.2. Предел числовой функции нескольких переменных. Определения по Гейне и Коши, их эквивалентность. Повторные пределы и пределы по направлениям. Исследование предела функции двух переменных при помощи перехода к полярным координатам. Предел функции по множеству.

1.3. Непрерывность функции нескольких переменных в точке и по множеству. Непрерывность сложной функции. Свойства функций, непрерывных на компакте – ограниченность, достижение точных верхней и нижней граней, равномерная непрерывность. Теорема о промежуточных значениях функции, непрерывной в области.

1.4. Частные производные функций нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных в точке, дифференциал. Необходимые условия дифференцируемости, достаточные условия дифференцируемости. Дифференцируемость сложной функции. Инвариантность формы дифференциала относительно замены переменных. Градиент, его независимость от выбора прямоугольной системы координат. Производная по направлению.

1.5. Частные производные высших порядков. Независимость смешанной частной производной от порядка дифференцирования. Дифференциалы высших порядков,

отсутствие инвариантности их формы относительно замены переменных. Формула Тейлора для функций нескольких переменных с остаточным числом в формах Лагранжа и Пеано.

2. Определенный интеграл, его применение

2.1. Определенный интеграл Римана. Суммы Римана, суммы Дарбу, критерий интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции, интегрируемость монотонной функции, интегрируемость ограниченной функции с конечным числом точек разрыва. Свойства интегрируемых функций: аддитивность интеграла по отрезкам, линейность интеграла, интегрируемость произведения, интегрируемость модуля интегрируемой функции, интегрирование неравенств, теорема о среднем. Свойства интеграла с переменным верхним пределом – непрерывность, дифференцируемость. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование подстановкой и по частям в определенном интеграле.

2.3. Геометрические приложения определенного интеграла – площадь криволинейной трапеции, объем тела вращения, длина кривой, площадь поверхности вращения.

2.4. Криволинейный интеграл первого рода. Независимость выражения интеграла через параметризацию кривой от допустимой замены параметра. Ориентация гладкой кривой. Криволинейный интеграл второго рода, выражение через параметризацию кривой.

3. Несобственный интеграл

3.1. Несобственный интеграл (случай неограниченной функции и случай бесконечного предела интегрирования). Критерий Коши сходимости интеграла. Интегралы от знакопостоянных функций, признаки сравнения сходимости. Интегралы от знакопеременных функций; абсолютная и условная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля.

4. Числовые ряды

4.1. Числовые ряды. Критерий Коши сходимости ряда. Знакопостоянные ряды: признаки сравнения сходимости, признаки Даламбера и Коши, интегральный признак. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля. Независимость суммы абсолютно сходящегося ряда от порядка слагаемых. Теорема Римана о перестановке членов условно сходящегося ряда. Произведение абсолютно сходящихся рядов.

5. Функциональные последовательности и ряды

5.1. Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Критерий Коши равномерной сходимости. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда их непрерывных функций. Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Признаки Дирихле и Абеля.

6. Степенные ряды

6.1. Степенные ряды с комплексными членами. Первая теорема Абеля. Круг и радиус сходимости. Характер сходимости степенного ряда в круге сходимости. Формула Коши-

Адамара для радиуса сходимости. Вторая теорема Абеля. Непрерывность суммы комплексного степенного ряда.

6.2. Степенные ряды с действительными членами. Сохранение радиуса сходимости при почленном интегрировании и дифференцировании степенного ряда. Бесконечная дифференцируемость суммы степенного ряда в круге сходимости. Единственность разложения функции в степенной ряд; ряд Тейлора. Формула Тейлора с остаточным числом в интегральной форме. Пример бесконечно дифференцируемой функции, не разлагающейся в степенной ряд. Разложение в ряды Тейлора основных элементарных функций. Разложение в степенной ряд комплексной функции .

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Многопоточные вычисления на основе технологий CUDA и OpenCL

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями алгебры логики, комбинаторики, теории графов (АЛКТГ) в приложении их к задачам дискретной математики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области АЛКТГ;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области АЛКТГ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные термины курса;
- Различие в устройстве центрального процессора и графического ускорителя;
- Особенности программной модели CUDA;
- Дополнительные возможности компилятора NVCC;
- Различия между всеми типами памяти графического ускорителя.

уметь:

- Компилировать код на CUDA с помощью компилятора NVCC;
- преобразовывать последовательный код в параллельный на CUDA ;
- оценивать возможность использования различных типов памяти;
- оптимизировать код, используя особенности аппаратного устройства графического ускорителя.

владеть:

- Навыками работы в операционной системе Linux;
- Навыками работы с компилятором NVCC;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования параллельных вычислений на CUDA;
- Расширением языка C.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс

История развития вычислительных систем. Основная терминология курса. Типы параллелизма. Обоснование необходимости использования распределенных систем. Критерии применимости параллельных вычислений. Примеры применения параллельных вычислений.

2. Молекулярная динамика

Краткое описание метода молекулярной динамики. Примеры задач и их решения. Исследование способности к распараллеливанию задач молекулярной динамики. Использование распределенных систем для задач молекулярной динамики.

3. Архитектура CPU и GPU

Сравнение классической архитектуры Intel и AMD. Принципиальное отличие классической и CUDA архитектуры GPU. Необходимые шаги к единой архитектуре вычислительных устройств. Сравнительные характеристики чипов G80, G92, G200 NVIDIA.

4. Программная модель CUDA

Основные модификаторы языка C. Введение в особенности программирования под GPU. Понятия треда, варпа, блока и грида. Программный стек CUDA. Описание пользовательского интерфейса разработчика, основные компоненты. Команды работы с памятью. Пример вызова CUDA.

5. Модель памяти GPU

Глобальная, константная, текстурная, локальная, разделяемая и регистровая память. Особенности использования каждого типа памяти. Размещение различных данных в различной памяти. Сравнения производительности глобальной и текстурной памяти на задачах произвольного чтения. Характерные размеры каждой памяти на примере чипа G200. Когерентное общение с глобальной памятью.

6. Аппаратная реализация единой архитектуры

Объединённая архитектура графических процессоров. Основные составные элементы аппаратной реализации GPU. Преимущества унифицированной архитектуры. Составные части аппаратной реализации: TPC, SM, SP. Буфер инструкций SM. Регистровый файл SM. Конвейеры исполнения команд. Ветвление внутри варпа.

7. Реализация алгоритмов под CUDA

Процесс создания приложений под CUDA на примере задачи перемножения матриц. Использование переменных `blockIdx` и `threadIdx`. Хост и девайс функции. Способы оптимизации написанного кода. Использование текстурной памяти для хранения массивов матриц. Использование атомарных функций.

8. Пакет HOOMD для молекулярной динамики

Детальное исследование процесса разработки программ под CUDA на примере пакета HOOMD.

9. Практическое применение

Практическое применение полученных знаний. Самостоятельное модифицирование и оптимизация задачи перемножения матриц. Выбор и реализация собственного проекта.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Многопоточные вычисления на основе технологий MPI и OpenMP

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний в области многопоточных вычислений на основе технологий MPI и OpenMP.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области много-поточного программирования;
- формирование представления о технологиях MPI и OpenMP.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основы параллельного программирования;
- Устройство современных высокопроизводительных систем;
- Архитектуру библиотек MPI и OpenMP.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- разрабатывать код программ, реализующий параллельные алгоритмы, выбирая адекватные средства синхронизации и атомарные операции платформы;
- отлаживать программы, исполняющиеся в параллельном окружении на современных аппаратных средствах, используя все технические возможности.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;

- Техническими средствами разработки программ, исполняющихся в параллельном окружении;
- Библиотеками MPI и OpenMP, использующимися при разработке программ, и понимать их применимость к задачам;
- навыками самостоятельной работы при разработке и отладке параллельных программ;
- математическим моделированием процесса исполнения алгоритмов на разделяемой и общей памяти.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс. Основы MPI. Компиляция и запуск программ.

Архитектура вычислительных систем с разделяемой памятью. История суперкомпьютеров. Кластера типа Beowolf. Устройства кластера и основные его компоненты. Высокоскоростные сети. История и стандарты MPI. Существующие реализации MPI. Основные понятия о процессах в MPI. Адресация процессов.

2. Виды коммуникаций. Коммуникации типа точка-точка.

Типы коммуникаций в MPI. Коммуникации типа точка-точка. Блокирующие и неблокирующие коммуникации. Особенности использования буфера библиотекой MPI. Очередность получения и передачи сообщений процессорами

3. Распараллеливание сеточных методов.

Основные алгоритмы распараллеливания сеточных методов решения PDE. Структурные и неструктурные сетки. Пакеты для деления неструктурных сеток. Распараллеливание на структурных сетках на примере уравнение теплопроводности в двумерном случае.

4. Групповые коммуникации.

Введение в групповые коммуникации в MPI. Особенности работы групповых коммуникаций. Типы групповых сообщений: синхронизация, сбор и передача данных, коллективные вычисления. Отличия и сходства в вызовах и работе с коммуникациями типа точка-точка. Взаимодействия процессов при групповых коммуникациях.

5. Распределенные операции с матрицами и векторами.

Алгоритмы распределенных операций над матрицами и векторами. Разбор примера решения СЛАУ методом сопряженных градиентов в MPI. Особенности работы с разреженными матрицами.

6. Собственные типы MPI.

Понятие о типе данных. Виды типов данных в MPI. Создание своих типов. Разбор примеров. Оптимизация распараллеливания задачи теплопроводности используя собственные типы.

7. Группы и коммутаторы. Виртуальные топологии.

Понятия о группах, коммуникаторах и топологиях.

8. Введение в MPI-2.

Основные новшества в MPI-2. Динамическое порождение и уничтожение процессов. Параллельная работа с файлами.

9. Введение в OpenMP

Вычислительные системы с общей памятью. Стандарт OpenMP. Сравнение со стандартными реализациями потоков (POSIX Threads, WinAPI и другие реализации). Поддержка современными компиляторами. Особенности компиляции и запуска программ. Модель программирования OpenMP.

10. Основы OpenMP

Директивы PRAGMA и функции исполняющей среды OpenMP. Разбор простого примера «Hello World». Основные принципы программирования в OpenMP. Основные правила применения директив OpenMP, использующихся для описания данных и организации параллельных вычислений. Вопросы видимости данных и корректности доступа к данным.

11. Параллельное выполнение циклов, параллельные секции, синхронизация потоков.

Методы распараллеливания циклов и контроля распределения работы между процессорами. Статическое и динамическое распределение итераций между потоками. Способы балансировки работы процессоров с помощью директив OpenMP. Задание внешних переменных окружения с помощью функций OpenMP. Параллельные секции. Синхронизация параллельных потоков.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Модели естественного языка

Цель дисциплины:

является ознакомление студентов с моделями и методами анализа естественных языков, освоение принципов морфологического, синтаксического и семантического анализа, а также получение навыков работы с обработчиками естественных языков - лингвистическими процессо-рами.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области анализа естественного языка;
- приобретение теоретических знаний в области компьютерной лингвистики, естественного языка;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области анализа естественных языков;
- приобретение навыков практической работы с анализаторами текстов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- теоретические модели вычислительной техники и алгоритмов;
- новейшие открытия в области компьютерных наук;
- основные методы, алгоритмы и программные инструменты анализа естественно-языковых текстов.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- работать на современной электронно-вычислительной технике;

применять на практике полученные знания для решения задач по обработке текстов на естественных языках.

владеть:

научной картиной мира;

методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;

навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной тех-нике;

навыками использования программных инструментов анализа текстов для решения конкретных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Введение. Естественный язык как средство передачи информации. Классификации естественных языков. Задача автоматического анализа текстов на естественном языке.

2. Морфологический анализ

Уровни анализа: морфологический, синтаксический, семантический. Прикладные аспекты автоматического анализа естественных языков – машинный перевод, понимание текстов, поиск документов.

Методы морфологического анализа текстов: словарный, бессловарный, грамматический, вероятностный.

Проблема морфологической многозначности. Методы снятия морфологической многозначности: статистические, основанные на правилах

3. Синтаксический анализ

Синтаксис естественных языков. Виды и способы описания синтаксических отношений.

Формальные грамматики. Алгоритмы синтаксического анализа.

Синтаксическая многозначность и методы её разрешения.

4. Семантический анализ

Способы формализации семантики и методы семантического анализа. Векторные представления в лингвистике.

Реляционно-ситуационная модель текста.

Проблема семантической многозначности и способы её снятия.

5. Приложения методов анализа естественного языка

Анализаторы естественного языка, их сравнительный анализ.

Приложения теории анализа естественных языков в поисковых машинах, системах машинного перевода и других задачах искусственного интеллекта.

Дискурсивный анализ текста и его приложения.

Прикладные задачи анализа текстов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Модели и методы искусственного интеллекта

Цель дисциплины:

- освоение студентами методов и моделей, применяемых в системах распознавания и искусственного интеллекта.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний в области теории и методов искусственного интеллекта как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания систем и алгоритмов искусственного интеллекта, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области обработки данных в интеллектуальных системах в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль систем искусственного интеллекта;
- модели, используемые для анализа и построения систем искусственного интеллекта;
- основные методы представления данных (в том числе нечётких, неполных, противоречивых) в системах искусственного интеллекта;
- основные методы обработки данных (в том числе нечётких, неполных, противоречивых) и принятия решений на их основании.

уметь:

- применять на практике методы представления данных и вывода решений;
- выявлять специфику задачи, требующей построения интеллектуальной системы, определять возможные варианты систем, способных решить задачу;

- дать обоснование избранного варианта;
- дать оценки производительности и точности выбранного решения;
- программировать на компьютере те или иные алгоритмы искусственного интеллекта.

владеть:

- навыками анализа задач, требующих создания автоматических интеллектуальных систем;
- адекватными подходами для эффективного создания интеллектуальных систем;
- теоретическим аппаратом основных моделей и методов, применяемых при разработке систем искусственного интеллекта.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс. Структура предметной области, основные методы и модели. Нейронные сети. Генетические алгоритмы.

Основные этапы становления области знаний под названием "искусственный интеллект". Классификация интеллектуальных задач. Структура предметной области, основные методы и модели.

Структура сети и нейрона. Нейрон как адаптивный линейный сумматор. Однослойные и многослойные сети. Алгоритм обратного распространения ошибок.

Аналогия с естественной эволюцией и терминология. Классический ГА: инициализация – оценка приспособленности – селекция хромосом – применение генетических операторов – создание новой популяции.

2. Нечеткие множества, числа, вывод, управление. Структура и стратегии поиска в пространстве состояний. Эвристический поиск.

Нечеткие множества, числа, вывод, управление.

Структура и стратегии поиска в пространстве состояний.

Эвристический поиск.

3. Представление данных в системах ИИ. Сильные методы решения задач. Рассуждения в условиях неопределённости.

Способ организации и запоминания данных человеком. Ассоционистская теория смысла. Теория концептуального отношения, концептуальные графы. Сценарии. Фреймы.

Системы, основанные на правилах, продукционные системы. Объяснения и прозрачность рассуждений на основе цели.

Абдуктивный вывод. Системы поддержки истинности. Неточный вывод на основе фактора уверенности. Теория доказательства Демпстера-Шефера. Байесовские рассуждения, сети доверия. Рассуждения с нечёткими множествами.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Модели и методы системного анализа

Цель дисциплины:

Изучение основ теории макросистем, современных численных методов анализа математических моделей сложных систем, описываемых нерегулярными операторными уравнениями.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области исследования макросистем, приближенного решения некорректных и/или нерегулярных задач, возникающих в современном математическом моделировании.
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в прикладных областях в рамках выпускных работ на степень бакалавра и магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные проблемы, связанные с теорией макросистем.
- Основные проблемы, связанные с численным решением нерегулярных операторных уравнений.
- Основные подходы к построению численных методов анализа таких уравнений.
- Итерационные процессы, позволяющие конструировать численные алгоритмы в конкретных задачах.

уметь:

- Применять основы теории оптимизации, выпуклого анализа и статистического моделирования для решения практических задач.
- Строить математические модели макросистем и анализировать численные алгоритмы для решения конкретных нерегулярных операторных уравнений.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия теории макросистем. Феноменологическая схема макросистемы. Вероятностные характеристики макросистемы: функции распределения вероятностей и энтропии.

Макро- и микроуровень. Стохастическое поведение элементов. Микро- и макросостояния. Типы состояний. Примеры.

Пространство элементов, пространство состояний. Подмножества близких состояний. Состояния Больцмана, Ферми, Эйнштейна. Парасостояния.

Стохастические распределительные схемы. Независимость, различимость и неразличимость элементов. Морфологические свойства вероятностных характеристик. «Острота» максимума.

2. Вариационный принцип и его обобщения. Макросистемы с ограничениями. Параметрические свойства моделей стационарных состояний.

Принцип максимизации энтропии.

Методы исследования «остроты» максимума для макросистемы с ограничениями. Модели стационарных состояний.

МСС с полным и неполным использованием ресурсов. Неявные функции и задачи возмущенного математического программирования.

3. Вычислительные методы. Динамические модели макросистем.

Мультипликативные алгоритмы. Классификация. Теоремы сходимости. Алгоритмы с р-активными переменными.

Принцип локальных равновесий. Динамические системы с энтропийным оператором. Точки равновесия. Устойчивость.

4. Модели транспортных потоков.

Поведенческие гипотезы, априорные вероятности, Кривые расселения.

5. Метод Ньютона (МН). Метод Гаусса-Ньютона.

Нелинейные операторы в гильбертовом пространстве. Дифференцируемость. Класс операторов (N_1, N_2) . Операторное уравнение. Условие регулярности. Линеаризованное

операторное уравнение и метод Ньютона (МН). Теорема о локальной сходимости МН в регулярном случае

Метод Гаусса-Ньютона для минимизации квадрата нормы невязки. Исследование его локальной сходимости в случае разрешимости и неразрешимости соответствующего операторного уравнения в регулярном случае.

6. Градиентный метод минимизации функционала невязки. Схема А.Н.Тихонова.

Градиентный метод минимизации функционала невязки. Теоремы о поведении итераций градиентного метода в регулярном и нерегулярном случае.

Схема А.Н.Тихонова получения сильно сходящихся минимизирующих последовательностей для функционала невязки без предположения регулярности и её исследование.

Возможности получения апостериорных оценок погрешности.

7. Схема Тихонова в случае линейного операторного уравнения. Градиентный итеративный процесс в линейном случае. Условия истокорпредставимости.

Схема Тихонова в случае линейного операторного уравнения с необратимым оператором и её исследование спектральными методами. Случай неточной информации об операторном уравнении. Понятие о регуляризирующем алгоритме.

Градиентный итеративный процесс решения линейного операторного уравнения с необратимым оператором. Доказательство его сильной сходимости спектральным методом.

Априорные условия позволяющие установить скорость сходимости тихоновских аппроксимаций и градиентного процесса в случае линейного операторного уравнения. Достижимая точность аппроксимации решения при различных априорных предположениях при неточных данных.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Моделирование и анализ функционирования сложных систем

Цель дисциплины:

Изучение современных методов и информационных технологий по анализу деятельности сложных социально-экономических систем (регионов, компаний, банков, муниципальных образований и т.д.).

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области изучения математических моделей по анализу деятельности сложных систем;
- приобретение практических навыков работы и оказание консультаций и помощи студентам в построении оптимизационных моделей и проведении экспериментальных исследований по анализу деятельности сложных систем;
- освоение студентами навыков интерпретации результатов моделирования для конкретных областей экономики и бизнеса.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, математики и современной физики, вычислительной математики;
- современные проблемы исследования операций и математической экономики;
- современные пакеты программ по вычислительной математике и оптимизации.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании современных социально-экономических процессов и явлений;
- пользоваться своими знаниями для решения прикладных задач в экономике и бизнесе;
- давать правильную интерпретацию при сопоставлении результатов теории и моделирования;

- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в прикладных задачах физическое и экономическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать современные программы и информационные технологии для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования экономических процессов и явлений;
- навыками грамотной обработки результатов моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Анализ деятельности объектов с отрицательными выходными показателями.

Анализ эффективности объектов с некоторыми отрицательными выходными параметрами. Определение множества производственных возможностей. Алгоритмы нахождения минимального расстояния между объектом и множеством производственных возможностей по норме один и бесконечность.

Траектория выхода на эффективную гиперповерхность.

2. Анализ устойчивости производственных объектов.

Анализ эффективности объектов с некоторыми отрицательными выходными параметрами. Определение множества производственных возможностей. Алгоритмы нахождения минимального расстояния между объектом и множеством производственных возможностей по норме один и бесконечность.

Зоны устойчивости. Определение зон устойчивости. Алгоритмы построения зон устойчивости для эффективного и неэффективного объектов по нормам один и бесконечность.

3. Вычисление эластичности и эффекта масштаба.

Эффект масштаба в классической экономической теории. Увеличение, убывание, постоянство эффекта масштаба. Определение эффекта масштаба в моделях ВСС. Критерии для определения эффекта масштаба для эффективных точек в моделях ВСС. Оптимизационные задачи для вычисления эффекта масштаба в моделях ВСС.

4. Выявление скрытых эффектов в моделях анализа деятельности сложных систем.

Выявление скрытых эффектов в моделях анализа деятельности сложных систем. Взаимосвязь между множеством слабо эффективных точек по моделям ВСС, множеством слабо эффективных точек по Парето и множеством граничных точек.

5. Исследование граничных точек и точек слабо эффективных по Парето.

Эффект масштаба в классической экономической теории. Увеличение, убывание, постоянство эффекта масштаба. Определение эффекта масштаба в моделях ВСС. Критерии для определения эффекта масштаба для эффективных точек в моделях ВСС. Оптимизационные задачи для вычисления эффекта масштаба в моделях ВСС.

Определение эффективности и слабой эффективности по Парето. Аддитивные модели, прямая и двойственная задачи. Теоремы об эквивалентности множества эффективных точек по аддитивной модели, по Парето и по модели ВСС.

6. Основные модели анализа деятельности сложных социально-экономических систем.

Модели с постоянным эффектом масштаба для определения эффективности. Прямая и двойственная задачи модели. Определение эффективного объекта по решению прямой и двойственной задачи.

Множество производственных возможностей T . Постулаты для построения множества. Свойства множества для модели с постоянным эффектом масштаба. Теоремы о соответствии точек множества T и множества решений оптимизационной задачи с постоянным эффектом масштаба.

Модель с переменным эффектом масштаба. Прямая и двойственная задачи модели. Определение эффективности и слабой эффективности. Множество производственных возможностей T для модели с переменным эффектом масштаба. Постулаты множества. Теорема об опорной гиперплоскости для T . Модели с переменным эффектом масштаба, ориентированные по выходу.

7. Основные понятия в теории анализа деятельности сложных систем.

Обобщение простых критериев эффективности. Определение Фаррелла. Обобщение простых критериев эффективности. Нелинейные оптимизационные модели.

Множество производственных возможностей T . Постулаты для построения множества. Свойства множества для модели с постоянным эффектом масштаба. Теоремы о соответствии точек множества T и множества решений оптимизационной задачи с постоянным эффектом масштаба.

8. Построение экономических функций и вычисление предельных коэффициентов с помощью параметрических оптимизационных алгоритмов.

Параметрические методы в анализе эффективности сложных систем. Определение характерных сечений эффективного фронта. Алгоритмы построения производственных функций, изокванты по входным и выходным параметрам, вертикального сечения, изопрофиты применения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Моделирование управляемого углового движения космических аппаратов

Цель дисциплины:

изучение основных подходов к моделированию орбитального и углового движения космического аппарата, наиболее часто используемых моделей внешней среды, а также методов построения управления ориентацией космического аппарата.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами методов моделирования движения космического аппарата (КА) под действием внешних возмущений;
- ознакомление студентов с различными моделями внешних полей (гравитационного, магнитного);
- формирование у студентов навыков практической реализации алгоритмов управления ориентацией КА.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- кинематику и динамику твёрдого тела;
- содержание теорем Ляпунова и Барбашина-Красовского;
- основные модели магнитного и гравитационного полей, атмосферы;
- различные алгоритмы управления ориентацией КА.

уметь:

- моделировать движение КА;
- выбирать необходимые для обеспечения заданной точности модели внешней среды;
- применять изученные алгоритмы управления ориентацией КА на практике.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой математического моделирования процессов в сложных системах.

Темы и разделы курса:

1. Введение в теорию устойчивости, системы управления ориентацией

Фазовое пространство, управляемость и наблюдаемость системы. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа. Теорема Барбашина-Красовского, ее обобщения.

2. Принципы построения алгоритмов управления ориентацией КА

Обзор систем управления: пассивные, полупассивные, активные. Оптимальное управление, PD-регулятор, скользящее управление

3. Маховичные системы управления ориентацией, гиродины

Особенности маховиков: насыщение, трение, зоны нечувствительности, дискретность. Трудности реализации требуемых моментов с помощью гиродинов, сингулярность

4. Задача двух тел. Модели орбитального движения

Уравнение Кеплера. Оскулирующие и равноденственные элементы. Эфемериды. Модель SGP4, двустрочные элементы (TLE).

5. Модели атмосферы, солнечного воздействия, магнитного и гравитационного полей

Конкретные примеры моделей внешней среды: гравитационного поля (центральное поле, учет дополнительных гармоник), магнитного поля (IGRF, наклонный и прямой диполи), атмосферы (экспоненциальная модель, ГОСТ, CIRA), модели солнечного воздействия.

6. Особенности работы датчиков. Методы фильтрации измерений

Случайные (шумы) и систематические (сдвиг нуля, неправильная установка датчика, воздействие внешних возмущений) ошибки. Локальные методы. Метод наименьших квадратов, фильтр Калмана

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Нелинейные вычислительные процессы

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения современных вычислительных алгоритмов для решения нелинейных уравнений математической физики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения вычислительных алгоритмов для решения нелинейных уравнений математической физики и исследования свойств этих алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области вычислительных алгоритмов для решения нелинейных уравнений математической физики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области вычислительной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории вычислительной математики;
- современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем курса;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики.

уметь:

- понимать поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области изучаемого курса в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования изучаемых в курсе математических подходов и методов;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Численное интегрирование жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).
 - 1.1. Жесткие системы ОДУ. Простейшие примеры. Качественная картина поведения решений.
 - 1.2. А и L – устойчивые схемы для жестких систем ОДУ, жестко- устойчивые и монотонные схемы.
 - 1.3. Двухточечные схемы (Рунге-Кутта) для систем обыкновенных дифференциальных уравнений: явные, полуявные, неявные. Условия аппроксимации.
 - 1.4. Линейные многошаговые схемы (Адамса) для систем обыкновенных дифференциальных уравнений: явные и неявные схемы. Условия аппроксимации.
 - 1.5. Линейные многошаговые схемы для продолженных систем обыкновенных дифференциальных уравнений (схемы Обрешкова): явные и неявные схемы. Условия аппроксимации.
 - 1.6. Итерационные методы решения нелинейных систем в случае неявных и полуявных схем.
2. Численные методы решения краевых задач для квазилинейных систем уравнений гиперболического типа.
 - 2.1. Системы уравнений гиперболического типа (СУГТ). Характеристическая форма уравнений. Дивергентная форма уравнений, сохранение дивергентной формы при преобразовании независимых переменных. Продолженные (расширенные) системы. Системы уравнений гиперболического типа на графах (переходные ударно-волновые процессы в сетях). Постановка краевых условий. Примеры СУГТ – уравнения газовой

динамики, мелкой воды, магнитогазодинамики, упруго-деформируемых тел, интенсивного дорожного движения, электроэнергетических сетей и др. Их характеристическая и дивергентная формы.

2.2. Простейшее уравнение переноса (УП). Разностные схемы для УП в пространстве неопределенных коэффициентов. Условия аппроксимации и устойчивости. Критерии монотонности разностных схем (Фридрихса, Годунова, Хартена, Ван Лира). Монотонные по Фридрихсу схемы в пространстве неопределенных коэффициентов (схемы с положительной аппроксимацией).

2.3. Схемы повышенного порядка аппроксимации для уравнения переноса. Невозможность построения линейных, монотонных по Фридрихсу схем с порядком аппроксимации выше первого. Гибридные (TVD) схемы.

2.4. Схемы повышенного порядка аппроксимации для уравнения переноса на нерасширяющихся сеточных шаблонах. Метод параметрической коррекции разностных схем.

2.5. Разностные схемы в пространстве сеточных функций. Монотонные по Ван Лиру схемы повышенного порядка аппроксимации в пространстве сеточных функций. Обобщение критериев монотонности на случай многослойных сеточных шаблонов. Монотонные по Ван Лиру схемы повышенного порядка аппроксимации для многослойных и нерасширяющихся сеточных шаблонов.

2.6. Обобщение разностных схем для уравнения переноса на случай квазилинейной системы уравнений гиперболического типа. Консервативные схемы. Решение сеточных уравнений в случае неявных схем.

2.7. Примеры: явные схемы Куранта – Изаксона – Риса и ее консервативный вариант. Схемы П.Лакса, Лакса – Вендроффа, Маккормака, Бима-Уорминга, В.Русанова. Неявные схемы Карлсона, Ландау – Меймана – Халатникова, Бабенко. Гибридные схемы и схемы со сглаживанием (Федоренко, Бориса – Бука, TVD – схемы).

2.8. Обобщение разностных схем для квазилинейной системы уравнений гиперболического типа на многомерный случай. Методы расщепления по пространственным переменным в случае канонической области интегрирования. Методы на неструктурированных сетках для решения в сложных, в том числе многосвязных областях.

3. Численные методы решения краевых задач для квазилинейных систем уравнений параболического типа

3.1. Квазилинейные параболические уравнения и системы. Автомодельная задача о бегущей волне.

3.2. Разностные схемы для простейшего уравнения теплопроводности в пространстве неопределенных коэффициентов. Монотонные схемы (схемы с положительной аппроксимацией) с порядком аппроксимации n .

3.3. Обобщение разностных схем для уравнения теплопроводности на случай квазилинейных уравнений и систем параболического типа. Консервативные схемы. Расщепление по "физическим процессам".

3.4. Обобщение разностных схем для квазилинейной системы уравнений параболического типа на многомерный случай. Методы расщепления по пространственным переменным и

методы на неструктурированных сетках для решения в сложных, в том числе многосвязных областях интегрирования.

4. Некоторые численные методы решения краевых задач эллиптических уравнений.

4.1. Простейшие уравнения эллиптического типа и его разностные аппроксимации. Схемы с положительной аппроксимацией в случае регулярных и нерегулярных (неструктурированных) сеток.

4.2. Некоторые итерационные методы решения сеточных уравнений. Метод простой итерации. Условия сходимости, оптимальный выбор итерационного параметра. *Чебышевское ускорение сходимости для метода простой итерации, его неустойчивость и регуляризация (упорядочивание итерационных параметров).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Обработка изображений в системах искусственного интеллекта

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний, теоретических основ, методов и моделей обработки изображения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области теории и методов обработки изображений как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания систем и алгоритмов обработки изображения, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области обработки данных в интеллектуальных системах в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль задач автоматической обработки изображений в научных исследованиях;
- модели обработки данных большой размерности;
- принципы выделения полезной информации в потоке данных;
- основные подходы выделения признаков и сегментации изображений;
- конкретные подходы извлечения границ, областей, текстур, структур на изображении.

уметь:

- применять на практике подходы автоматической обработки изображений;

- выявлять специфику требуемых данных в интеллектуальной системе, использующей изображения для выбора адекватного метода обработки;
- дать обоснование применяемого подхода;
- дать оценки производительности и точности выбранного решения;
- программировать на компьютере те или иные алгоритмы обработки изображений.

владеть:

- навыками анализа задач автоматической обработки изображений;
- адекватными подходами для эффективного решения задач выделения необходимых признаков на изображении;
- теоретическим аппаратом основных подходов фильтрации и сегментации изображений.

Темы и разделы курса:

1. Вейвлет-анализ.

Базис функций Габора.

Дискретное вейвлет-преобразование.

Анализ мод вейвлет-преобразования.

Вейвлет-анализ как метод выделения пространственной и частотной структуры данных.

2. Выделение признаков и сегментация.

Текстура и методы её анализа.

Понятие связности. Метод «лесного пожара».

Сегментация методами водораздела и квадрирования.

Диаграммы Вороного.

3. Задачи обработки изображений в системах искусственного интеллекта. Операции над изображениями. Пространственно-локальные методы обработки изображений (фильтры).

Путь сигнала при обработке: регистрация сенсором – выделение признаков – классификация – представление в системе – построение заключения (выработка управляющего сигнала).

Глаз и сетчатка – естественные устройство и сенсор получения изображений. Первичная обработка изображения в сетчатке и зрительной коре головного мозга.

Искусственные устройства получения изображений.

Модели изображений.

Классификация различных видов операций над изображениями

Точечные методы обработки изображений

Гистограмма, операции с гистограммой: нормализация, эквализация, гамма-коррекция и т.п.

Алгебраические и геометрические преобразования изображения

Пространственная частота изображения. Свертка изображения.

Построение фильтров. Низкочастотные, полосные и высокочастотные фильтры.

Выделение края. Фильтры направленного градиента, Лапласа, Собеля.

4. Математическая морфология. Спектральный анализ изображений.

Нелинейные фильтры, фильтры порядковых статистик, релаксации.

Частные случаи фильтров порядковых статистик: эрозия, дилатация, медиана.

Морфологические операции на дискретных изображениях, частный случай бинарного изображения

Дискретное преобразование Фурье.

Преобразования Адамара, Уолша, Хаара.

Быстрые методы расчёта спектральных преобразований.

5. Оптические потоки.

Алгоритмы Лукаса-Канаде, Хорна-Шунка.

6. Поиск объектов заданной формы.

Алгебраический и морфологический корреляторы.

Обобщённое преобразование Хафа, аналогия со свёрткой.

Преобразования Хафа для прямых и окружностей.

7. Представление и описание областей изображения.

Целные коды, стягивающие ломаные.

Методы слияния и разбиения при построении границ.

Сигнатуры (одномерные функции описания границ).

Остовы областей. Преобразование к главным осям, методы утоньшения.

8. Проективная геометрия и восстановление трёхмерной структуры.

Однородные координаты, эпиполярная геометрия, фундаментальная матрица. Восстановление формы из движения, из стерео, из затенения, из расфокусировки.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Обработка изображений и основы машинного зрения в системах управления

Цель дисциплины:

изучение современных проблем обработки информации в различных технических системах.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами основных сведений об информационных технологиях, применяемых в технических системах;
- приобретение студентами знаний об основных методах построения информационных систем;
- ознакомление студентов с основными методами обработки различных типов информации;
- ознакомление студентов с основными современными проблемами в области обработки информации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия классической и современной теории информационных технологий, применяемых в технических системах;
- назначение и виды систем навигации и управления с использованием изображений и распознавания образов;
- прикладные аспекты обработки изображений.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач обработки изображений;
- определять область применения различных методов обработки информации;

- анализировать информационные технологии, лежащие в основе современных информационных систем;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками работы с научной, технической литературой и документацией, освоения большого объема информации;
- культурой вычислительной реализации алгоритмов обработки изображений;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Алгоритмы выделения характерных черт на изображениях. Алгоритмы динамического зрения.

Детекторы Моравеца, Фёрстнера и др.

Классификация характерных черт и основные подходы к их обнаружению.

Обнаружение изменений.

Сегментация изображений на основе анализа движения.

Методы и алгоритмы сопровождения объектов.

2. Изображения.

Исходная информация для построения систем навигации и управления.

Особенности обработки изображений и распознавания образов на основных этапах функционирования систем навигации и управления.

Требования к точностным характеристикам на основных этапах функционирования систем.

Основные виды датчиков в СУ и особенности формируемой ими матрицы.

Искажения изображений и их причины.

Математические основы калибровки сенсоров.

3. Кодирование, сжатие и форматы изображений.

Коды переменной длины. Метод Хаффмена. Развертки (Пеано и др.).

Кодирование с преобразованием. Преобразование Адамара, Уолша, Карунена-Лоэва и др. Понятие о вейвлетах.

Алгоритмы сжатия изображений и современные методы их хранения, форматы JPEG, GIF, TIFF и др.

4. Машинное зрение, компьютерные технологии машинного зрения.

Парадигма Марра в машинном зрении, связь со смежными дисциплинами.

5. Методы предварительной обработки изображений.

Представления изображений и их математические модели: модели Харалика, мембранная и др; фрактальные модели изображений; изображение как гиббсовский ансамбль.

Задачи деконволюции и восстановления изображений.

Управляемая гистограммная обработка.

Линейная и нелинейная ранговая фильтрация.

Морфологический анализ по Серра, эрозия и дилатация. Морфологические операторы открытия, закрытия.

6. Методы сегментации изображений.

Пороговая сегментация. Выбор порога.

Алгоритмы выделения контурного препарата.

Алгоритмы сегментации, использующие понятие однородности.

Текстура. Текстурная сегментация.

Выделение сегментов (углы, узлы) и обработка компонентов изображений (связность, цепной код и др.).

7. Особенности вычислительной реализации алгоритмов обработки изображений в системах управления ЛА.

Основные подходы к обнаружению и распознаванию объектов на изображениях в системах управления ЛА.

Обнаружение, основанное на моделях объектового состава.

Принципы организации спецвычислителей для обработки изображений.

Полунатурные стенды отработки систем управления, использующих изображения местности.

8. Преобразование Хафа (Hough). Морфологический анализ по Пытьеву.

Параметризация пространства Hough, выделение прямых линий, окружностей и др..

Метод Балларда. Обобщенное преобразование Hough (GHT). Связь с преобразованием Радона. Понятие о томографии.

Морфологический проектор.

Математическое представление формы.

9. Прикладные аспекты обработки изображений.

Коррекция изображающих систем (радиометрических и геометрических искажений).

Задача сопоставления изображений и основные методы её решения. Площадные, точечные и гибридные методы сопоставления.

Математика сопоставления точечных паттернов. Понятие о вычислительной геометрии, диаграмма Вороного, триангуляция Делоне и их двойственность.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Обратные задачи

Цель дисциплины:

Полное отражение внутреннего единства и красоты математики и ее важнейших направлений: анализа, алгебры и геометрии, образующих органическую основу теории обратных и некорректных задач.

Задачи дисциплины:

Научить студентов решать обратные и некорректно поставленные задачи, используя известные методы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные методы решения обратных и некорректных задач.

Базовые подходы к построению приближенных решений оптимизационных задач.

уметь:

Переходить от содержательных формулировок задач к математическим моделям;

Переходить от содержательных постановок к соответствующим задачам оптимизации

владеть:

Основные понятия теории обратных и некорректных задач;

Основные понятия теории регуляризации;

Основными свойствами компактных операторов.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Об определении обратных и некорректных задач

Примеры постановок обратных и некорректных задач

2. Общая теория регуляризации

Корректные и некорректные задачи

Условная устойчивость

Метод регуляризации В. К. Иванова.

Квазирешение

Метод регуляризации М. М. Лаврентьева

Метод регуляризации А. Н. Тихонова

Псевдообратный оператор и сингулярное
разложение компактного оператора

Методы оптимизации

3. Интегральные уравнения первого рода

Локальная корректность и теорема единственности в целом

Корректность в окрестности точного решения

Регуляризация операторных уравнений первого рода

4. Задачи продолжения

Задача Коши для уравнения Лапласа

Теорема единственности и условной устойчивости

Задачи Коши для уравнений математической физики с данными на времениподобной поверхности

5. Коэффициентные обратные задачи

Постановка коэффициентных обратных задач

Прямые и итерационные методы решения

6. Многомерные обратные задачи

Постановки обратных задач математической физики

Метод линеаризации

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Обратный инжиниринг

Цель дисциплины:

Этот практический курс охватывает следующие области: низкоуровневое программирование, отладка, реверс-инжиниринг, дизассемблирование / декомпиляция и сложные темы, такие как обработка исключений.

Задачи дисциплины:

научить смотреть на уровень машинного кода. Помимо лекций этот курс включает в себя практическую часть. Студенты получают описание задачи и начальный код в лабораториях, но потребуется выполнить задания самостоятельно.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия курса "Обратный инжиниринг";
- современные проблемы информатики в области системного программирования;
- низкоуровневое программирование, отладка, реверс-инжиниринг, дизассемблирование / декомпиляция и сложные темы, такие как обработка исключений.

уметь:

- писать код на низком уровне;
- осуществлять реверс-инжиниринг программ и интеграцию с ними;
- осуществлять дизассемблирование и отладку.

владеть:

- инструментом декомпиляции IDA и отладчиком на языке ассемблер.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс

Введение в курс. Правовые вопросы декомпиляции, отладки и интеграции. Статья 1280 ГК РФ.

2. От C к ассемблеру

Соглашения о вызовах и манглинг символов, DIA SDK, MSVC.

Лабораторная работа Bomb (из курса CMU).

Лабораторная работа Attack (из курса CMU).

3. Формат PE

Формат PE. IDA Disassembler. Импорты: основы и перенаправления (ApiSetSchema, Shims и др.).

3. Лабораторная работа знакомство с IDA.

3. Лабораторная работа проецирование исполняемого файла и разбор PE заголовка

4. Обработка исключений

Структурная обработка исключений и обработка исключений x64 ABI, C / C ++, разматывание стека (stack unwinding), VEH.

Лабораторная работа исследование обработки исключений и размотки стека.

5. DLL-инъекция

DLL-инъекция (низкоуровневая), шелл-код (shellcode), необходимое Win API.

Практические занятия по dll-инъекции.

6. Низкоуровневая интеграция и модификация поведения программ: DirectX / Task Manager / Explorer

Интеграция: DirectX / Диспетчер задач (Win32 GUI) / Explorer (Расширения оболочки Icon Overlays и проблема с классом ImageList).

7. Скрипты в IDA

Скрипты в IDA.

Знакомство со скриптами IDC.

8. Дополнительные темы

C ++ декомпиляция, C ++ RTTI. Краткий обзор ELF / DWARF и gcc на Windows.

Практическое занятие по декомпиляции C++.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Обучение с подкреплением

Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов обучения с подкреплением.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области обучения с подкреплением;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач ОсП.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы ОсП;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач ОсП.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ОсП;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ОсП;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов ОсП;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс. Постановка задачи обучения с подкреплением. Табличные методы обучения с подкреплением.

Кросс-энтропийный метод (CEM).

Динамическое программирование. Value Iteration, Policy Iteration.

Библиотека OpenAI gym. Реализация табличного кросс-энтропийного метода.

Метод зеркального спуска в обучении с подкреплением.

2. Элементы теории принятия решений и случайных процессов. Q-обучение и его вариации.

Марковский процесс принятия решений. Оптимизационная формализация. Двойственность Фенхеля-Рокафеллара.

Deep Q-Network (DQN) и его модификации.

Distributional RL. Categorical DQN (c51), Quantile Regression DQN (QR-DQN).

Анализ сложности алгоритма Q-обучения.

3. Policy gradient-подход с натуральным градиентом и схемы «актёр-критик».

Внутренняя мотивация для исследования среды.

Подход Advantage Actor-Critic (A2C).

Оценивание по методу REINFORCE.

Trust-Region Policy Optimization (TRPO).

Generalized Advantage Estimation (GAE). Proximal Policy Optimization (PPO).

Методы вида Natural Policy Gradient с энтропийной регуляризацией, их глобальная сходимость.

4. Задачи непрерывного управления и имитационное обучение.

Непрерывное управление.

Имитационное обучение. Обратное обучение с подкреплением.

Monte Carlo Tree Search. AlphaZero, MuZero.

Linear Quadratic Regulator (LQR). Model-based RL.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Обучение с подкреплением

Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов обучения с подкреплением.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области обучения с подкреплением;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач ОсП.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы ОсП;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач ОсП.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ОсП;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ОсП;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов ОсП;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс. Постановка задачи обучения с подкреплением. Табличные методы обучения с подкреплением.

Кросс-энтропийный метод (CEM).

Динамическое программирование. Value Iteration, Policy Iteration.

Библиотека OpenAI gym. Реализация табличного кросс-энтропийного метода.

Метод зеркального спуска в обучении с подкреплением.

2. Элементы теории принятия решений и случайных процессов. Q-обучение и его вариации.

Марковский процесс принятия решений. Оптимизационная формализация. Двойственность Фенхеля-Рокафеллара.

Deep Q-Network (DQN) и его модификации.

Distributional RL. Categorical DQN (c51), Quantile Regression DQN (QR-DQN).

Анализ сложности алгоритма Q-обучения.

3. Policy gradient-подход с натуральным градиентом и схемы «актёр-критик».

Внутренняя мотивация для исследования среды.

Подход Advantage Actor-Critic (A2C).

Оценивание по методу REINFORCE.

Trust-Region Policy Optimization (TRPO).

Generalized Advantage Estimation (GAE). Proximal Policy Optimization (PPO).

Методы вида Natural Policy Gradient с энтропийной регуляризацией, их глобальная сходимость.

4. Задачи непрерывного управления и имитационное обучение.

Непрерывное управление.

Имитационное обучение. Обратное обучение с подкреплением.

Monte Carlo Tree Search. AlphaZero, MuZero.

Linear Quadratic Regulator (LQR). Model-based RL.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Общая физика: квантовая физика

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области квантовой физики для дальнейшего изучения соответствующих разделов теоретической физики, а также углубленного изучения фундаментальных основ современной физики.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний и понятий в области квантовой механики и физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения задач квантовой физики
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы и понятия квантовой механики, а также границы их применимости:
- основные идеи и понятия: корпускулярно-волновой дуализм, волны де-Бройля, принцип неопределённости Гейзенберга, волновая функция, вероятностная интерпретация волновой функции
- фундаментальные квантовые эксперименты: фотоэффект, эффект Комптона, дифракция рентгеновского излучения и электронов при отражении от кристаллических структур, интерференция электронов (в том числе одночастичная), линейчатые спектры испускания и поглощения атомов, тунелирование, излучение абсолютно чёрного тела.
- характерные временные и пространственные масштабы, на которых проявляются квантовые явления.

- постулаты Бора для атома водорода и квазиклассическое приближение Бора-Зоммерфельда.
- волновое уравнение Шрёдингера для эволюции волновой функции во времени, а также для определения стационарных уровней энергии квантовой системы.
- законы квантования часто встречающихся типов движения: одномерный гармонический осциллятор, квантовый ротатор, электрон в атоме водорода.
- особенности взаимодействия квантовых частиц с потенциальными ямами и барьерами. Тунелирование.
- гиромагнитное соотношение и связь между механическим и магнитным моментами
- что такое орбитальный и спиновый моменты, связь тонкого расщепления в спектрах излучения атомов со спин орбитальным взаимодействием
- что такое сверхтонкое расщепление и спин атомного ядра
- связь статистики фермионов с правилом запрета Паули и обменным взаимодействием. Правила Хунда заполнения атомных оболочек
- основные закономерности эффекта Зеемана. Сложный и простой эффекты Зеемана. Явления магнитного резонанса. (ЭПР и ЯМР)
- что такое капельная и оболочечная модели атомного ядра. Иметь представление о сильном взаимодействии. Знать характерные размеры атомных ядер и величины энергий связи ядер.
- что такое кварковый состав протона и нейтрона
- что такое радиоактивный распад. Альфа-, бета- и гамма- распад. Иметь представление о биологической опасности радиоактивного распада.
- Что такое слабое взаимодействие, особенности бета-распада, время жизни нейтрона, понятие об антинейтрине.
- основные положения теории рассеяния нейтронов на тяжёлых ядрах (резонансное и нерезонансное взаимодействия, понятие составного ядра)
- основные положения квантовой оптики: фотоны, вынужденное и спонтанное излучение, физика работы лазеров, формула Планка для излучения абсолютно чёрного тела.

уметь:

- применять изученные законы квантовой физики для решения конкретных задач:
- применять приближение Бора-Зоммерфельда для решения задач о движении частицы (электрона) в заданном статическом потенциале
- применять уравнение Шрёдингера для определения энергетических уровней стационарных состояний, а также для определения коэффициентов пропускания и отражения потенциальных барьеров и потенциальных ям.
- рассчитывать величину спин-орбитального расщепления энергетических уровней атома в рамках модели LS-связи

- вычислять величину расщепления спектральных линий в эффекте Зеемана с учётом правил отбора
- определять энергию связи атомного ядра в рамках капельной и оболочечной моделей ядра.
- рассчитывать вероятности рассеяния нейтронов на атомных ядрах
- применять законы излучения абсолютно чёрного тела в задачах о тепловом излучении
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

владеть:

- основными методами решения задач квантовой физики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач квантовой физики;

Темы и разделы курса:

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей

Гипотеза де Бройля о волновых свойствах материальных частиц – корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Девиссона–Джермера и Томсона по дифракции электронов. Длина волны де Бройля нерелятивистской частицы. Критерий квантовости системы. Соотношения неопределенностей (координата-импульс; энергия время). Волновая функция свободной частицы (волна де Бройля). Вероятностная интерпретация волновой функции, выдвинутая Борном.

2. Формализм квантовой механики. Потенциальные барьеры

Понятие об операторах. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Результат квантового измерения значения физической величины. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Закон сохранения вероятности, вектор плотности тока вероятности (без вывода). Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины – эффект Рамзауэра. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект), вывод формулы для прозрачности барьера произвольной формы.

3. Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Осциллятор

Состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода). Оператор момента импульса. Квантование проекции момента и квадрата момента импульса. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения. s -состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанных состояний в такой яме.

4. Водородоподобные атомы. Колебательные и вращательные спектры молекул

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Движение в кулоновом поле, случайное вырождение. Спектр атома водорода (без вывода), главное квантовое число, кратность вырождения. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновой функции. Волновая функция основного состояния. Водородоподобные атомы: влияние заряда ядра (на примере иона гелия) и его массы (изотопический сдвиг), мезоатомы. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли). Вращательные спектры плоского и пространственного ротаторов (двухатомная молекула). Вращательные и колебательные уровни молекул, энергетический масштаб соответствующих возбуждений (иерархия молекулярных спектров).

5. Магнитный момент. Спин. Тонкая и сверхтонкая структура атома водорода

Магнитный орбитальный момент электронов, гиромагнитное отношение, g -фактор, магнетон Бора. Опыт Штерна—Герлаха. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита о спине электрона, спиновый g -фактор. Опыт Эйнштейна—де Гааза. Векторная модель сложения спинового и орбитального моментов электрона, полный момент, фактор Ланде. Тонкая и сверхтонкая структуры атома водорода.

6. Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы

Тождественность частиц, симметрия волновой функции относительно перестановки частиц, бозоны и фермионы, принцип Паули. Сложные атомы. Самосогласованное поле. Электронная конфигурация атома. Атомные термы, спектроскопическая запись состояния атома. Правила Хунда. Качественное объяснение возникновения обменной энергии и правил Хунда на примере возбужденного состояния $1s2s$ атома гелия и образования молекулы водорода.

7. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Излучение, правила отбора. ЭПР и ЯМР

Эффект Зеемана для случаев слабого и сильного магнитных полей на примере $3P-3S$ -переходов. Понятие спина (спиральности) фотона, полный момент и четность. Классификация фотонов по полному моменту и чётности (E - и M -фотоны), отношение вероятностей излучения фотонов различной мультипольности. Вероятность дипольного излучения (закон $\propto \omega^3$). Ядерный и электронный магнитный резонанс (квантовомеханическая трактовка). Строгие и нестрогие правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами (на примере эффекта Зеемана и ЯМР).

8. Ядерные модели

Эксперименты Резерфорда и Гейгера по рассеянию α -частиц в газах. Открытие нейтрона Чадвиком. Экспериментальная зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа A . Свойства ядерных сил: радиус действия, глубина потенциала, насыщение ядерных сил, спиновая зависимость. Природа ядерных сил, обменный характер ядерных сил, переносчики взаимодействия. Модель жидкой заряженной капли. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель и магические числа в осцилляторном потенциале. Одночастичные и коллективные возбуждённые состояния ядра.

9. Радиоактивность. Альфа, бета, гамма

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, константа распада, период полураспада, среднее время жизни, вековое уравнение. Альфа-распад, закон Гейгера—Нэттола и его вывод (формула Гамова). Бета-распад, энергетический спектр бета-распада, гипотеза нейтрино и его опытное обнаружение, внутренняя конверсия электронов, К-захват. Гамма-излучение, изомерия ядер. Спонтанное деление ядер, механизм формирования барьера деления — зависимость кулоновской и поверхностной энергии от деформации, параметр делимости, энергия, выделяемая при делении ядер, предел стабильности ядер относительно деления.

10. Ядерные реакции. Оценка сечений

Ядерные реакции: экзотермические и эндотермические реакции, порог реакции, сечение реакции (полное и парциальные сечения), каналы реакции, ширины каналов. Составное ядро. Нерезонансная теория — классическое сечение, поправки на волновой характер частиц, коэффициент проникновения частицы в прямоугольную яму, закон Бете (на примере проникновения частицы в прямоугольную яму). Резонансные реакции — формула Брейта—Вигнера. Деление ядер под действием нейтронов, мгновенные и запаздывающие нейтроны, цепная реакция деления. Роль запаздывающих нейтронов в работе ядерного реактора. Схема реактора на тепловых нейтронах.

11. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы

Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы (лептоны, кварки и переносчики взаимодействий). Законы сохранения и внутренние квантовые числа. Кварковая структура адронов — мезоны, барионы и резонансы. Квантовая хромодинамика, асимптотическая свобода. Гипотеза конфайнмента кварков и глюонов, кварковый потенциал. Оценка адронных сечений при высоких энергиях на основе кварковой структуры. Открытие W - и Z -бозонов, t -кварка, методы регистрации нейтрино. Несохранение чётности при бета-распаде, опыт Ву.

12. Законы излучения АЧТ

Подсчет числа состояний поля в заданном объеме; фазовый объем, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэля—Джинса и ультрафиолетовая катастрофа, формула Вина. Распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение как идеальный газ фотонов. Законы Кирхгофа и Стефана—Больцмана.

13. Спонтанное и вынужденное излучение

Двухуровневая квантовая система в поле равновесного излучения, принцип детального равновесия, спонтанные и индуцированные переходы, соотношения Эйнштейна и его вывод распределения Планка. Прохождение излучения через среду, условие усиления (инверсная заселённость уровней). Принцип работы лазера и его устройство.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Общая физика: лабораторный практикум

Цель дисциплины:

формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

уметь:

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

владеть:

- навыками работы с современным измерительным оборудованием;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

Темы и разделы курса:

1. Вводные работы 1

Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов.

2. Вводные работы 2

На примере космического излучения, регистрируемого счетчиком Гейгера, изучаются основные методы статистической обработки данных. Изучаются основные свойства нормального распределения и распределения Пуассона. Исследуется зависимость среднеквадратичного отклонения данных от числа измерений.

3. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

4. Изучение электронного осциллографа.

Изучается устройство и принцип работы электронного осциллографа. Измеряются параметры простейших колебаний --- амплитуда, фаза и частоты. Исследуется влияние амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик на результат измерений с помощью осциллографа.

5. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

С помощью трифилярного подвеса измеряются периоды крутильных колебаний тел различной формы. По измеренным периодам вычисляются моменты инерции тел, значения которых сравниваются с полученными из расчетов по их геометрическим размерам. Экспериментально проверяется аддитивность моментов инерции и теорема Гюйгенса—Штейнера.

6. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

7. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека.

С помощью крестообразного маятника, к оси которого подвешиваются грузы различной массы, исследуется основной закон вращательного движения. Экспериментально проверяются соотношения для моментов инерции цилиндров и зависимости момента инерции от расстояния до оси вращения. Исследуется влияние сопротивления воздуха на искажение результатов опыта.

8. Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Изучение физического маятника.

С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от

амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.

9. Определение модуля Юнга

Исследуются малые упругие деформации растяжения/сжатия, изгиба и кручения для различных материалов (сталь, латунь, различные породы дерева). По значению деформации вычисляется модуль соответствующего материала различными способами.

10. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

11. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

Исследуются законы движения быстровращающихся осимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опусканию оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.

12. Изучение колебаний струны.

Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.

13. Исследование свободных колебаний связанных маятников

Исследуются особенности колебаний системы из двух связанных маятников. Измеряются собственные частоты колебаний и исследуются собственные моды колебаний. Исследуется зависимость характера колебаний от константы связи маятников.

14. Определение скорости полета пули.

Скорость полета пули из пневматического ружья измеряется с помощью баллистического метода. Скорости вычисляются по амплитуде отклонения баллистического и крутильного маятников с использованием законов сохранения импульса, энергии и момента импульса.

15. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

16. Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль).

Изучаются свойства стационарных течений жидкостей и газов. Расход жидкости измеряется расходомерами Пито и Вентури. По зависимости расхода газа от перепада давления на участке трубы измеряется вязкость газа. По отклонению от закона Пуазейля определяется критическое число Рейнольдса, соответствующее переходу от ламинарного течения к турбулентному.

17. Вязкость жидкости, энергия активации.

По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуре. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активация сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

18. Вакуум.

Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, терморезисторным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется ионизационным и магнетронным вакуумметрами.

19. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

20. Диффузия.

Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления.

21. Теплопроводность.

Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.

22. Молекулярные явления

Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки --- поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.

23. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

24. Определение C_p/C_v газов.

Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.

25. Фазовые переходы.

С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.

26. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

27. Реальные газы.

Исследуется эффект Джоуля—Томсона просачивания газа через пористую перегородку для углекислого газа. Разность температур измеряется термопарой. Вычисляются коэффициенты Джоуля—Томсона и параметры газа Ван-дер-Ваальса. По измеренным параметрам производится оценка критических параметров газа и температуры инверсии эффекта.

28. Поверхностное натяжение.

Измеряется коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей (воды и спирта) в зависимости от температуры методом Ребиндера. Определяется полная свободная энергия поверхности и теплота образования единицы поверхности.

29. Теплоемкость.

Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Температура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.

30. Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.

31. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

Изучение спектрального состава периодических электрических сигналов. Изучение возможности синтезирования периодических электрических сигналов при ограниченном наборе спектральных компонент. Ознакомление с особенностями распространения электромагнитных волн в волноводе, аппаратурой и методами измерения основных характеристик протекающих при этом процессов.

32. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

33. Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена.

Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнитной фокусировки и методом магнетрона. Определение удельного заряда электрона на основе закона «трёх вторых» для вакуумного диода. Измерение элементарного заряда методом масляных капель по их движению в воздухе под действием силы тяжести и вертикального электрического поля.

34. Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Изучение влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока. Исследование резонансов напряжений и токов в последовательном и в параллельном колебательном контурах с изменяемой ёмкостью, получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, определение основных параметров контуров.

35. Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников.

Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при различных токах через образец для определения константы Холла. Измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках и металлах. Измерение зависимости сопротивления полупроводниковых образцов различной формы от индукции магнитного поля.

36. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

37. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Дробовой шум. Колебательный контур с нелинейной ёмкостью.

Исследование свободных и вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре. Измерение заряда электрона по дробовому шуму. Изучение резонансных свойств нелинейного колебательного контура

38. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Скин-эффект.

Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных образцов. Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки

Кюри. Исследование проникновения переменного магнитного поля в медный полый цилиндр.

39. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

40. Баллистический гальванометр.

Изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнитоэлектрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.

41. Релаксационный генератор. Тлеющий разряд. Высокочастотный разряд.

Исследование релаксационного генератора на стабилитроне. Изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда. Изучение свойств плазмы высокочастотного газового разряда в воздухе методом зондовых характеристик.

42. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

43. Петля гистерезиса (динамический метод). Петля гистерезиса (статический метод). Параметрон. Двойное ярмо.

Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных полях. Измерение начальной кривой намагничивания ферромагнетиков и предельной петли гистерезиса для образцов тороидальной формы, изготовленных из чистого железа или стали. Изучение параметрических колебаний в электрической цепи.

44. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

45. Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея.

Интерференционное измерение кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Интерференционные измерения показателей преломления газов с помощью интерферометров Жамена и Релея.

46. Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов. Рефрактометр Аббе.

Изучение методов определения фокусных расстояний линз и сложных оптических систем. Определение характеристик оптической системы, составленной из тонких линз. Изучение сферической и хроматической аберраций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение показателей преломления твёрдых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.

47. Изучение лазера.

Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.

48. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

49. Дифракция света.

Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

50. Поляризация.

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.

51. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение

длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

52. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

53. Дифракционные решётки (гониометр).

Знакомство с работой и настройкой гониометра и определение спектральных характеристик амплитудной решётки. Исследование спектра ртутной лампы. Определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).

54. Двойное лучепреломление.

Изучение зависимости показателя преломления необыкновенной волны от направления в двоякопреломляющем кристалле. Определение главных показателей преломления в кристалле.

55. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

56. Дифракция на ультразвуковых волнах.

Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.

57. Разрешательная способность микроскопа (метод Аббе).

Определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа методом Аббе. Определение периода решёток по их пространственному спектру, по изображению, увеличенному с помощью модели микроскопа, а также, по оценке разрешающей способности микроскопа. Пространственная фильтрация и мультиплицирование.

58. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

59. Эффект Поккельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

60. Эффект Мессбауэра. Исследование резонансного поглощения γ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в мессбауэровской линии поглощения исследуется резонансное поглощение γ -квантов, испускаемых ядрами олова. Определяется положение максимума резонансного поглощения, его величина, а также экспериментальная ширина линии.

61. Исследование эффекта Комптона.

С помощью сцинтилляционного спектрометра исследуется энергетический спектр γ -квантов, рассеянных на графите. Определяется энергия рассеянных γ -квантов в зависимости от угла рассеяния, а также энергия покоя частиц, на которых происходит комптоновское рассеяние.

62. Магнитный момент легких ядер /ЯМР/.

Методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) измеряются g -факторы протона, дейтрона и ядра фтора и вычисляются их магнитные моменты. Результаты сравниваются с вычисленными на основе кварковой модели адронов и одночастичной оболочечной модели ядер.

63. Спектрометрия γ – излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра. Измерение абсолютной активности препарата Со методом γ – γ совпадений.

Методом γ – совпадений измеряется абсолютная активность препарата Со. После этого определяется энергия γ -квантов неизвестного радиоактивного препарата.

64. Определение энергии α частиц по величине их пробега в воздухе.

Измеряется пробег α -частиц в воздухе двумя способами: с помощью торцевого счетчика Гейгера и сцинтилляционного счетчика. По полученным величинам определяется энергия частиц.

65. Измерение времени жизни мюонов на основании углового распределения интенсивности космических лучей.

С помощью телескопа из двух сцинтилляторов измеряется угловое распределение жесткой компоненты космического излучения. На основе полученных данных оценивается время жизни мюона.

66. Сцинтилляционный счетчик для детектирования космического излучения.

Измеряется зависимость вероятности образования ливней вторичных заряженных частиц в свинце от лубины уровня наблюдения (каскадная кривая). По результатам оценивается средняя энергия частиц в ливне.

67. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов, методов регистрации частиц и конструкций фотоумножителей. После этого излагаются основные модели взаимодействия излучения с веществом и элементы физики высоких плотностей энергии.

68. Изучение законов теплового излучения.

Оптическим пирометром с исчезающей нитью и термпарой исследуется излучение нагретых тел. В модели абсолютно черного тела вычисляются значения постоянных Планка и Стефана-Больцмана.

69. Фотоэффект.

Исследуется зависимость фототока от величины задерживающего потенциала и частоты падающего излучения. По результатам вычисляется значение постоянной Планка.

70. Атом водорода.

Исследуются закономерности в оптическом спектре атома водорода. По результатам вычисляются постоянная Ридберга для двух изотопов, их потенциалы ионизации, изотопические сдвиги линий.

71. Эффект Рамзауэра.

Исследуется энергетическая зависимость вероятности рассеяния медленных электронов атомами ксенона. По результатам измерений оценивается размер внешней электронной оболочки атома.

72. Измерение коэффициента ослабления потока γ -лучей в веществе и определение их энергии. Работа по радиационной безопасности.

С помощью сцинтилляционного счетчика измеряются линейные коэффициенты ослабления потока γ -лучей в свинце, железе и алюминии. По результатам определяется энергия γ -квантов.

73. Исследование энергетического спектра β -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр β -частиц при распаде ядер цезия. Калибровка спектрометра осуществляется по энергии электронов внутренней конверсии.

74. Опыт Франка-Герца.

Методом электронного возбуждения измеряется энергия первого уровня атома гелия. Сравниваются результаты, полученные в динамическом и статическом режимах.

75. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Общая физика: механика

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ механики.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области механики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости:
- основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории
- законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта
- законы сохранения импульса, энергии, момента импульса
- законы движения тел в поле тяготения (законы Кеплера)
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении
- основы приближённой теории гироскопов
- основные понятия теории колебаний: уравнение гармонических колебаний и его решение, затухание, добротность колебательной системы
- базовые понятия теории упругости и гидродинамики

- основы специальной теории относительности :основные постулаты, преобразования Лоренца и их следствия, выражения для импульса и энергии релятивистских частиц

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе при реактивном движении;
- применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел;
- применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц, в том числе релятивистских;
- рассчитывать параметры орбит при движении в поле тяготения для задачи двух тел;
- применять законы механики в различных системах отсчёта, в том числе неинерциальных;
- рассчитывать моменты инерции симметричных твёрдых тел и применять к ним законы вращательного движения;
- рассчитывать периоды колебаний различных механических систем с одной степенью свободы, в том числе для колебания твёрдых тел;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов , и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач механики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

Темы и разделы курса:

1. Основы кинематики

Кинематика материальной точки. Материальная точка. Системы отсчёта и системы координат (декартова, полярная, сферическая). Радиус-вектор. Виды движения. Линейные и угловые скорости и ускорения. Формулы для нормального, тангенциального и полного ускорений точки. Траектория движения, радиус кривизны траектории.

2. Динамика частицы. Законы Ньютона

Динамика материальной точки. Задание состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Масса частицы. Инертная и гравитационная массы. Импульс частицы. Примеры взаимодействий, описывающие индивидуальные свойства сил (сила гравитационного притяжения, упругая сила, силы трения и сопротивления и пр.). Второй закон Ньютона как уравнение движения. Роль начальных условий. Третий закон Ньютона.

3. Динамика систем частиц. Законы сохранения

Закон сохранения импульса. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия частицы. Понятие силового поля. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциал поля. Закон сохранения энергии в механике. Динамика систем частиц (материальных точек). Центр инерции системы частиц (центр масс). Скорость и ускорение центра инерции системы частиц. Закон движения центра инерции. Система центра инерции (центра масс). Движение системы из двух взаимодействующих частиц (задача двух тел). Приведённая масса. Соотношение между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Теорема Кёнига. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии. Анализ столкновения двух частиц для абсолютно упругого и неупругого ударов. Построение и использование векторных диаграмм. Пороговая энергия при неупругом столкновении частиц.

4. Момент импульса материальной точки

Момент импульса материальной точки относительно центра (начала) и оси. Момент силы. Связь момента импульса материальной точки с секториальной скоростью. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.

5. Законы Кеплера. Тяготение

Движение тел в центральном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Финитные и инфинитные движения. Космические скорости. Связь параметров орбиты планеты с полной энергией и моментом импульса планеты. Теорема Гаусса и её применение для вычисления гравитационных полей.

6. Вращение твёрдого тела

Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции твёрдых тел. Теорема Гюйгенса–Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося тела. Уравнения движения и равновесия твёрдого тела. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость как вектор, сложение вращений. Независимость угловой скорости вращения твёрдого тела от положения оси, к которой отнесено вращение. Понятие о тензоре инерции и эллипсоиде инерции. Главные оси инерции. Уравнение моментов

относительно движущегося начала и движущейся оси. Плоское движение твёрдого тела. Качение. Скатывание и вкатывание тел на наклонную плоскость. Регулярная прецессия свободного вращающегося симметричного волчка (ротатора). Гироскопы. Движение свободного гироскопа. Уравнение движения гироскопа под действием сил (приближённая теория). Гироскопические силы. Применения гироскопов.

7. Неинерциальные системы отсчёта

Силы инерции при ускоренном движении системы отсчёта. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Относительное, переносное, кориолисово ускорения. Центробежная и кориолисова силы. Вес тела. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

8. Механические колебания и волны

Механические колебания материальной точки. Гармонический осциллятор. Пружинный маятник и математический маятник. Частота и период колебаний. Анализ уравнения движения маятника. Роль начальных условий. Анализ колебаний материальной точки под действием вынуждающей синусоидальной силы. Резонанс. Резонансные кривые. Анализ затухающих колебаний. Сухое и вязкое трение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Фазовая плоскость. Механические колебания тел. Физический маятник. Приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о физическом маятнике. Действие периодических толчков на гармонический осциллятор. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях. Описание волнового движения. Волновое число, фазовая скорость. Понятие о бегущих и стоячих волнах.

9. Элементы теории упругости

Упругие и пластические деформации. Растяжение и сжатие стержней. Коэффициент упругости, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Объёмная плотность энергии упругой деформации. Анализ всестороннего и одностороннего растяжения и сжатия. Деформации сдвига и кручения. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержнях.

10. Элементы гидродинамики

Жидкость и газ в состоянии равновесия. Условие равновесия во внешнем поле сил. Идеальная жидкость. Кинематическое описание движения жидкости. Линии тока, стационарное течение идеальной жидкости и газа. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Вязкость. Стационарное течение вязкой жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его физический смысл. Пограничный слой и явления отрыва. Объяснение эффекта Магнуса. Понятие о подъёмной силе при обтекании крыла.

11. Основы специальной теории относительности

Принцип относительности. Интервал и его инвариантность. Преобразование координат и времени Лоренца, их физический смысл. Относительность понятия одновременности. Замедление времени. Собственное время жизни частицы. Лоренцево сокращение длины. Собственная длина. Сложение скоростей. Эффект Доплера. Импульс релятивистской частицы. Энергия релятивистской частицы, энергия покоя, кинетическая энергия. Связь между энергией и импульсом частицы. Инвариант энергии-импульса. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц и её связь с классическим случаем неупругого столкновения частиц. Уравнение движения релятивистской частицы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Общая физика: оптика

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области оптических явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ оптики.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области оптики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- о фундаментальные законы и понятия оптики, а также границы их применимости;
- о принцип Ферма и законы геометрической оптики;
- о волновое уравнение, плоские и сферические волны, принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн;
- о временная и пространственная когерентность источника;
- о принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля;
- о дифракция Фраунгофера на щели;
- о спектральные приборы и их основные характеристики;
- о принципы фурье-оптики, пространственное фурье-разложение, эффект саморепродукции;
- о теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции;

- о принципы голографии, условие Брэгга–Вульфа.
- о дисперсия света, фазовая и групповая скорости, классическая теория дисперсии;
- о поляризация света, естественный свет, явление Брюстера;
- о дихроизм, поляроиды, закон Малюса;
- о двойное лучепреломление в одноосных кристаллах, интерференционные явления в кристаллических пластинках, эффект Фарадея и эффект Керра.
- о нелинейные оптические явления, нелинейная поляризация среды, генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм, самофокусировка.

уметь:

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по оптике:
- о применять законы геометрической оптики при построении изображений в оптических системах;
- о решать уравнения Гельмгольца для случаев плоских и сферических волн;
- о использовать понятие о зонах Френеля и спирали Френеля при решении задач дифракции на экране с осевой симметрией
- о использовать метод Рэля решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение);
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- о основными методами решения задач оптики;
- о основными математическими инструментами, характерными для задач оптики.

Темы и разделы курса:

1. Геометрическая оптика и элементы фотометрии.

Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Оптические инструменты: телескоп, микроскоп. Элементы фотометрии. Яркость и освещённость изображения.

2. Интерференция волн.

Волновое уравнение, монохроматические волны, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца, плоские и сферические волны. Принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн. Видность полос, ширина полосы. Статистическая природа излучения квазимонохроматической волны. Временная когерентность, функция временной когерентности, связь со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина). Ограничение на допустимую разность хода в двухлучевых интерференционных схемах, соотношение неопределенностей. Интерференция при использовании протяженных источников. Пространственная когерентность, функция пространственной когерентности, связь с распределением интенсивности излучения по источнику $I(x)$ (теорема Ван Циттерта–Цернике). Ограничения на допустимые размеры источника и апертуру интерференции в двухлучевых схемах. Лазеры как источники когерентного излучения.

3. Дифракция волн.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция на тонком экране. Граничные условия Кирхгофа. Волновой параметр. Дифракция Френеля. Задачи с осевой симметрией, зоны Френеля, спираль Френеля. Зонные пластинки, линза. Дифракция на дополнительном экране, пятно Пуассона. Дифракция Фраунгофера. Световое поле в зоне Фраунгофера как преобразование Фурье граничного поля. Дифракция Фраунгофера на щели, дифракционная расходимость. Дифракционный предел разрешения телескопа и микроскопа. Поле в фокальной плоскости линзы.

4. Разрешающая способность оптических инструментов.

Спектральные приборы: призма, дифракционная решётка, интерферометр Фабри–Перо. Характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия. Теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции. Полоса пропускания оптической системы, связь с разрешающей способностью. Разрешающая способность при когерентном и некогерентном освещении.

5. Элементы фурье-оптики.

Принципы фурье-оптики. Метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение), соотношение неопределённости. Дифракция Френеля на периодических структурах (эффект саморепродукции). Область геометрической оптики.

6. Элементы голографии.

Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с наклонным опорным пучком. Разрешающая способность голограммы. Объёмная голограмма, объёмная решётка в регистрирующей среде, условие Брэгга–Вульфа.

7. Дисперсия. Фазовая и групповая скорости.

Дисперсия света, фазовая и групповая скорости, формула Рэлея. Классическая теория дисперсии. Комплексный показатель преломления и поглощения света в среде. Затухающие волны, закон Бугера. Нормальная и аномальная дисперсии. Радиоволны в ионосфере и дальняя радиосвязь.

8. Поляризация света. Элементы кристаллооптики.

Поляризация света. Естественный свет. Явление Брюстера. Дихроизм, поляроиды, закон Малюса. Двойное лучепреломление в одноосных кристаллах. Интерференционные явления в кристаллических пластинках. Понятие об искусственной анизотропии. Эффект Фарадея и эффект Керра.

9. Рассеяние света.

Рэлеевское рассеяние (рассеяние на флуктуациях плотности). Эффективное сечение рассеяния. Поляризация рассеянного света

10. Нелинейные оптические явления.

Нелинейная поляризация среды. Генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм. Самофокусировка.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Общая физика: термодинамика и молекулярная физика

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ статистической физики и физической кинетики.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области термодинамики и молекулярной физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы и понятия термодинамики и молекулярной физики, а также границы их применимости:
- основные законы термодинамики (1, 2, 3 «начала»)
- понятие о равновесных и неравновесных процессах, термодинамическое определение энтропии, закон возрастания энтропии, энтропия идеального газа
- основы молекулярно-кинетической теории (основное уравнение МКТ, длина свободного пробега, распределения Больцмана, Максвелла)
- основы статистической физики (статистический смысл энтропии, понятие о распределении Гиббса)
- основы квантовой теории теплоёмкости (степени свободы и их возбуждение, характеристические температуры, закон Дюлонга-Пти)

- основы теории фазовых переходов (фазовые диаграммы, теплоты переходов, уравнение Клапейрона-Клаузиуса)
- основные законы поверхностного натяжения (коэффициент поверхностного натяжения, формула Лапласа, внутренняя энергия единицы поверхности)
- основы теории процессов переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газовых средах. Броуновское движение, закон Эйнштейна-Смолуховского. Связь между подвижностью и коэффициентом диффузии.

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики:
- применять законы сохранения для расчёта процессов сжатия/расширения газов, в том числе: для расширения газа в пустоту; истечение газов из малого отверстия; течение в условиях эффекта Джоуля-Томсона
- рассчитывать КПД равновесных циклов тепловых и холодильных машин, в том числе заданных в координатах TS
- рассчитывать изменение энтропии в неравновесных процессах, а также максимальную и минимальную работы систем
- рассчитывать тепловые процессы с учётом наличия фазовых переходов и эффектов поверхностного натяжения
- рассчитывать тепловые процессы для неидеальных газов (для уравнения Ван-дер-Ваальса)
- пользоваться вероятностными распределениями, уметь вычислять средние значения и среднеквадратичные отклонения параметров для случаев распределений Больцмана и Максвелла.
- рассчитывать статистический вес и энтропию на основе статистической теории для простейших систем с дискретными энергетическими уровнями
- рассчитывать скорость переноса вещества (или тепла) при диффузии (или теплопроводности) в стационарных и квазистационарных случаях
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

владеть:

- основными методами решения задач термодинамики и молекулярной физики;

□ основными математическими инструментами, характерными для задач термодинамики и молекулярной физики.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия молекулярной физики

Основные понятия молекулярной физики и термодинамики: предмет исследования, его характерные особенности. Задачи молекулярной физики. Макроскопические параметры. Агрегатные состояния вещества. Уравнения состояния (термическое и калорическое). Идеальный и неидеальный газы. Давление идеального газа как функция кинетической энергии молекул. Соотношение между температурой идеального газа и кинетической энергией его молекул. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа.

Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Определение температуры идеального газа. Равновесное и неравновесное состояния. Квазистатические, обратимые и необратимые термодинамические процессы.

2. Термодинамические процессы. Первое начало термодинамики

Работа, теплота, внутренняя энергия. Функции состояния. Термическое и калорическое уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Циклические процессы. Работа при циклическом процессе.

Теплоёмкость. Теплоёмкость идеальных газов при постоянном объёме и постоянном давлении, уравнение Майера.

Адиабатический и политропический процессы. Уравнения адиабаты и политропы для идеального газа. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма.

Скорость звука в газах. Энтальпия. Зависимость энтальпии идеального газа от давления. Скорость истечения газа из отверстия.

3. Второе начало термодинамики. Энтропия.

Формулировки второго начала. Тепловая машина. Определение КПД тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Максимальность КПД цикла Карно по сравнению с другими термодинамическими циклами.

Холодильная машина. Эффективность холодильной машины. Тепловой насос. Эффективность теплового насоса, работающего по циклу Карно. Связь между коэффициентами эффективности теплового насоса и холодильной машины.

Термодинамическое определение энтропии. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики.

Третье начало термодинамики. Изменение энтропии и теплоёмкости при приближении температуры к абсолютному нулю.

4. Термодинамические функции и их свойства

Свойства термодинамических функций. Максимальная и минимальная работа. Преобразования термодинамических функций. Соотношения Максвелла. Зависимость внутренней энергии от объёма. Зависимость теплоёмкости от объёма. Соотношение между C_P и C_V .

Теплофизические свойства твёрдых тел. Термодинамика деформации твёрдых тел. Изменение температуры при адиабатическом растяжении упругого стержня. Тепловое расширение как следствие ангармоничности колебаний в решётке. Коэффициент линейного расширения стержня.

5. Фазовые переходы

Фазовые переходы I и II рода. Химический потенциал. Условие равновесия фаз. Кривая фазового равновесия. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Диаграмма состояния двухфазной системы «жидкость–пар». Зависимость теплоты фазового перехода от температуры. Критическая точка. Тройная точка. Диаграмма состояния «лёд–вода–пар». Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлаждённый пар.

6. Реальные газы

Газ Ван-дер-Ваальса как модель реального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Уравнение адиабаты газа Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла и правило рычага. Критические параметры и приведённое уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван-дер-Ваальса в вакуум. Энтропия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля–Томсона. Адиабатическое расширение, дросселирование.

7. Поверхностные явления.

Термодинамика поверхности. Свободная энергия поверхности. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.

8. Элементы теории вероятностей.

Условие нормировки. Средние величины и дисперсия. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Распределение Гаусса.

9. Распределения Максвелла и Больцмана.

Распределения Максвелла. Распределение частиц по компонентам скорости и абсолютным значениям скорости. Доля молекул, лежащих в заданном интервале скоростей. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределения Максвелла по энергиям. Среднее число ударов молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие в сосуде.

Распределение Больцмана в однородном поле сил. Барометрическая формула. Распределение Максвелла–Больцмана.

10. Основы статистической физики.

Динамические и статистические закономерности. Макроскопические и микроскопические состояния. Фазовое пространство. Представление о распределении Гиббса. Микро- и макросостояния. Статистический вес макросостояния. Статистическая сумма и её использование для нахождения внутренней энергии. Энергия, теплоёмкость, энтропия газа, молекулы которого имеют два дискретных энергетических уровня.

Статистическое определение энтропии. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии. Статистическая температура. Энтропия при смешении газов. Парадокс Гиббса.

11. Теория теплоёмкостей.

Классическая теория теплоёмкостей. Закон равном распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга–Пти). Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Характеристические температуры. Зависимость теплоёмкости от температуры.

12. Флуктуации.

Средние значения энергии и дисперсии (среднеквадратичной флуктуации) энергии частицы. Флуктуации и распределение Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Флуктуация температуры в фиксированном объёме. Флуктуация объёма в изотермическом и адиабатическом процессах. Флуктуации аддитивных физических величин. Зависимость флуктуаций от числа частиц, составляющих систему. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов (на примере пружинных весов).

13. Элементы физической кинетики.

Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Число столкновений молекул между собой. Явления переноса: вязкость, теплопроводность и диффузия. Законы Фика и Фурье. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и диффузии в газах.

14. Броуновское движение. Явления переноса в разреженных газах.

Подвижность. Закон Эйнштейна–Смолуховского. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии. Эффект Кнудсена. Эффузия. Течение разреженного газа через прямолинейную трубу.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Общая физика: электричество и магнетизм

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области физики электромагнитных явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ электричества и магнетизма

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области электричества и магнетизма
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- о фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений, а также границы их применимости:
- о закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- о понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- о основные понятия при вычислении электрическое поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- о закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;
- о закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;

- о основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагниченности, токи проводимости и молекулярные токи;
- о закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- о основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- о уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- о закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга;
- о базовые понятия о плазме и волноводах.

уметь:

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по электричеству и магнетизму:
- о применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- о записывать и решать уравнения Пуассона и Лапласа;
- о применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- о применять метод «изображений» для вычисления электрических и магнитных полей;
- о применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- о рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- о использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчете колебательных контуров;
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач физики электромагнитных явлений;
- основными математическими инструментами, характерными для задач электричества и магнетизма.

Темы и разделы курса:

1. Электрическое поле в вакууме

1. Электрическое поле в вакууме. Электрические заряды и электрическое поле. Закон сохранения заряда. Напряжённость электрического поля. Закон Кулона. Система единиц СГСЭ. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия на заряженной поверхности. Уравнения Пуассона и Лапласа. Единственность решения электростатической задачи. Метод «изобразений».

2. Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

4. Магнитное поле в веществе. Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование $\rightarrow E$ и $\rightarrow B$ (при $v \ll c$). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

6. Электромагнитные колебания. Квazистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.

7. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны. Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах.. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

8. Плазма.. Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

2. Электрическое поле в веществе

Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме

Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

4. Магнитное поле в веществе

Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование $\rightarrow E$ и $\rightarrow B$ (при $v \ll c$). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

6. Электромагнитные колебания

Квазистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.

7. Электромагнитные волны

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах.. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

8. Плазма

Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Объектно-ориентированное программирование

Цель дисциплины:

освоение студентами практических навыков и знаний в области основных техник разработки программного обеспечения с использованием стека технологий Microsoft, изучение подходов к проектированию и анализу ПО, а также основных библиотек необходимых для успешного применения опыта на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование основных навыков разработки программного обеспечения;
- формирование навыков работы в среде Microsoft Visual Studio;
- формирование навыков использования технологического стека Microsoft.NET на примере языка C#;
- формирование основных навыков тестирования программного обеспечения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные техники разработки программного обеспечения;
- Принципы создания многопоточных приложений;
- основные подходы тестирования приложений;
- основные библиотеки стека Microsoft.NET.

уметь:

- Разрабатывать консольные приложения;
- Разрабатывать оконные приложения;
- Разрабатывать сетевые приложения;
- Разрабатывать приложения с использованием базовых операций ввода/вывода;

- Тестировать разработанные приложения.

владеть:

- навыками работы в среде Microsoft Visual Studio;
- методами тестирования приложений;
- инструментами тестирования приложений NUnit.

Темы и разделы курса:

1. Введение в разработку ПО на основе Microsoft.NET

Введение в тестирование приложений

2. Разработка консольного приложения

Использование регулярных выражений

3. Подсистема ввода/вывода. Работа с файлами и потоками ввода вывода

Разработка многопотчных приложений

4. Событийная модель приложения .NET

Основы разработки оконного приложения

5. Использование 2-мерной графики в оконных приложениях

Связывание данных с элементами оконного приложения. Основы WCF, LINQ, WPF 3D

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Оптимизация в анализе данных: дополнительные главы

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с некоторыми типами оптимизационных задач, возникающих в современном анализе данных, вопросами теории адаптивных численных методов первого порядка для задач минимизации, вариационных неравенств, седловых задач, основами теории методов для задач невыпуклой оптимизации.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области адаптивных численных методов оптимизации,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- освоение общего подхода к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с анализом данных, машинным обучением, моделированием транспортных потоков, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов вариационного анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные подходы к решению задач выпуклой и невыпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой и невыпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Задачи нелинейной оптимизации: нижние оценки и оптимальные алгоритмы.

Общая постановка задачи нелинейной оптимизации. Выпуклая и невыпуклая оптимизация. Примеры оптимизационных задач, возникающих в анализе данных: линейная и нелинейная регрессия и бинарная классификация. Нижние оценки аналитической сложности в пространствах больших размерностей (обзор): гладкие и негладкие задачи.

Градиентный метод: невыпуклые, выпуклые и сильно выпуклые задачи. Ускоренные методы для задач выпуклой и сильно выпуклой гладкой оптимизации. Метод тяжёлого шарика, быстрый градиентный метод. Техника рестартов. Оптимальные ускоренные методы гладкой выпуклой минимизации. Субградиентные методы для задач негладкой оптимизации (обзор).

2. Адаптивные методы первого порядка для некоторых классов задач оптимизации.

Адаптивный неускоренный градиентный метод: выпуклый и невыпуклый случай. Адаптивный метод подобных треугольников. Универсальные градиентные методы. Оценки скорости сходимости (обзор).

Адаптивные субградиентные методы для задач выпуклой минимизации общего вида. Шаг Б.Т. Поляка в субградиентном методе и его приложения в задачах регрессии, а также при отыскании общей точки системы множеств.

Относительная гладкость и относительная сильная выпуклость. Примеры прикладных задач: матричные уравнения, D-оптимальный план эксперимента. Адаптивный градиентный метод для относительно гладких оптимизационных задач. Обсуждение результатов экспериментов.

Задачи централизованной оптимизации в предположении схожести слагаемых: подход с использованием относительной гладкости и сильной выпуклости. Относительная непрерывность (липшицевость) в оптимизации. Примеры: геометрические задачи, а также задача бинарной классификации методом опорных векторов. Субградиентные методы для относительно липшицевых задач.

3. Вариационные неравенства и седловые задачи. Условия разрешимости и примеры прикладных задач.

Понятие вариационного неравенства. Результаты об условиях разрешимости вариационных неравенств. Примеры задач, приводящих к вариационным неравенствам. Задача отыскания седловой точки. Приложения: лагранжевы седловые задачи, матричные игры, задача совместного использования ресурсов, обучение генеративно-сопоставительных сетей (GAN).

4. Методы первого порядка для вариационных неравенств и седловых задач.

Нижние оценки сложности методов первого порядка для вариационных неравенств. Проекционный метод для вариационных неравенств, оценка скорости сходимости для сильно монотонных липшицевых операторов. Экстраградиентный метод и его сравнение с проекционным методом. Проксимальный зеркальный метод А.С. Немировского. Адаптивный и универсальный варианты проксимального зеркального метода А.С. Немировского для вариационных неравенств с монотонными операторами. Теоретические оценки скорости сходимости методов для монотонных операторов: случаи липшицева, ограниченного и относительно липшицева оператора. Методы для вариационных неравенств с сильно монотонными операторами. Анализ результатов некоторых вычислительных экспериментов. Градиентные методы с неточным оракулом. Ускоренные методы для сильно выпукло-вогнутых седловых задач. Стохастические методы первого порядка для вариационных неравенств и седловых задач.

5. Избранные подходы к задачам невыпуклой оптимизации.

Локальные и глобальные минимумы. Градиентный метод для гладких невыпуклых задач, оценка скорости сходимости с использованием нормы градиента. Проблема нахождения глобального минимума. Обобщения выпуклости, допускающие хорошие глобальные оценки скорости сходимости: квазивыпуклость, слабая выпуклость. Примеры

квазивыпуклых и слабо выпуклых задач анализа данных. Субградиентные методы для квазивыпуклых задач (подход Ю.Е. Нестерова), оценки скорости сходимости. Субградиентные методы для слабо выпуклых задач с острым минимумом, теоретический результат о линейной скорости сходимости. Релаксации сильной выпуклости: условия градиентного доминирования и квадратичного роста, теоретический результат о линейной скорости сходимости. Пример: нелинейные системы. Задачи геометрического программирования. Эвристические алгоритмы невыпуклой оптимизации: метод имитации отжига и генетические алгоритмы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основные алгоритмы

Цель дисциплины:

- изучение основных алгоритмов и структур данных для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование математической культуры, исследовательских навыков в области теории алгоритмов и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- освоение обучающимися базовых знаний в области теории алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний в области алгоритмов и структур данных;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области теории алгоритмов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории алгоритмов и теории сложности вычислений;
- асимптотические оценки времени исполнения наиболее известных алгоритмов;
- современные проблемы математики, информатики.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при разработке новых алгоритмов;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со структурами данных.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Верхние и нижние оценки сложности алгоритмов.

Язык Си как исполнители алгоритмов. Сложность по времени и по памяти. Верхние и нижние оценки. Пример: задача о поиске максимума последовательности: верхняя и нижняя оценки (последняя — через связность графа). Асимптотические оценки: O , Ω , Θ обозначения — формальные определения.

2. Жадные алгоритмы и индуктивные функции

Пример: задача о поиске треугольника максимальной площади, сторона которого лежит на оси Ox . Жадные алгоритмы и индуктивные функции. Онлайн-алгоритмы.

3. Рекурсия и итерация.

Переход от алгоритмов, заданных рекурсивно, к алгоритмам, заданным итеративно, с использованием стека на примере алгоритма Евклида. Расширенный алгоритм Евклида. Алгоритм быстрого возведения в степень. Числа Фибоначчи. Вычисление через рекурсию, рекурсию с запоминанием, итерацию, возведение матрицы в степень. Доказательство нижних оценок на время работы алгоритма Евклида через числа Фибоначчи.

4. Алгоритмы «разделяй и властвуй»

Деревья рекурсии. Доказательство Θ -оценок для алгоритма Карацубы и сортировки слиянием. Алгоритм деления целых чисел Divide. Анализ рекуррентных соотношений. Деревья рекурсии. Доказательство основной теоремы о рекурсии

5. Сортировки. Верхние и нижние оценки

Детерминированный алгоритм поиска k -ой порядковой статистики. Процедура partition (in place). Быстрая сортировка (детерминированный алгоритм). Быстрая сортировка (вероятностный алгоритм). Оценка среднего времени работы (без доказательства). Оценки сложности различных алгоритмов сортировки: сортировка пузырьком и сортировка вставками.

Сортировки сравнениями. Модель разрешающих деревьев, доказательство нижних оценок. Доказательство оценки $\Omega(n \log n)$ для сортировок сравнениями. Бинарный поиск. Нижняя

оценка на поиск элемента в отсортированном массиве. Потенциальные функции. Нижняя оценка на поиск второго максимума в массиве.

Сортировка за линейное время. Сортировка подсчётами. Поразрядная сортировка (Radix sort)

6. Структуры данных

Стеки и очереди. Односвязные и двусвязные списки. Очередь с приоритетами на основе Heap. Двоичные деревья поиска. Пирамидальная сортировка (Heap sort). Деревья поиска. Красно-чёрные деревья. Балансировка двоичных деревьев поиска на примере операции добавления вершины. *Декартовы деревья.

7. Алгоритмы на графах

Поиск в глубину. Связь времени открытия и времени закрытия вершин с правильными скобочными последовательностями. Переход от рекурсивного варианта алгоритма к итеративному с помощью стека. Алгоритмы на основе поиска в глубину: топологическая сортировка, сильно-связные компоненты, поиск эйлера цикла, проверка на двудольность, *поиск мостов.

Поиск в ширину. Алгоритм Беллмана-Форда. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Крускала. Алгоритм Прима. Вероятностный алгоритм поиска минимального разреза.

8. Динамическое программирование

От кратчайших путей к динамическому программированию. Линейный алгоритм поиска кратчайших расстояний в топологически сортированном графе. Линейный алгоритм нахождения центра и диаметра взвешенного дерева.

Динамическое программирование сверху и снизу: рекурсия и индукция. Задача о расстоянии редактирования (Edit distance). Поиск выигрышных стратегий в конечной игре. Алгоритм для дискретной задачи о Рюкзаке. ϵ -приближённый алгоритм для дискретной задачи о Рюкзаке. Генерации комбинаторных последовательностей.

9. Алгоритм шифрования RSA и тесты простоты

Протокол Диффи-Хеллмана. Криптосистема RSA. Вероятностные алгоритмы проверки простоты (тест Ферма и тест Миллера-Рабина). Хэш-функции.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основные методы кластеризации и распознавания

Цель дисциплины:

Изучение современных алгоритмов обучения машин и распознавания образов.

Задачи дисциплины:

- подготовка к участию в научных семинарах, научно-технических конференциях и симпозиумах, составлению научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике исследований;
- подготовка к оказанию консалтинговых услуг по данной тематике;
- подготовка к участию в международных проектах по тематике дисциплины;
- подготовка к участию в разработке корпоративной политики и мероприятиях в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, включая разработку и реализацию решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов;
- совершенствование и расширение общенаучной базы. Повышение уровня общекультурного и нравственного совершенствования своей личности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методологию и терминологию дисциплины;
- механизмы формирования, представления и искажения изображений;
- принципы построения алгоритмов обработки изображений;
- стандартные методы синтеза, восстановления, анализа, классификации и распознавания изображений.

уметь:

- использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности;

- использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

- основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Основные понятия и базовые теоремы.

Обучаемые (параметризованные) алгоритмы. Приложения. Данные, признаки. Обзор протоколов обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением. Примеры.

Роль методов оптимизации. Нейронные сети, коннекционизм. Переобучение и регуляризация.

2. Вероятностный вывод.

Скрытые Марковские модели. Марковские случайные поля. Общий взгляд на модели со скрытыми параметрами.

3. Обучение без учителя и анализ данных.

Кластеризация. Иерархическая кластеризация. Алгоритм К-средних. Модель смеси гауссиан. Дискриминант Фишера. Алгоритм ожидания-максимизации (EM).

Сокращение размерности. Анализ главных компонент (PCA). Нейронные сети, осуществляющие нелинейный анализ главных компонент.

Пропущенные данные. Вероятностная трактовка PCA.

Факторный анализ, анализ независимых компонент.

4. Обучение с учителем.

Логистическая регрессия, персептрон. Обратное распространение ошибки. Многослойный персептрон. Разделяемые веса. Обучаемые метрики (сиамские сети). Конволютивные сети.

Машины опорных векторов (SVM). Квадратичная оптимизация. Нестандартные скалярные произведения.

Простейший алгоритм обучения, использующий теорему Байеса.

Практические вопросы: сбор базы данных, выбор признаков, диагностика качества работы алгоритма. Типы ошибок, характеристическая кривая (ROC-curve).

Деревья принятия решений, Алгоритм C4.5. Бустинг. Алгоритм Виолы-Джонса.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы высшей алгебры и теории кодирования

Цель дисциплины:

Изучение основ теории групп и теории колец, включая теорию конечных полей, и приложений этих алгебраических дисциплин к перечислительной комбинаторике и теории корректирующих кодов.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) о группах, кольцах, полях и корректирующих кодах;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков оперирования с конкретными примерами групп, колец и полей;
- оказание консультаций и помощи студентам в изучении дополнительных разделов алгебры, необходимых для их собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть данной дисциплины;
- основные свойства групп, колец, полей, корректирующих кодов;
- подходы и методы для решения типовых задач о группах, кольцах, полях и корректирующих кодах.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ОВАТК;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ОВАТК, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ОВАТК в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ОВАТК (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов ОВАТК;
- предметным языком алгебры и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Алгебраические структуры.

Определения бинарной операции, полугрупп, моноидов, групп.

2. Основные примеры групп.

Циклические группы. Аддитивная группа вычетов по модулю n . Группа перестановок (симметрическая группа). Цикловое разложение перестановки. Четные и нечетные перестановки. Подгруппы. Порождающие или образующие элементы группы. Прямые произведения групп.

3. Структурные свойства групп.

Левые и правые смежные классы группы по подгруппе. Индекс подгруппы. Порядок элемента группы. Теорема Лагранжа.

Сопряженные элементы и сопряженные подгруппы. Нормальные подгруппы.

4. Гомоморфизмы групп.

Комбинаторные задачи о числе функций, слов в алфавите и размещений объектов по ячейкам при различных ограничениях. Числа Стирлинга первого рода, рекуррентное соотношение для них.

5. Приложения теории групп к элементарной теории чисел.

Мультипликативная группа вычетов по модулю n . Малая теорема Ферма, теорема Эйлера.

6. Приложения теории групп к перечислительной комбинаторике, лемма Бернсайда.

Действия групп. Лемма Бернсайда.

7. Кольца и основные свойства колец.

Примеры колец. Кольцо целых чисел. Кольцо многочленов над кольцом (полем). Кольца классов вычетов в кольце целых чисел и кольце многочленов. Прямые суммы колец. Подкольцо. Обратимые элементы кольца, группа обратимых элементов кольца, делители нуля. Нильпотентные элементы.

8. Идеалы, кольца классов вычетов, гомоморфизмы колец.

Левые, правые и двусторонние идеалы. Главные идеалы. Максимальные и простые идеалы. Кольца классов вычетов. Идеалы в кольцах многочленов. Факторкольцо. Теорема о гомоморфизме колец.

9. Евклидовы кольца, их свойства и примеры.

Деление с остатком в кольцах целых чисел и многочленов над кольцом целых чисел. Евклидовы кольца. Идеалы в евклидовых кольцах. Факториальность евклидовых колец. Китайская теорема об остатках.

Алгоритм Евклида. Решение линейных диофантовых уравнений.

10. Поля, примеры полей. Свойства конечных полей.

Поля. Примеры полей. Поле классов вычетов. Характеристика поля. Простое подполе. Конечные и алгебраические расширения полей. Поле разложения. Конечные поля.

Цикличность мультипликативной группы конечного поля. Первообразные корни.

11. Корректирующие коды. Конструкции корректирующих кодов, основанные на теории конечных полей.

Код Хэмминга, коды БЧХ. Оценка размерности и кодового расстояния для кодов БЧХ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы искусственного интеллекта и систем искусственного интеллекта

Цель дисциплины:

- изучение теоретических основ искусственного интеллекта и проектирования систем, основанных на знаниях, областей использования интеллектуальных систем, их возможностей и ограничений.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области искусственного интеллекта и проектирования систем, основанных на знаниях;
- приобретение теоретических знаний в части представления и обработки знаний в практически значимых предметных областях;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области искусственного интеллекта и проектирования прикладных интеллектуальных систем;
- приобретение навыков работы с инструментальными средствами представления и обработки знаний, а также с прикладными интеллектуальными системами в Интернет.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и теории представления и обработки знаний;
- теоретические основы проектирования интеллектуальных систем;
- основные инструментальные средства искусственного интеллекта;
- основные области применения интеллектуальных систем;
- современные проблемы искусственного интеллекта и проектирования прикладных интеллектуальных систем.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач инженерии знаний;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и практики;
- видеть в технических задачах математическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и практические методики;
- работать на современном компьютерном оборудовании и с новыми программными системами;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения практически значимых результатов.

владеть:

- навыками освоения больших объемов информации, представленной в традиционной и электронной форме;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- навыками грамотной обработки результатов компьютерного моделирования и сопоставления их с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с представлением и обработкой знаний.

Темы и разделы курса:

1. Введение в программный инструментарий разработки систем, основанных на знаниях. Языки символьной обработки. Языки и системы представления знаний.

Технологии разработки программного обеспечения – цели, принципы, парадигмы.

Методологии создания и модели жизненного цикла интеллектуальных систем.

Инструментарий ИИ.

Краткая история развития языков символьной обработки.

Языки ЛИСП, ПРОЛОГ и РЕФАЛ – основные понятия и приемы программирования.

Языки программирования интеллектуальных решателей. SNOBOL, PLANNER и Conniver.

Язык расширенных сетей переходов ATNL – основные понятия и приемы программирования.

Продукционно-фреймовый язык PILOT – основные понятия и приемы программирования.

2. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы.

Краткая история развития вычислительных машин и искусственного интеллекта.

Основные направления исследований в области ИИ.

Основные теоретические проблемы ИИ.

Классификация систем, основанных на знаниях.

Экспертные системы. Основные понятия и классификация. Технологии проектирования и разработки ЭС. Коллектив разработчиков. Примеры ЭС.

Введение в мультиагентные системы. Понятие агента и мультиагентной системы. Архитектура мультиагентных систем. Инструментарий для построения мультиагентных систем. Примеры мультиагентных систем.

3. Модели и методы представления и обработки знаний.

Основные понятия.

Эволюция исследований и разработок от данных к знаниям.

Модели представления данных (иерархические, реляционные и сетевые).

Понятие формальной модели.

Формальные грамматики и языки. Классификация формальных грамматик по Хомскому. Автоматные, контекстно-свободные и контекстные языки. Программные грамматики Розенкранца, индексные грамматики Ахо и двухуровневые грамматики Стоцкого.

Методы анализа формальных языков. Анализ языков типа 3. Методы предшествования и старшинства. Анализ языков типа 2. Анализаторы сетей переходов Конвея. Расширенные сети переходов Вудса.

Модели вывода на знаниях. Метод резолюций и его ограничения. Вывод на основе неполной, нечеткой и неопределенной информации. Правдоподобные модели вывода. Вывод по аналогии и на основе здравого смысла. Вывод, основанный на функциях доверия. Аргументация и оправдание как способы вывода на знаниях.

Продукционные системы. Основные понятия. Вывод в системах продукций. Управление выводом в продукционных системах.

Классификация базовых моделей.

Фреймовые и продукционные модели представления знаний.

Сетевые модели представления знаний.

Гибридные модели представления знаний.

Основные определения.

Методологии создания и "жизненный цикл" онтологий.

Примеры онтологий.

4. Практические методы извлечения знаний. Средства автоматизированного приобретения знаний. Системы и средства представления знаний в среде Интернет. Пространства знаний в среде Интернет.

Классификация методов.

Коммуникативные методы извлечения знаний.

Текстологические методы извлечения знаний.

Методы структурирования.

Эволюция систем приобретения знаний. Современное состояние автоматизированных СПЗ. Российские инструменты онтологического инжиниринга.

Визуальное проектирование баз знаний.

Системы семейства Protégé.

Web документов, Социальный и Семантический Web.

Инициатива (KA)2 и инструментарий Ontobroker. Проект SHOE.

HTML, XML, RDF(S) и представление знаний.

OWL и представление знаний.

Извлечение информации из текстов и семантизация Интернет-контента.

Семантическое аннотирование и Интернет-навигация. Порталы знаний.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы математического моделирования

Цель дисциплины:

освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение моделей, получаемых из фундаментальных законов природы, исследование математических моделей.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области математического моделирования как дисциплины, интегрирующей подготовку специалистов в области математической физики и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания математических моделей, умение пользоваться как существующими пакетами программ, так и создание новых;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- формализовать теоретическую проблему, найти способ и алгоритм её решения; современные проблемы физики, математики, вычислительной математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современных вычислительных комплексах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение расчета.

владеть:

- математическим моделированием физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современных вычислительных комплексах.

Темы и разделы курса:

1. Иерархии моделей.

Иерархическая модель данных. Структурная часть иерархической модели. Управляющая часть иерархической модели.

2. Исследование математических моделей.

Групповой анализ. Анализ размерностей. Автомодельные решения различного типа. Аналитические решения и асимптотики. Использование качественной теории ОДУ. Принцип максимума и теоремы сравнения. Метод осреднения. Численные методы и вычислительный эксперимент.

3. Математические модели и основные понятия математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Математические модели, получаемые из фундаментальных законов природы. Феноменологические модели. Полуэмпирические модели. Имитационные модели. Примеры иерархии моделей. Некоторые модели простейших нелинейных объектов. Упражнения.

4. Модели, получаемые из вариационных принципов.

Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Модели некоторых механических систем. Уравнение Больцмана для функции распределения. Цепочка гидродинамических моделей газа.

5. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы.

Модели, опирающиеся на законы сохранения. Сохранение массы вещества. Примеры, связанные с гравитационным режимом течения грунтовых вод. Уравнение Буссинеска.

Сохранение числа частиц. Примеры из задач ядерной физики и высокотемпературной плазмы. Сохранение импульса.

6. Основные понятия математического моделирования.

Математическое моделирование как «оружие» изучения явлений и объектов, их приближенного описания на языке математики. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент как составляющие научно-технического прогресса. Основные понятия методологии математического моделирования. «Модель – алгоритм - программа». Типы моделей и принципы их построения.

7. Сохранение энергии.

Процессы теплопередачи. Закон Фурье и рамки его применимости в задачах физики плазмы. Гиперболическая теплопроводность.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы механики космического полёта

Цель дисциплины:

– изучение фундаментальных основ механики космического полёта в части орбитального движения как естественных небесных тел, так и космических аппаратов.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами знаний в области невозмущённого и возмущённого орбитального движения взаимно гравитирующих тел;
- приобретение теоретических знаний, необходимых при проведении предварительного проектирования орбит космических аппаратов и в процессе обработки результатов космических миссий.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической небесной механики и механики космического полёта;
- законы орбитального движения искусственных спутников Земли, методы определения, улучшения и целенаправленного изменения орбит;
- характер эволюции кеплеровских орбит под воздействием различных возмущающих факторов;
- современные проблемы механики космического полёта, направления перспективных исследований и цели разрабатываемых космических миссий.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных небесномеханических ситуаций;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;

- применять современные математические методы небесной механики и астеродинамики;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования механических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с осуществлением космических миссий;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Краткий обзор истории Небесной механики и Механики космического полета. Механика космического полета как раздел классической механики

Предмет механики космического полета, небесной механики и астеродинамики. Краткий обзор истории небесной механики и механики космического полета.

Теория гравитационного притяжения: закон всемирного тяготения; Ньютоновское поле материальной точки и системы материальных точек; гравитационный потенциал тела со сферическим распределением плотности. Взаимодействие тел со сферическим распределением плотности.

2. Задача двух тел. Уравнения относительного движения, основные соотношения

Уравнения относительного движения; силовая функция; первые интегралы движения и связи между ними; связь между константой энергии и характером (типом) движения. Закон сохранения кинетического момента и второй закон Кеплера.

Уравнение орбиты в полярной форме. Первый закон Кеплера. Основные сведения из теории конических сечений. Связь между геометрическими свойствами конического сечения (формой и размерами) и константами энергии и площадей.

Орбитальная скорость и ее компоненты – радиальная и трансверсальная; связь между величиной начальной скорости и типом орбиты – конического сечения. Годограф скорости.

3. Связь между временем и положением спутника на орбите. Уравнение Кеплера и его аналог в случае гиперболического движения. Уравнение Баркера

Эллиптическое движение – основные соотношения между элементами эллиптической орбиты. Уравнение Кеплера; геометрический вывод; третий закон Кеплера. Задача измерения массы планеты.

Гиперболическое движение – основные соотношения между элементами гиперболической орбиты. Эффективный радиус планеты. Аналог уравнения Кеплера; геометрический вывод. Сравнение формул эллиптического и гиперболического движений; об универсальном подходе к изучению эллиптического и гиперболического движений.

Параболическое движение: уравнение Баркера и его решение.

Решение уравнения Кеплера и его аналога: теорема существования и единственности решения; итерационный метод неподвижной точки, оценка точности N-ого приближения. Случаи почти круговой и почти параболической орбит.

4. Элементы орбиты. Задача определения и улучшения орбиты по измерениям

Траектория в трехмерном пространстве; элементы орбиты; задача предсказания положения тела в заданный момент времени. Связь широты точки старта и возможного наклона орбиты.

Задача определения и улучшения орбиты

Траектория в трехмерном пространстве; элементы орбиты; задача предсказания положения тела в заданный момент времени. Связь широты точки старта и возможного наклона орбиты.

Задача определения и улучшения орбиты

5. Основные результаты теории импульсных манёвров

О движении тела переменной массы; принцип реактивного движения; формула Циолковского; гравитационные потери. Многоступенчатые ракеты.

Основные результаты теории импульсных манёвров: оптимальный двухимпульсный переход между компланарными круговыми орбитами (гомановский переход и доказательство его оптимальности), биэллиптический переход.

Переход с круговой орбиты на компланарную эллиптическую; переход между компланарными эллиптическими орбитами.

Поворот плоскости орбиты; сравнение простого одноимпульсного и трёхимпульсного манёвров.

6. Задача трёх тел. Основные результаты

Задача трёх тел: уравнения движения в инерциальной системе координат; первые интегралы.

Движение двух точечных масс относительно центра масс системы.

Лагранжевы движения системы трёх гравитирующих материальных точек.

Движение системы трёх тел относительно центрального тела; основное и возмущающее ускорения.

Сфера притяжения и сфера действия, грависфера Лапласа.

Приближённая методика. Примеры: задача о третьей космической скорости; гравитационный (пертурбационный) манёвр.

7. Ограниченная круговая задача трёх тел

Ограниченная круговая задача трёх тел; уравнения движения во вращающейся системе координат; интеграл Якоби.

Поверхности нулевой скорости (поверхности Хилла) и их эволюция при изменении константы Якоби. Точки либрации: коллинеарные решения Эйлера и треугольные решения Лагранжа; устойчивость точек либрации.

8. Уравнения возмущённого движения

Основные возмущения, действующие на космический аппарат. Метод оскулирующих элементов; уравнения возмущённого движения в оскулирующих элементах.

Проблема выбора независимой переменной. Оскулирующие элементы в случае почти круговой орбиты и в случае почти экваториальной орбиты.

Влияние тангенциальной, нормальной и бинормальной компонент возмущающего ускорения на эволюцию орбиты космического аппарата.

9. Возмущённое движение спутника в нецентральной гравитационном поле

Гравитационный потенциал произвольного тела во внешней точке. Формула Мак-Калуфа. Разложение гравитационного потенциала по полиномам и присоединённым функциям Лежандра; зональные, тессеральные и секториальные гармоники. Случай осесимметричной планеты и планеты, симметричной относительно экваториальной плоскости. Потенциал сплюснутого сфероида.

Движение спутника в нецентральной гравитационном поле планеты. Задача о двух фиксированных центрах.

Эволюция эллиптической орбиты спутника сплюснутой планеты; влияние второй зональной гармоники гравитационного потенциала. Вращение линии узлов и линии апсид; критическое наклонение орбиты

10. Возмущённое движение спутника под действием сопротивления атмосферы

Влияние сопротивления атмосферы; модель атмосферы Земли. Эволюция орбиты ИСЗ под действием сопротивления атмосферы, парадокс спутника.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы моделирования на нерегулярных сетках

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний и комплексного подхода к проектированию, разработке численных алгоритмов и программного обеспечения решения начально-краевых задач на сетках нерегулярной структуры.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний по методам построения и реализации сеточных моделей для компьютерного моделирования различных физических процессов в расчетных областях, соответствующих по геометрии реальным приборам, аппаратам, устройствам физики и техники, знаний методов генерации нерегулярно-структурированных сеток и современных методов разработки моделей и структур сеточных данных.
- обучение студентов общим принципам построения сеточных аппроксимаций к дифференциальным уравнениям в частных производных на нерегулярных сетках различных типов, на основе конечно-элементных (вариационных и проекционных) методов, разностного метода опорных операторов, при наложении на топологическую и геометрическую структуру сеток минимальных разумных ограничений, а также общим принципам исследования свойств сеточных уравнений, не опирающимся на какие-либо предположения о структуре расчетной сетки, и общим подходам к реализации соответствующих сеточных моделей в виде вычислительных алгоритмов.
- формирование у студентов профессиональных навыков математического моделирования различных физических процессов и способности самостоятельного принятия решений при выполнении исследований в рамках выпускных работ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;

применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, с целью обеспечения устойчивого развития науки, техники и повышения уровня благосостояния общества.

уметь:

эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;

использовать модели математической физики и информатики для анализа конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

владеть:

логикой в научном творчестве;

научной картиной мира;

математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

Темы и разделы курса:

1. Вводные сведения о вычислительных сеточных технологиях.

Вводные сведения о вычислительных сеточных технологиях. Примеры расчетных регулярных и нерегулярно-структурированных сеток – общее описание, примеры применения.

2. Конформные сетки

Конформные сетки. Методы генерации двумерных конформных сеток. Метод отображений. Фронтальный метод генерации треугольных сеток. Генерация сеток на основе триангуляции Делоне. Неконформные сетки типа "четвертичное" или "восьмеричное" дерево. Адаптация декартовой сетки к границе расчетной области – транкированные сетки.

3. Методы оценки качества сеток.

Методы оценки качества сеток. Методы оптимизации сеток.

4. Сеточные модели данных и структуры данных

Сеточные модели данных и структуры данных. Примеры разработки структур данных. Связь с технологиями разреженных матриц. Сетки в параллельных вычислениях. Генерация распределенных сеток и работа с распределенными сеточными данными.

5. Вариационный метод. Метод конечных элементов

Вариационный метод – общие формулировки. Метод конечных элементов - общие понятия, примеры. МКЭ и матричные технологии. Пример реализации конечно-элементной вычислительная технология с целью решения задачи для уравнений теплопроводности и конвекции-диффузии. Монотонизация схемы МКЭ при решении уравнения конвекции-диффузии с преобладающей конвекцией.

6. Проекционный метод. Методы Галеркина

Проекционный метод – общие формулировки. Методы Галеркина, Галеркина-Петрова. Метод Галеркина с разрывными базисными функциями.

Примеры проекционных схем (задачи для уравнений теплопроводности и конвекции-диффузии).

7. Использование теорем векторного и тензорного анализа

Использование теорем векторного и тензорного анализа. Метод контрольных объемов – интегро-интерполяционная схема. Интегрально-согласованные аппроксимации дифференциальных операторов. Построение разностных схем на нерегулярных сетках методом опорных операторов.

8. Основные понятия об адаптируемых сетках

Основные понятия об адаптируемых сетках. Улучшение качества решения на сетках с фиксированным и переменным количеством ячеек. Процедуры "refinement" – на примерах конформных и неконформных (octree) сеток.

9. Общие сведения о вычислительных методиках на многоблочных сетках

Общие сведения о вычислительных методиках на многоблочных сетках. Примеры применения многоблочных перекрывающихся сеток для решения задач обтекания подвижных тел в расчетной области.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы социально-экономического прогнозирования

Цель дисциплины:

– изучение основ методологии и методики прикладного социально-экономического прогнозирования.

Задачи дисциплины:

- освоение базовых понятий, концепций и методов прикладного социально-экономического прогнозирования;
- получение представлений о роли прогнозирования в процессах принятия экономических решений;
- актуализация знаний об экономике как объекте прогнозирования;
- приобретение начальных навыков решения прогнозно-аналитических задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия, характеризующие социально-экономическое прогнозирование как специфический вид научных исследований;
- в чем состоит роль прогнозирования в информационном обеспечении процесса принятия решений;
- основные типы прогнозов и особенности решаемых с их помощью задач;
- факторы, определяющие объективную неоднозначность результатов прогнозирования;
- примеры прикладных социально-экономических прогнозов.

уметь:

- обосновывать выбор типа прогноза, адекватного конкретной задаче информационного обеспечения процесса принятия решений;

- объяснять различия между парадигмой «прогноз как предсказание», которая исходит из того, что адекватный прогноз должен точно предсказывать будущее, и парадигмой сценарного прогнозирования, в контексте которой адекватный прогноз должен точно описывать вариант будущего, соответствующий рассматриваемому прогнозному сценарию.

владеть:

- навыками использования традиционных аналитических построений, нормативных построений и межстрановых сопоставлений как важнейших методов получения информации для построения прогнозов;

- начальными навыками формализации информации об исследуемом объекте в виде схем прогнозных расчетов.

Темы и разделы курса:

1. Основные источники представлений о будущем состоянии рассматриваемого объекта и соответствующие им методы прогнозирования.

Прошлое – аналитические построения, экстраполяция сложившихся в прошлом тенденций развития, выявление факторов (например, технологических сдвигов), которые обладают значительным потенциалом предопределения особенностей будущего развития. Сценарные построения, например, обоснование способов разрешения проблемных или кризисных ситуаций. Нормативные построения - обоснование «нормальных» или «идеальных» состояний рассматриваемых экономических объектов. Метод аналогий в пространстве подобных объектов (например, опыт более развитых стран как источник представлений о возможном будущем состоянии стран, относительно отставших в своем развитии).

2. Основные типы постановок прогнозных-аналитических задач и соответствующие им виды прогнозных построений.

Оценка возможных в будущем значений ключевых характеристик исследуемого объекта при сохранении сложившихся тенденций и/или политики его развития (инерционный прогноз). Оценка ключевых характеристик объекта, соответствующих текущим представлениям о предпочтительном его будущем состоянии (нормативный прогноз). Оценка последствий реализации того или иного варианта политики развития рассматриваемого объекта или тех или иных изменений факторов экономической конъюнктуры (сценарный прогноз).

Частичные и комплексные прогнозы (в зависимости от выбора исследуемого экономического объекта).

3. Прогнозирование и экономико-математическое моделирование.

Модель (система расчетов) как формальная основа процедуры прогнозирования. Логика формализации содержательных представлений исследователя об объекте прогнозирования и о сценарии его развития в перспективе при построении схемы прогнозных расчетов. Упрощающие предположения как ограничения на свободу интерпретации результатов прогноза.

4. Прогнозирование как вид научной деятельности.

Роль прогнозирования в процессе принятия решений. Анализ ретроспективы – важный, но недостаточный источник информации для принятия решений. Вопросы, на которые могут дать ответ только прогнозные построения.

Прогноз и предсказание. Прогнозирование и планирование. Прогнозирование и футурология.

Открытость исходных гипотез прогноза как важнейшая предпосылка его корректного использования.

5. Роль выбора продолжительности прогнозного периода в определении состава актуальных исследовательских задач.

Характеристика особенностей рассмотрения объекта прогнозирования в рамках краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов. Относительность представлений о «краткосрочном» и «долгосрочном» периоде прогнозирования, их зависимость от естественного темпа внутренних изменений, свойственного разным объектам экономического прогноза.

6. Сценарное прогнозирование.

Понятие «прогнозный сценарий». Примеры прогнозных сценариев, положенных в основу прогнозов МЭР, ИНП РАН.

Сценарий как способ конкретизации представлений исследователя:

- об объекте прогнозирования, механизмах и факторах его развития;
- об особенностях проводимой в отношении рассматриваемого объекта экономической политики;
- об особенностях экономической конъюнктуры, в которой будет происходить развитие объекта в прогнозном периоде.

Прогнозный сценарий как способ конструктивного учета неопределенности, свойственной процессам социально-экономического развития.

Роль сценария в интерпретации результатов прогнозных расчетов.

7. Факторы, определяющие принципиальную нестрогость постановки прогнозной задачи и неединственность результатов ее решения.

Факторы, определяющие вариантность прогнозных построений. Сценарные гипотезы как один из основных элементов постановки прогнозной задачи. Факторы неоднозначности представлений исследователя об объекте прогноза и неоднозначности прогнозных гипотез.

Неоднозначность целей, которые стоят перед исследователем при построении прогноза. Роль неявных гипотез, которые принимаются при построении схемы прогнозного расчета.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы статистического моделирования и исследование зависимостей

Цель дисциплины:

Дать представление об основных современных методах прикладной математической статистики и способах ее применения для решения прикладных задач анализа и обработки данных.

Задачи дисциплины:

- изучение основных методов прикладной математической статистики;
- практическое применение основных методов прикладной математической статистики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методы прикладной математической статистики и возможности их практического использования;
- численные алгоритмы, реализующие изученные методы прикладной математической статистики.

уметь:

- применять на практике методы прикладной математической статистики и/или разрабатывать их модификации для решения поставленных задач;
- писать программы, реализующие алгоритмические процедуры анализа и обработки данных, на языке системы MatLab.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Методологические основы прикладной математической статистики.

Прикладная математическая статистика как самостоятельная научная дисциплина. Связь прикладной математической статистики с теорией вероятностей, теоретической математической статистикой и анализом данных.

Теоретико-вероятностный способ рассуждения в прикладной математической статистике.

Математические модели в прикладной математической статистике.

Робастность статистических процедур.

2. Основы теории статистических выводов.

Основные задачи и методы теории статистических выводов:

- a) Параметрические и непараметрические модели.
- b) Основные задачи: точечное оценивание, доверительные множества, тестирование гипотез, исследование зависимостей.

Оценка распределения и статистические функционалы:

- a) Эмпирическая функция распределения.
- b) Статистические функционалы.

Бутстреп:

- a) Моделирование Монте-Карло, бутстреп.
- b) Оценка дисперсии на основе бутстрепа.
- c) Оценка доверительных интервалов на основе бутстрепа.
- d) Метод складного ножа.

Параметрическое оценивание:

- a) Метод моментов.
- b) Метод максимального правдоподобия и его свойства.
- c) Дельта-метод.
- e) Параметрический бутстреп.

Проверка гипотез:

- a) Основные понятия теории проверки гипотез.
- b) Критерий Вальда.
- c) P-значение.
- e) Критерий перестановок.
- g) Множественные тесты.

Байесовский подход к оцениванию:

- a) Философия байесовского подхода.
- b) Байесовское оценивание и свойства получаемых оценок.
- c) Типы априорных распределений.
- d) Проверка гипотез.
- e) Достоинства и недостатки байесовского подхода.

Статистическая теория решений:

- a) Функция риска.
- b) Байесовская оценочная функция.
- c) Минимаксный подход.
- d) Принятие решений на основе отношения правдоподобия, минимаксного и байесовского подходов.

3. Примеры применения методов прикладной математической статистики.

Методы построения и способы использования моделей на основе данных:

- a) Методы построения матрицы плана.
- b) Методология построения моделей на основе данных.
- c) Использование моделей на основе данных для оптимизации сложных технических объектов.

Примеры применения моделей на основе данных для решения реальных индустриальных задач.

4. Статистические модели и методы.

Многомерные данные:

- a) Случайные вектора. Многомерное нормальное распределение.
- b) Оценка корреляций.

Линейная и логистическая регрессии:

- a) Стандартная линейная регрессия.
- b) Метод оценивания на основе минимизации невязок/максимизации правдоподобия.
- c) Свойства оценок метода наименьших квадратов.
- f) Выбор модели.
- g) AIC, BIC, Lasso, Bridge-регрессия, Elastic Net.

Непараметрическое оценивание сигналов:

- a) Выбор оптимального соотношения между смещением и дисперсией.
- b) Гистограммы.
- c) Ядерная оценка плотности.
- d) Непараметрическая регрессия.

Нелинейные методы построения регрессионных зависимостей:

- a) Аддитивные модели.
- b) Разложение по адаптивным сигмоидоподобным функциям.
- c) Разложение по адаптивным гауссоподобным функциям: кригинг, радиальные базисные функции и т.п.

Снижение размерности многомерных данных:

- a) Внутренняя размерность множества (фрактальная размерность, корреляционная размерность).
- b) Постановка задачи снижения размерности.
- c) Обзор линейных методов снижения размерности (метод главных компонент, целенаправленное проектирование и т.п.).
- d) Обзор локальных и нелинейных методов снижения размерности (метод нелинейных главных компонент, метод локального линейного вложения и т.п.).
- e) Снижение размерности данных в соболевской метрике.
- f) Выбор наиболее значимых признаков в задаче построения регрессии как задача снижения размерности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы теории автоматического регулирования

Цель дисциплины:

- изучение основ методов исследования динамики замкнутых систем автоматического регулирования.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами методов построения математических моделей систем автоматического регулирования, описания их динамических характеристик в области времени, в частотной области и в функции комплексного аргумента;
- изучение методов исследования устойчивости замкнутых систем, анализа переходных и установившихся процессов при воздействии регулярных и случайных управляющих и возмущающих воздействиях;
- изучение методов исследования точности систем;
- знакомство с методами построения систем, удовлетворяющих заданным требованиям – выбор желаемых характеристик, методы коррекции.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные свойства систем автоматического регулирования, построенных по принципу замкнутых систем с обратной связью и являющихся составными частями многомерных систем автоматического управления;
- принципы построения математических моделей динамических систем;
- основные подходы к исследованию динамики замкнутых систем, особенности их представления во временной и комплексной областях;
- основные методы исследования устойчивости, качества и точности систем при наличии управляющих и возмущающих воздействий различных классов;
- постановку задачи построения систем с заданными свойствами в зависимости от условий применения.

уметь:

- использовать полученные знания при дальнейшем изучении учебных дисциплин в области теории автоматического управления и построения управляющих систем;
- пользоваться своими знаниями для решения прикладных задач.

владеть:

- основными методическими приемами исследования устойчивости, качества и точности системы автоматического регулирования.

Темы и разделы курса:**1. Анализ устойчивости замкнутых систем.**

Постановка задачи, основные понятия устойчивости.

Принцип аргумента и критерии устойчивости.

Частотный критерий Найквиста-Михайлова для замкнутых систем.

Запасы устойчивости разомкнутых систем и их связь с характеристиками замкнутых систем.

2. Исследование САР при случайных входных воздействиях.

Переходные процессы в системах при различных видах типовых управляющих и возмущающих воздействий.

Статические и астатические системы, требования к передаточным функциям. Частотный метод анализа качества САР.

Интегральные уравнения для выходных сигналов систем и установившихся ошибок.

Исследование точности, применение коэффициентов ошибок.

Синтез САР по критериям качества регулирования, выбор желаемых характеристик.

Последовательные и параллельные алгоритмы коррекции, местные обратные связи.

3. Исследования САР при случайных воздействиях.

Физическая природа случайных воздействий и постановка задачи исследований.

Статистические характеристики стационарных и нестационарных сигналов: моменты, корреляционные функции, спектральные плотности.

Связь между статистическими характеристиками входных и выходных сигналов системы.

Вычисление среднеквадратических ошибок при наличии случайных управляющих сигналов и помех, приложенных в различных точках системы.

Постановка задачи синтеза оптимальных систем при воздействии полезных сигналов и помех.

4. Математические методы описания динамических систем.

Дифференциальные уравнения – основной исходный аппарат описания динамических систем.

Соотношения между характеристиками сигналов и свойствами динамических систем во временной и частотной областях.

Частотные амплитудные и фазовые характеристики динамических систем. Логарифмические частотные характеристики.

Преобразование Фурье, представление входных и выходных сигналов и передаточной функции системы как комплексных функций мнимого аргумента.

Преобразование Лапласа, основные свойства, обратное преобразование Лапласа.

Передаточные функции системы, их связь с частотными характеристиками.

Решение дифференциальных уравнений с применением преобразования Лапласа.

Нахождение выходного сигнала системы с использованием передаточной функции и преобразования входного сигнала.

Представление динамики системы во временной области: весовые (импульсные переходные функции), их связь с передаточными функциями, вычисление выходного сигнала стационарных и нестационарных систем.

5. Основные понятия теории автоматического регулирования.

Принцип действия систем автоматического регулирования.

Свойства САР, как замкнутой динамической системы.

Основные этапы создания теории автоматического регулирования.

Основные методы исследования САР.

Структура САР, основные функциональные элементы, статические и динамические характеристики элементов.

Управляющие и возмущающие воздействия.

Требования, предъявляемые к САР в зависимости от назначения и условий работы.

6. Уравнения, структурные схемы и характеристики замкнутых систем.

Уравнения функциональных элементов и систем автоматического регулирования. Линеаризация характеристик.

Соединение элементов, замыкание обратных связей.

Структурные схемы многоэлементных систем, их преобразование.

Передаточные функции соединений элементов и замкнутых систем при различных видах обратной связи.

Построение частотных характеристик соединений элементов и замкнутых систем.

7. Характеристики типовых динамических звеньев.

Типовые динамические элементы и типовые динамические звенья (интегрирующее, дифференцирующие, апериодическое, колебательное). Дифференциальные уравнения, весовые функции, переходные процессы, амплитудно-фазовые частотные характеристики, логарифмические частотные характеристики.

Частотные характеристики соединений динамических звеньев.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Основы финансово-экономического анализа и планирования

Цель дисциплины:

- знакомство слушателей с методами финансовых расчетов для повышения уровня их финансовой грамотности;
- формирование навыков анализа финансово-экономических проблем на микро- и макроуровнях;
- приобретение навыков принятия обоснованных экономических решений в областях жизнедеятельности.

Задачи дисциплины:

В результате изучения курса студент должен:

- знать основные результаты финансовых аспектов микро- и макроэкономической теории;
- обладать навыками экономического моделирования для принятия обоснованных экономических решений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ключевые положения разделов микро- и макроэкономической теории, связанных с финансовым анализом, а также иметь представление о возможностях применения теории для анализа финансово-экономических последствий принимаемых решений.

уметь:

- моделировать и анализировать ситуации с использованием микро- и макроэкономического финансового инструментария, а также интерпретировать полученные результаты.

владеть:

- логикой экономического анализа и подходами к решению финансово-экономических задач.

Темы и разделы курса:

1. Основы финансовой грамотности индивида

Эффективность вложения свободных средств в банковский сектор: депозитные вклады, процентные ставки. Альтернативные варианты вложения денег (облигации, акции, векселя). Дисконтирование как инструмент финансовых вычислений.

Поведение индивида в условиях неопределенности. Задача формирования оптимального портфеля инвестиций. Модель спроса на страховку.

Функция полезности потребителя. Построение функции полезности на основе кривых безразличия. Примеры функций полезности для основных типов предпочтений.

Выбор потребителя. Задача максимизации полезности при бюджетном ограничении. Функции спроса.

Концепция выявленного предпочтения. Слабая аксиома выявленных предпочтений.

2. Макроэкономические аспекты финансовой деятельности

Современные финансовые рынки. Рынки капиталов и денежные рынки. Инструменты финансовых рынков. Мировые финансовые центры и биржи.

Спрос на деньги и предложение денег. Денежная масса (агрегаты M_0 , M_1 , M_2 , M_3). Создание депозитов в банковской системе. Денежный мультипликатор. Банки и банковская система. Банки в эпоху глобализации и цифровой экономики. Центральный банк и его функции.

Инструменты влияния государства на предложение денег (операции на открытом рынке, изменение ключевой ставки процента, изменение нормы резервирования). Современные тенденции на финансовых рынках: Биткоины.

Инфляция: причины, ее виды и влияние на экономику потребления и экономику развития. Валютные курсы: как они формируются и их влияние на экономическую динамику. Проблема оттока капитала для РФ.

3. Государственное регулирование экономики и финансов

ВВП как сумма доходов экономических субъектов. Инвестиции и сбережения. Бюджетный дефицит. Равновесный уровень ВВП. Мультипликаторы Кейнса.

Государственный бюджет РФ: источники пополнения и направления расходования.

Налоги и другие обязательные платежи.

Модели экономики для демонстрации последствий принимаемых решений государства. Модель AD-AS (замкнутая экономика). Формула торгового сальдо страны. Платежный баланс. Модель IS-LM-BP (открытая экономика).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Пакеты прикладных программ

Цель дисциплины:

Приобретение студентами знаний и умений в области систем компьютерной аналитики с акцентом на их применение в научных исследованиях.

Задачи дисциплины:

Формирование представлений о системах компьютерной аналитики с учетом истории компьютерных символьных вычислений. Приобретение знаний и умений для решения основных классов естественнонаучных задач с помощью систем компьютерной аналитики. Приобретение навыков разработки прикладных программ с полноценным использованием средств систем компьютерной аналитики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

место и роль систем компьютерной аналитики в арсенале современного программного обеспечения;

постановку основных естественнонаучных задач, решаемых с помощью систем компьютерной аналитики;

уметь:

эффективно использовать на практике средства математического программного обеспечения;

решать основные классы естественнонаучных задач с помощью математического программного обеспечения;

выбирать рациональный подход и средства решения поставленной задачи с полноценным использованием возможностей математического программного обеспечения;

владеть:

навыками осуществления целенаправленного поиска информации в области систем компьютерной аналитики в сети Интернет и в других источниках;

навыками применения на практике для осуществления профессиональной деятельности средств математического программного обеспечения.

Темы и разделы курса:

1. Современное математическое программное обеспечение: основные виды, возможности, области применения.

Языки программирования и библиотеки подпрограмм для численных расчетов (библиотека численного анализа НИВЦ МГУ, NAG Library, Netlib).

Специализированные и универсальные математические пакеты. Подходы к организации интерфейса, командный язык.

Системы компьютерной алгебры и универсальные системы численных расчетов (Maple, Mathematica, Matlab, Mathcad). Математические пакеты с открытым исходным кодом (Octave, Scilab, Sage, Axiom, Maxima).

Применение специализированных (GAMS) и универсальных математических пакетов (Maple, Matlab) для: решения задач линейной алгебры, теории чисел, комбинаторики, теории графов, вычислительной геометрии, исследования динамических систем, решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, решения задач оптимизации (линейное, квадратичное, нелинейное, целочисленное программирование).

2. Пакеты моделирования системной динамики.

Пакеты моделирования системной динамики (Vensim, PowerSim) и системы динамического моделирования механических систем (ANSYS, Euler).

Специализированные пакеты статистического анализа данных (SPSS, Stata, Statistica, R).

Средства графической визуализации современных математических пакетов: возможности 2-х и 3-х мерной графики, отображения векторных полей, построение сложных пространственных фигур, анимационная графика. Специализированные пакеты научной графики

Современные средства подготовки научных докладов и публикаций.

3. Системы компьютерной алгебры.

Типы данных, командный язык, аналитические вычисления, вычисления с произвольной точностью, основы программирования, графические средства

4. Универсальные системы численных расчетов.

Язык программирования, отладка кода, пакеты расширения, графические средства, пользовательские интерфейсы

5. Специализированные математические пакеты.

Статистический анализ данных, задачи оптимизации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Параллельные алгоритмы математической физики

Цель дисциплины:

освоение студентами знаний в области применения современных высокопроизводительных комплексов различной архитектуры в научных исследованиях и прикладных областях, в частности — в математическом моделировании и обработке больших массивов данных.

Задачи дисциплины:

- формирование основных знаний в области применения высокопроизводительных вычислительных комплексов различной архитектуры на основе курсов информатики, операционных систем, языков программирования и курсов вычислительной математики для обеспечения технологических основ математического моделирования в современных инновационных сферах деятельности;
- обучение студентов принципам создания эффективных параллельных алгоритмов и программ, анализа существующих программ и алгоритмов на параллельность; знакомство с основными методами и принципами параллельного программирования, основными технологиями параллельного программирования;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области параллельных вычислений и математического моделирования с использованием современных технологий, и программных средств параллельного программирования в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- историю эволюции вычислительных систем и историческую необходимость использования параллельных вычислений;
- основы архитектуры параллельных вычислительных комплексов;
- основные технологические этапы разработки параллельных программ;
- принципы асимптотического анализа алгоритмов;
- методы декомпозиции последовательных алгоритмов;

- способы эквивалентных и неэквивалентных преобразований последовательных программ, позволяющих использовать их на параллельных вычислительных комплексах;
- основные идеи при реализации численных алгоритмов, позволяющих избежать случая низкой эффективности распараллеливания;
- способы организации работы пользователей на современных многопроцессорных вычислительных системах и языки управления заданиями для них.

уметь:

- оценивать асимптотическую сложность используемых алгоритмов и выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- анализировать последовательные программы для выявления возможности их распараллеливания;
- оценивать эффективность работы распараллеленных программ;
- выбирать эффективные численные методы для поставленных задач математического моделирования;
- самостоятельно разрабатывать и запускать параллельные приложения на современных вычислительных комплексах.

владеть:

- приемами распараллеливания алгоритмов и программ;
- средствами и технологиями разработки приложений, обеспечивающих проведение параллельного вычислительного эксперимента;
- навыками отладки и запуска параллельных приложений для проведения вычислительного эксперимента.

Темы и разделы курса:

1. Проблемы эволюции вычислительных систем.

Три кризиса в развитии математического обеспечения. Архитектурный и программный параллелизм. Проблемы использования параллельных систем. Парадигма последовательного программирования. Модели последовательного программирования. Парадигма параллельного программирования. Этапы декомпозиции, назначения, оркестрирования, отображения. Задачи, решаемые на каждом этапе. Модели параллельного программирования.

2. Элементы асимптотического анализа алгоритмов

Основные предположения. Вычислительная модель RAM. Терминология и обозначения. Асимптотические отношения. Оптимальный по поведению последовательный алгоритм. Пример асимптотического анализа сложности последовательного алгоритма выбора элемента из множества. Рекуррентные соотношения. Основная теорема асимптотического

анализа. Расширенная квалификация Флинна. Примеры SISD, SIMD, MISD, MIMD машин. Вычислительные модели PRAM. Ускорение при распараллеливании. Стоимость параллельного алгоритма. Оптимальность алгоритма по стоимости. Пример асимптотического анализа сложности параллельного алгоритма выбора элемента из множества. Ограниченность асимптотического анализа.

3. Декомпозиция алгоритмов на уровне операций

Понятие о графе алгоритма. Строго параллельные формы графа, каноническая параллельная форма. Соотнесение строго параллельных форм с выполнением алгоритма на конкретных архитектурных решениях. Ярусы параллельной формы, их ширина и высота. Концепция неограниченного параллелизма. Определение максимально возможного ускорения по ярусно-параллельной форме алгоритма.

4. Укрупнение параллельных ярусов.

Декомпозиция алгоритмов и программ на уровне действий и операторов. Условия Бернштейна и их нарушение. Истинная или потоковая зависимость, антизависимость, зависимость по выходным данным. Графы зависимостей. Связь зависимостей операторов с возможностью их одновременного выполнения.

5. Параллельность циклов

Простые циклы: расстояние зависимости; зависимости, связанные и несвязанные с циклом. Вложенные циклы. Вектора зависимости и направлений. Их использование для определения возможности распараллеливания циклов. Эквивалентные преобразования программ и алгоритмов. Способы устранения зависимостей, связанных с циклом: loop distribution, code replication, loop alignment, приватизация переменных, индукция и редукция.

6. Основные подходы к организации размещения задач на процессорах

Динамическое, потоковое, статическое планирование, work pool, pipeline, competition, divide & conquer. Их недостатки и достоинства. Проблемы балансировки загрузки процессоров. Гомогенные и гетерогенные вычислительные системы

7. Оркестрирование исполнения параллельных программ

Где и как синхронизировать вычисления и обмениваться данными. Перекрытия. Ухудшение последовательного алгоритма для улучшения параллельного

8. Методы параллельного решения жестких систем ОДУ большой размерности.

Методы Рунге–Кутты, Розенброка и W-методы. Методы Розенброка и W-методы с приближенным вычислением обратной матрицы. Метод Шульца приближенного обращения матрицы.

9. Решение краевой задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (на примере уравнений второго порядка).

Параллельные версии алгоритма прогонки. Решение системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей методом редукции.

10. Решение краевой задачи для нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений (на примере уравнений второго порядка).

Алгоритм «параллельной пристрелки» и его принципиальные отличия от «пристрелки».
Переход к решению расширенной системе ОДУ как основа параллельной версии алгоритма.

11. Конечно-разностные методы решения эволюционных уравнений в частных производных (уравнений параболического и гиперболического типов).

Геометрическое распараллеливание и итерационные методы.

12. Проблема выбора «удачного» базиса.

Методы вейвлет-Галеркина (на примере решения интегрального уравнения) и возможность их параллельной реализации.

13. Парадигмы последовательного и параллельного программирования. Практикум

Элементы асимптотического анализа алгоритмов. Практикум

14. Декомпозиция алгоритмов на уровне операций. Практикум

Параллельность циклов. Практикум

15. Основные подходы к организации размещения задач на процессорах. Практикум

Методы параллельного решения жестких систем ОДУ большой размерности. Практикум

16. Решение краевой задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.
Практикум

Конечно-разностные методы решения эволюционных уравнений в частных производных.
Практикум

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Параллельные алгоритмы

Цель дисциплины:

Ознакомление с библиотеками передачи сообщений, получение практических навыков настройки и администрирования вычислительных кластеров.

Задачи дисциплины:

- изучение методов разработки параллельных программ;
- настройка среды выполнения параллельных программ;
- реализация параллельного алгоритма решения выбранной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- формализовать теоретическую проблему, найти способ и алгоритм её решения;
- современные проблемы физики, математики, вычислительной математики;
- законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современных вычислительных комплексах;

- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение расчета.

владеть:

- математическим моделированием физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современных вычислительных комплексах.

Темы и разделы курса:

1. Базовые параллельные методы.

Метод сдваивания. Быстрый алгоритм выбора частичных сумм. Барьерная синхронизация на основе синхронных обменов. Стена Фокса. Метод геометрического параллелизма. Метод конвейерного параллелизма. Метод коллективного решения. Причины потери эффективности.

2. Визуализация сеточных данных.

Клиент-серверная технология. Online или Offline ви-зуализация: плюсы и минусы. Этапы визуализации. Визуализация изоповерхностей. Аппроксимация изоповерхности. Виды данных описывающих триангуляцию. Метод редукции. Заполняющие пространство триангуляции. Параллельные алгоритмы построения аппроксимирующих триангуляций. Многоуровневое огрубление больших сеток. Примеры визуализации. Ввод-вывод сеточных данных. Соотношение времени чтения данных и времени их обработки. Распределенный ввод-вывод. Огрубление и сжатие скалярных сеточных функций.

3. Генерация псевдослучайных чисел. Декомпозиция сеточных графов.

Требования к генераторам псевдослучайных чисел для МВС. Линейно-конгруэнтные генераторы. М-последовательности. Проверка примитивности полиномов. Тестирование генераторов.

Пример двумерной сетки. Критерии декомпозиции графов. Критерий 1: классический критерий декомпозиции графа. Критерий 2: выделение обособленных доменов. Критерий 3: минимизация максимальной степени домена. Критерий 4: обеспечение связности графов каждого из доменов. Декомпозиция на основе исходной нумерации узлов. Рекурсивная бисекция. Декомпозиция регулярных графов. Методы декомпозиции произвольных графов. Иерархическая декомпозиция. Спектральная бисекция. Алгоритм инкрементного роста. Декомпозиция больших сеток. Координатная рекурсивная бисекция. Двухуровневая стратегия обработки и хранения сеток.

4. Динамическая балансировка загрузки процессоров.

Стратегии балансировки загрузки. Метод диффузной балансировки. Моделирование горения метанового факела. Постановка задачи динамической балансировки. Алгоритм

серверного параллелизма. Адаптивное интегрирование. Последовательные алгоритмы. Параллельные алгоритмы.

5. Модели параллельных программ.

Вычислительные системы с распределенной памятью. Вычислительные системы с общей памятью. Гибридные архитектуры. Модель выполнения параллельной программы на распределенной памяти. Модель выполнения параллельной программы на общей памяти. Средства взаимодействия последовательных процессов. Свойства канала передачи данных. Методы передачи данных. Семафор. Барьерная синхронизация.

6. Современный компьютер – инструмент параллельной обработки данных. Основные понятия.

Современный компьютер – инструмент параллельной обработки данных. Области применения многопроцессорных систем. Рассматриваемые параллельные архитектуры. Пример параллельного алгоритма. Последовательный рекурсивный алгоритм. Параллельный рекурсивный алгоритм. Последовательное вычисление членов ряда. Последовательный матричный алгоритм. Параллельный матричный алгоритм.

Параллельная программа как ансамбль взаимодействующих последовательных процессов. Внутренний параллелизм. Сложение многоразрядных чисел. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Ускорение и эффективность относительно наилучшего последовательного алгоритма. Неравноправность условий выполнения – первая причина сверхлинейного ускорения. Алгоритмическая причина сверхлинейного ускорения. Формальное преобразование параллельного алгоритма в «наилучший» последовательный. Априорная оценка эффективности параллельного алгоритма.

7. Сортировка данных.

Постановка задачи. Последовательные алгоритмы сортировки. Быстрая сортировка (runtime qsort, wsort). Простое двухпутевое слияние (dsort) и слияние списков (lsort). Пирамидальная сортировка (hsort). Число операций и время выполнения. Сортировка методом простого двухпутевого слияния. Пирамидальная сортировка. Наилучший последовательный алгоритм сортировки dhsort. Масштабируемые алгоритмы сортировки. Сети сортировки. Сеть четно-нечетной сортировки. Сеть обменной сортировки со слиянием Бэтчера. Сортировка больших массивов. Сравнение алгоритмов сортировки. Результаты численных экспериментов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Параллельные вычисления

Цель дисциплины:

Ознакомление с библиотеками передачи сообщений, получение практических навыков настройки и администрирования вычислительных кластеров.

Задачи дисциплины:

- изучение методов разработки параллельных программ;
- настройка среды выполнения параллельных программ;
- реализация параллельного алгоритма решения выбранной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- формализовать теоретическую проблему, найти способ и алгоритм её решения;
- современные проблемы физики, математики, вычислительной математики;
- законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современных вычислительных комплексах;

- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение расчета.

владеть:

- математическим моделированием физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современных вычислительных комплексах.

Темы и разделы курса:

1. Администрирование вычислительных кластеров.

Подготовка к установке ОС. Настройка главного узла кластера. Сетевые службы: NFS, TFTP, DHCP, FTP, NTP. Подготовка сценария автоматической установки вычислительных узлов. Управление пользователями. Настройка беспарольного входа (SSH, RSH). Системы управления кластером.

2. Анализ примеров параллельных программ. Варианты распараллеливания алгоритмов.

Анализ примеров параллельных программ в модели передачи сообщений.

Варианты распараллеливания алгоритмов. Использование обменов точка — точка и коллективных обменов данными.

3. Высокопроизводительные вычисления.

Архитектура вычислительных систем. Кластеры. Список Top-500. Закон Амдала. Методы разработки параллельных программ.

4. Использование вычислительных библиотек.

Применение GPU для вычислений, не связанных с обработкой графических изображений. Архитектура GPU, выпускаемых ведущими производителями. Ключевое значение параллелизма по данным. Организация памяти и избежание задержек, связанных с обращением к памяти. Средства разработки программ для GPU. Кластеры на основе гибридных систем, включающих GPU. Примеры программ для CUDA, OpenACC.

5. Многопоточное программирование.

Процессы и потоки в операционных системах. Библиотека PTHREADS. Управление потоками. Критические секции и блокировка потоков.

6. Модель передачи сообщений и стандарт MPI.

Реализации MPI. Настройка среды MPICH2. MPI: коммутаторы, типы данных, основные функции. Обмены точка — точка. Коллективные обмены в MPL Синхронизация, рассылки, редукция.

7. Особенности разработки многопоточных приложений.

Процессы и потоки. Создание многопоточных приложений. Объекты синхронизации потоков: критическая секция, взаимное исключение, семафор, событие. Тупики (deadlocks). Проблемы недостаточной и избыточной синхронизации. Компиляция и запуск программ. Принципы параллелизации. Методы распараллеливания циклов. Отладка параллельных приложений. Примеры программ для OpenMP. Примеры программ для PosixThreads.

8. Параллельные вычислительные библиотеки.

Обзор вычислительных библиотек, использующих параллельное программирование. ScaLAPACK, SUN-DIALS, PETSc.

9. Система PVM.

Модель передачи сообщений в PVM. Программирование с использованием библиотеки PVM. Архитектура, настройка и управление параллельной виртуальной машины.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Параллельные методы суперкомпьютерных вычислений

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с параллельных алгоритмов линейной алгебры, математической физики, методов оптимизации; технологиями параллельного программирования для вычислительных систем с общей распределенной памятью на основе OpenMP, MPI, Cuda и др.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области разработки параллельных численных методов как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области разработки параллельных численных методов и алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований и их практической реализации в области параллельных вычислений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории параллельных алгоритмов и распределённых вычислений;
- современные проблемы соответствующих разделов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- новейшие численные методы эффективного решения задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- постановку проблем увеличения эффективности параллельных вычислений в задачах линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения на параллельной вычислительной технике задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и алгоритмов;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов распараллеливания вычислений и методов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- предметным языком распределённых вычислений и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации - разработки собственных программ для параллельных вычислительных систем, а также освоением готового программного обеспечения .

Темы и разделы курса:

1. Многопроцессорные вычислительные системы. Вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с распределенной памятью.

Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Архитектуры с общей и распределенной памятью. Статический и динамический параллелизм. Параллельные

вычисления. Основные понятия: параллельная эффективность, ускорение. Измерение параллельной производительности.

Произвольный доступ к памяти, PRAM архитектура. Программный интерфейс OpenMP. Программирование в языках C и Fortran. Процессы, вычислительные нити, потоки. Синхронизация доступа к общим данным, семафоры. Примеры программ.

Вычислительные системы с распределенной памятью. Кластеры. Программный интерфейс MPI. Основные типы функций: инициализация вычислений, парные обмены, коллективные обмены, барьеры. Примеры программ.

2. Параллельные методы вычислительной математики. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы линейного программирования.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

3. Задачи дискретной оптимизации и метод динамического программирования. Метод ветвей и границ. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.

Задачи дискретной оптимизации. Задача о ранце.

Метод динамического программирования. Структуры данных, организация обменов. Параллельная реализация.

Метод ветвей и границ. Дерево ветвления. Параллельная реализация. Балансировка дерева вычислений. Пороговое число ветвлений. Комбинированные алгоритмы.

Другие задачи дискретной оптимизации и параллельные версии их решения. Задачи транспортного типа. Задачи теории графов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Практикум Python

Цель дисциплины:

Познакомить студентов с языком программирования Python и подготовить их к практической деятельности в должностях аналитиков и программистов программного обеспечения.

Задачи дисциплины:

- * Сформировать знания о правильном применении языка Python в разработке.
- * Сформировать знания о популярных библиотеках и фреймворках на Python.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

синтаксис языка программирования Python;

общепринятые способы решения базовых задач с использованием особенностей языка;

основные библиотеки и фреймворки на Python;

принцип исполнения программ на Python;

типы данных языка Python;

управление потоком выполнения в Python;

возможности стандартной библиотеки;

правила работы с исключениями;

внутреннее строение контейнеров стандартной библиотеки и временную сложность операций с ними;

принцип работы сборки мусора в Python;

кодировки, используемые при хранении текстовых данных (ASCII, Windows-1250/1251, UTF-8, UTF-16).

уметь:

реализовывать библиотеку общего назначения на языке Python по заданным интерфейсам;
решать задачи, связанные с обработкой данных, на языке Python.

владеть:

основными библиотеками и инструментами разработчика на языке Python.

Темы и разделы курса:

1. Знакомство с Python

История языка Python

Сравнение Python2 vs Python3

Сравнение Python и C/C++

Интерпретатор командной строки

IDE PyCharm

Основы языка

Типы данных

Переменные, оператор связывания.

Арифметика

Приведения типов

Приведение к bool

Булева алгебра

Распаковка

print/input

2. Управление вычислениями. Контейнеры, итераторы

Условный оператор

Тернарный условный оператор

Циклы while, for

tuple/list

range/xrange

list comprehensions

generator expressions

3. Словари, множества. Модуль collections

Хэшируемость

Тип dict

Типы set/frozenset. Операции над множествами

Модуль collections.

Сравнение поведения словарей в версиях 3.5- и 3.6+

4. Функции

Хэшируемость

Тип dict

Типы set/frozenset. Операции над множествами

Модуль collections.

Сравнение поведения словарей в версиях 3.5- и 3.6+

5. Работа со строками. Работа с файлами

Тип str

Методы строк

Форматирование строк: C-style, str.format()

Модуль string

Кодировки

Тип bytes

Работа с файлами

6. ООП (часть 1)

Объявление класса, создание экземпляра

Атрибуты, методы

Статические атрибуты и методы

Наследование. Множественное наследование. Ромбовидное наследование.

Приватность атрибутов

Метод `__call__`

Объектно-ориентированный подход к созданию итераторов и генераторов

7. ООП (часть 2)

Методы `__str__` и `__repr__`

Перегрузка арифметических операций

Перегрузка приведений к базовым типам

Динамическая работа с атрибутами

Контексты. Модуль `contextlib`

Метод `__new__`

8. Работа с сетью

Обзор протокола HTTP:

Структура URI

Методы HTTP

Структура ответа, коды состояний

Обзор языка HTML

Установка внешних пакетов. PyPi

Чтение документов из сети:

Модуль `urllib`

Пакет `requests`

Парсинг HTML-страниц:

Обзор регулярных выражений. Модуль `re`

Модуль `lxml`

Модуль `BeautifulSoup`

9. Серверные приложения

Модуль `flask`

Работа с реляционными базами данных:

PEP 249 (DB API)

Пакеты `psycopg2` `qlite3`

Знакомство ORM: пакеты `Peewee` и `SQLAlchemy`

10. Оптимизация кода

Знакомство с Jupyter Notebook

Пакет numpy

Типы данных

U-functions

Агрегации

Сравнение с чистым Python. Модуль timeit

Знакомство с Cython

Профилирование кода

11. Аналитические инструменты

Пакет matplotlib

Примитивы

Сложные графики

Пакет pandas

Типы DataFrame, Series

Понятие индекса

Агрегационные функции

Оконные функции

Интеграция с matplotlib

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Практикум по вычислительной математике

Цель дисциплины:

приобретение студентами практических навыков самостоятельного решения задач численного моделирования неоднородных и нелинейных физических процессов.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами практических навыков (разработка алгоритмов, программирование, отладка программ, решение модельных задач, оценка точности приближённых решений) в области численного решения прикладных задач математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики;
- формирование представлений о методах численного моделирования современных задач физики и оценке точности получаемых результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные проблемы математики и возможные пути их численного решения;
- численные методы решения современных задач прикладной математики (математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики);
- способы контроля точности получаемых численных результатов.

уметь:

- понять поставленную задачу и выбрать адекватные методы её численного решения;
- правильно оценить функциональные возможности имеющейся вычислительной техники и разработать эффективный алгоритм для математического моделирования;
- реализовать алгоритм в виде программы или пакета сервисных программ на языке программирования высокого уровня для численного моделирования физической проблемы;

- отладить программу и провести её тестирование на модельных задачах, имеющих аналитическое решение;
- осуществить численное моделирование, правильно оценить точность полученных результатов и представить их в наглядной и доступной для анализа форме.

владеть:

- навыками самостоятельного решения задач численного моделирования;
- техническими средствами разработки и отладки программ;
- методами математически строгой оценки точности полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Численные методы решения

Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ).

2. Системы уравнений ОДУ.

Задача Коши. Функции и области устойчивости наиболее употребительных разностных схем.

3. Краевые задачи ОДУ.

Постановка задачи, методы численного решения

4. Задачи на собственные значения.

Постановка задачи, методы численного решения

5. Уравнения и системы уравнений с частными производными гиперболического типа.

Сеточно-характеристический метод

6. Численные методы решения эллиптических уравнений с частными производными

Конечно-разностные схемы

7. Многомерные уравнения с частными производными параболического типа.

Конечно-объёмные схемы

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Практикум по программированию на языке Python

Цель дисциплины:

- обучение основам программирования на языке Python.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с основными конструкциями, объектами и процедурами языка Python;
- сформировать навыки написания эффективного, простого, понятного и гибкого кода, оптимального с точки зрения повышения скорости и качества разработки;
- научить эффективному управлению памятью, методам обработки ошибок и тестирования кода на языке Python.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

парадигму объектно-ориентированного программирования. Основные объекты и процедуры языка Python. Методы обработки ошибок в языке Python.

уметь:

писать эффективный код, отлаживать и документировать код на языке Python.

владеть:

средствами разработки и тестирования программного кода на языке Python, объектами и средствами, предлагаемыми стандартными библиотеками. Технологиями многопоточного и распределенного программирования.

Темы и разделы курса:

1. Модель памяти. Функциональное программирование.

Хранение объектов в памяти, сборщик мусора. Хранение объектов по ссылке и по значению. Изменяемые и неизменяемые объекты. Модуль `copy`. Обработка списков, функция `map` и др., лямбда-функции, распаковка списков и словарей. Расширенная обработка аргументов функций. Генераторы и "ленивое" исполнение. Управляющие исключения. Модуль `itertools`.

2. Обзор библиотек.

Библиотеки для обработки аргументов командной строки. Системные библиотеки. Стандартные математические библиотеки. Регулярные выражения и модуль `re`. Библиотеки для работы с HTML/XML. Математические библиотеки: `SciPy` и др. Библиотека `Tkinter`.

3. Объектно-ориентированное программирование. Обработка ошибок.

Классы, объекты. Пользовательские классы, методы и члены. Конструктор класса. Перегрузка операторов. Объекты в Python. Исключения, их генерация и обработка. Пользовательские исключения. Освобождение ресурсов, менеджеры контекстов.

4. Основы языка.

Интерпретатор и его интерактивный режим. Динамическая типизация, базовые типы данных: числовые, `str`, `list`. Основные операторы, оператор `print`. Блоки кода, основные составные операторы: `if`, `while`, `for`. Основные встроенные функции. Создание пользовательских функций. Выражения, приоритеты операторов. Работа с файлами. Тип `dict`, хэширование. Модули, оператор `import`, модуль `sys`.

5. Оформление и тестирование кода. Работа со строками.

Документирование кода. Инструмент `pydoc`. Юнит-тестирование. Модуль `unittest`. Инструменты для тестирования. Инструменты `pylint`, `pyflakes`. Отладочные инструменты. Модули, создание модулей. Пространства имен. Исполнение модулей как скриптов. Встроенные функции строк. Форматирование строк. Модуль `string`. Класс `unicode`, его функции. Кодировки и `Unicode`, кодирование файлов и исходного кода.

6. Параллельные вычисления в Python. Расширенная работа с объектами.

Многопоточные программы и GIL. Многопроцессорные программы. Модификаторы доступа. Наследование, разрешение имен. Метаклассы. Объект `type`. Декораторы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Практикум по современным вычислительным технологиям

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение современных методов решения линейных и нелинейных систем уравнений, технологий построения расчетных сеток, методов дискретизации краевых задач, а также областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области вычислительных технологий, обеспечивающих технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов современным методам решения больших систем, технологиям построения расчетных сеток, методам визуализации и анализа результатов, и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы вычислительной математики;
- современные тренды в развитии вычислительных технологий;
- постановку проблем моделирования физических процессов;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Принципы создания и использования библиотек

Принципы создания и использования библиотек. Необходимость учитывать архитектуру компьютера. Библиотеки BLAS, LAPACK.

Интегрированные системы Интегрированные системы как совокупность всех этапов решения уравнений математической физики: создание геометрической модели, построение расчетной сетки, дискретизация, решение сеточной системы, визуализация. Примеры интегрированных систем (MATLAB, FreeFEM, PLTMG). Интегрированные системы или библиотеки подпрограмм?

Геометрическое представление расчетной области Геометрическое представление расчетной области. Конструктивная блочная геометрия. Представление границы набором параметризованных кусков. Задание области через дискретную границу. Задание области начальной сеткой.

Построение неструктурированных сеток Генерация расчетных сеток. Блочноструктурированные сетки. Нестыкующиеся сетки. Построение неструктурированных сеток методом Делонэ и методом продвигаемого фронта.

2. Иерархическое измельчение сеток

Иерархическое измельчение сеток Перестроение сеток иерархическим измельчением (загрублением). Полное перестроение сетки локальными модификациями.

Происхождение систем сеточных уравнений Создание систем сеточных уравнений. Понятие о методе конечных разностей, методе конечных элементов, методе конечных объёмов.

Прямые методы решения систем линейных уравнений Решение систем линейных уравнений. Прямые методы для плотных квадратных матриц (LAPACK), для разреженных матриц (UMFPACK).

Итерационные методы решения систем линейных уравнений Итерационные методы решения систем линейных уравнений: итерации на подпространствах Крылова, умножение матрицы на вектор, понятие о переобуславливателе. Примеры реализаций Ani2D, SPARSKIT, PETSC.

3. Задачи на собственные значения

Решение полной и частичной задач на собственные значения (LAPACK, ARPACK).

Визуализация и анализ расчета Визуализация и анализ расчета. Анализ по значениям в заданных точках. Двумерная визуализация: изолинии и цветовая палитра, плоское векторное поле. Трёхмерная визуализация (GMV, ParaView): визуализация расчетной области, изоповерхность, изообъём, трёхмерное векторное поле, траектории частиц. Нестационарные объекты.

Представление результата Представление результата: технический отчет и электронная презентация. Принципы создания отчета и подготовки презентации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Практические методы решения систем уравнений

Цель дисциплины:

освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение современных численных методов решения линейных и нелинейных систем уравнений, а также областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области численных методов математического моделирования как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов современным методам решения больших систем и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы вычислительной математики;
- новейшие численные методы эффективного решения больших систем, порождаемых задачами математической физики;
- постановку проблем моделирования физических процессов;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Аппроксимации, связанные с методом Ланцоша. Аппроксимации типа Каратеодори-Фейера. Аппроксимации симметричных тензоров типа алгоритма Сильвестра.

Метод bidiagonalization. Тензорные крыловские методы.

Методы аппроксимации из подпространства в C -норме. Теорема Адамяна-Арова-Крейна, аппроксимации операторов в H^∞ -норме.

Малоранговые тензорные аппроксимации, сводящиеся к линейно-алгебраическим операциям с квази-ганкелевыми матрицами. Алгоритмы канонического разложения тензоров.

2. Классические быстрые прямые методы.

Классические быстрые прямые методы Быстрое преобразование Фурье. Метод циклической редукции. Маршевые методы.

Параллельный быстрый прямой метод Частичные задачи. Быстрый прямой метод. Параллельная реализация.

Итерационные процессы в подпространствах Итерационные процессы в подпространствах. Методы фиктивных компонент. Метод фиктивного пространства.

3. Метод сопряженных градиентов.

Метод сопряженных градиентов Подпространства Крылова. Спектральная теория сходимости. Метод сопряженных градиентов.

Метод Ланцоша для систем с симметричными матрицами Минимизация некоторых функционалов с помощью метода Ланцоша. Оценка сходимости с помощью многочлена, наименее уклоняющегося от нуля на двух отрезках.

Обобщенный метод минимальных невязок Метод минимальных невязок для матриц общего вида, различные реализации. Оценки арифметической сложности.

Методы вложенных рассечений и минимальной степени Граф матрицы. Теоремы о заполнении в методе исключения Гаусса. Теорема о минимальном сепараторе. Алгоритмы, приближенно минимизирующие заполнение.

4. Многосеточные методы. Методы декомпозиции области.

Двухсеточный метод. Сглаживающее свойство базовых итерационных методов. Коррекция с грубой сетки. Продолжение, проектор, оператор на грубой сетке. Матрица итераций. Сходимость для модельной задачи.

Многосеточный метод. V- и W-циклы. Предсглаживание и постсглаживание. Матрица итераций. Сходимость многосеточного метода (W-цикл).

Основные приложения методов декомпозиции области. Математические основы методов декомпозиции. Условие сшивки. Теорема о продолжении и теорема о следах. Уравнение Пуанкаре-Стеклова.

Метод итераций Нейман-Дирихле. Переобуславливатель Нейман-Дирихле. Несимметричная версия. Симметричная версия.

Метод Шварца. Аддитивный метод Шварца.

5. Методы декомпозиции области. Метод Ньютона решения нелинейных систем. Варианты метода Ньютона.

Методы декомпозиции области Основные приложения методов декомпозиции области. Математические основы методов декомпозиции. Условие сшивки. Теорема о продолжении и теорема о следах. Уравнение Пуанкаре-Стеклова.

Метод итераций Нейман-Дирихле. Переобуславливатель Нейман-Дирихле. Несимметричная версия. Симметричная версия.

Метод Шварца. Аддитивный метод Шварца.

Метод Ньютона решения нелинейных систем Неточный метод Ньютона решения нелинейных систем. Теоремы о сверхлинейной и квадратичной сходимости.

Варианты метода Ньютона Метод Ньютона-Крылова и метод Бройдена.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прикладная линейная алгебра

Цель дисциплины:

Дать представление об основных алгоритмах вычислительной алгебры и их обоснования.

Задачи дисциплины:

- обучить студентов основным алгоритмам вычислительной линейной алгебры вместе с их строгим математическим обоснованием;
- научить оценивать достоинства и недостатки алгоритмов при решении задачи с точки зрения их точности и затратности;
- научить реализовывать эти алгоритмы в пакете Matlab.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные задачи, алгоритмы и теоремы вычислительной линейной алгебры.

уметь:

- применять алгоритмы вычислительной линейной алгебры;
- оценивать сложность и погрешность алгоритмов;
- реализовывать алгоритмы с помощью пакета Matlab.

владеть:

- навыком отыскания оптимального пути решения задачи;
- навыками оценки необходимых затрат машинного времени для решения поставленной задачи.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Типичные задачи вычислительной линейной алгебры. Матричный анализ. Теория возмущений и числа обусловленности. Вычисления с конечной точностью. Анализ сложности алгоритмов. Краткий обзор программных библиотек (BLAS, LAPACK).

2. Итеративные методы для решения линейных систем.

Необходимость итеративных методов. Стандартные итерации. Метод сопряженных градиентов. Связь с методом Ланцоша. GMRES.

3. Линейные системы общего вида.

Треугольные системы. LU-разложение. Анализ ошибок округления. Улучшения алгоритма.

4. Линейные системы специального вида.

Симметричные положительно определенные матрицы. Симметричные неопределенные матрицы. Ленточные матрицы. Разреженные матрицы. LDMT и LDLT разложения.

5. Метод наименьших квадратов.

Ортогональные матрицы. Матрицы Хаус-холдера и Гивенса. QR-разложение. SVD-разложение. Сравнение эффективности методов.

6. Методы Крыловского типа.

Крыловские подпространства. Метод Арнольди. Метод Ланцоша для эрмитовых матриц. Сходимость процесса Ланцоша. Сходимость процесса Арнольди. Практическая реализация метода Ланцоша в неточной арифметике. Библиотека ARPACK.

7. Несимметричная проблема собственных значений.

Свойства и разложения. Хессенбергова форма и форма Шура. Теория возмущений. Степенной метод. Обратный метод. Устойчивый QR метод. QR метод с неявными сдвигами. Сравнение производительности и точности методов.

8. Предобуславливание.

Необходимость предобуславливания при решении линейных систем и задач на собственные значения. ILU и IC предобуславливатели. Обращение и сдвиг. Полиномиальное предобуславливание. Метод Давидсона.

9. Симметричная проблема собственных значений.

Симметричный QR. SVD. Методы Якоби. Метод "разделяй и властвуй". Сравнение производительности и точности методов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прикладная статистика

Цель дисциплины:

Связать теорию и практику, научить студентов «видеть» статистические задачи в различных предметных областях, правильно применять методы статистического анализа данных, показать на практических примерах возможности и ограничения современных статистических методов. Курс имеет скорее методологическую, чем математическую направленность и не содержит доказательств теорем.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с максимально широким спектром задач и методов прикладной статистики, включая дисперсионный анализ, корреляционный анализ, дискриминантный анализ, регрессионный анализ, анализ и прогнозирование временных рядов, анализ выживаемости, анализ панельных данных, факторный анализ, кластерный анализ, многомерное шкалирование, выборочный анализ, множественную проверку гипотез;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области статистического анализа;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области прикладной статистики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории прикладной статистики;
- современные проблемы соответствующих разделов прикладной статистики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- новейшие численные методы эффективного решения задач прикладной статистики.

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач прикладной статистики;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области прикладной статистики в устной и письменной форме.
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач прикладной статистики;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и понятий;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач прикладной статистики;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов;
- предметным языком прикладной статистики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации.

Темы и разделы курса:

1. Обзор необходимых сведений из теории вероятностей и математической статистики.

Понятия простой выборки и статистики. Примеры статистик: моменты, асимметрия и эксцесс, вариационный ряд, порядковые статистики, эмпирическое распределение. Проверка статистических гипотез: понятия критической области, критической функции, достигаемого уровня значимости, ошибок I и II рода. Односторонние и двусторонние критерии. Свойства критериев: несмещённость, состоятельность, мощность. Статистические точечные оценки и их свойства: несмещённость, состоятельность, эффективность, достаточность, робастность. Интервальные оценки, понятия доверительного интервала и коэффициента доверия. Доверительное оценивание по вариационному ряду. Доверительные интервалы для среднего и медианы. Метод доверительных интервалов Неймана.

2. Проверка гипотез о положении и рассеивании (параметрические критерии для нормальных выборок).

Примеры прикладных задач из областей медицины, агрономии, маркетинга. Систематизация критериев. Проверка гипотезы равенства средних: критерий Стьюдента для одной и двух выборок, связанные выборки, гипотеза сдвига, метод множественных сравнений Шеффе, метод LSD. Пример: задача формирования ценовых коридоров. Проверка равенства дисперсий: критерии Фишера, Кохрена, Бартлета. Проверка нормальности: критерии Колмогорова-Смирнова, омега-квадрат фон Мизеса, хи-квадрат Пирсона. Исторический пример: проверка закона Менделя А.Н. Колмогоровым. Упрощённые проверки по асимметрии и эксцессу. Эмпирические подтверждения ненормальности реальных измерений.

3. Проверка гипотез о положении и рассеивании (непараметрические ранговые критерии).

Элементы теории измерений: номинальные, порядковые и количественные переменные; инварианты. Пример: маркетинговое исследование привлекательности продуктов (образовательных услуг); важность постановки вопросов при формировании анкет. Вариационный ряд, ранги и связки. Ранговые критерии: Уилкоксона-Манна-Уитни, критерий знаков, двухвыборочный критерий Уилкоксона, критерий Уилкоксона для связанных выборок, критерий Краскела-Уоллиса, критерий Зигеля-Тьюки, медианный одновыборочный и двухвыборочный критерии. Доверительные интервалы для медианы (Уилкоксона-Мозеса) и сдвига (Уилкоксона-Тьюки). Множественные сравнения на основе рангов Фридмана.

4. Дисперсионный анализ (ANOVA).

Модели факторного эксперимента. Примеры: факторы, влияющие на успешность решения математических задач; факторы, влияющие на объёмы продаж. Однофакторная параметрическая модель: метод Шеффе. Однофакторная непараметрическая модель: критерии Краскела-Уоллиса и Джонкхиера. Двухфакторная непараметрическая модель: критерии Фридмана и Пейджа. Примеры: сравнение эффективности методов производства, агротехнических приёмов. Двухфакторный нормальный анализ. Задачи ковариационного анализа.

5. Множественная проверка гипотез.

Примеры прикладных задач, парадоксы множественной проверки гипотез. Методы, не предполагающие независимости признаков: поправка Бонферрони, метод Холма. Оптимальный метод Гуо для независимых компонент. Случай зависимых компонент.

6. Корреляционный анализ. Факторный анализ.

Корреляция Пирсона, значимость коэффициента корреляции (критерий Стьюдента). Частная корреляция. Ранговая корреляция, коэффициенты корреляции Спирмена и Кенделла. Конкордация Кенделла. Анализ таблиц сопряженности: критерий согласия Пирсона, простая гипотеза, сложная гипотеза. Пример: задача о точности стрельбы. Парадокс хи-квадрат. Точный тест Фишера. Примеры: поиск схожих пользователей по посещаемости сайтов, анализ результатов партийных выборов.

Задачи сокращения числа признаков и определения эффективной размерности. Примеры прикладных задач. Метод главных компонент, его геометрическая интерпретация. Связь с сингулярным разложением. Выбор числа значимых факторов.

7. Анализ регрессионных моделей. Непараметрическая регрессия. Анализ временных рядов.

Анализ структуры линейной регрессионной модели. Значимость коэффициентов линейной регрессии (проверка равенства коэффициентов нулю), вложенные модели линейной регрессии, критерий Фишера. Отбор информативных признаков, шаговая регрессия, преобразование признаков, метод главных компонент. Проверка адекватности модели. Выборочный коэффициент детерминации. Дисперсия остатков. Анализ регрессионных остатков: визуальный анализ. Непараметрические тесты: критерий Уилкоксона–Манна–Уитни, критерий Зигеля–Тьюки, критерий знаков, критерий серий, критерий экстремумов. Проверка нормальности остатков. Тест на корреляцию остатков, статистика Дарбина–Уотсона.

Ядерное сглаживание, формула Надарая-Ватсона. Разложение ошибки на вариацию и смещение. Выбор ядра и ширины окна. Окна переменной ширины. Доверительный интервал прогнозного значения отклика. Проблема выбросов, алгоритм LOWESS. Многомерная линейная регрессия с одномерным сглаживанием, метод итерационной настройки (backfitting). Примеры прикладных задач: анализ стиля управления инвестиционным портфелем, анализ деятельности паевых инвестиционных фондов. Регуляризация коэффициентов регрессии, медленно изменяющихся во времени.

Примеры: прогнозирование объёмов грузоперевозок, объёмов продаж, спроса и цен на электроэнергию. Основные компоненты эконометрических временных рядов: тренд, сезонность, календарные эффекты. Аддитивная и мультипликативная модели временного ряда. Регуляризация сезонного профиля на временных рядах с малым числом периодов. Статистические тесты для проверки гипотезы тренда: Аббе–Линника, Кокса–Стюарта, Фостера–Стюарта. Автокорреляционная функция. Коррелограмма и её интерпретация. Проверка гипотезы о равенстве нулю автокорреляции. Адаптивные методы прогнозирования: модели Брауна, Хольта, Хольта–Уинтерса, Тейла–Вейджа. Анализ адекватности адаптивных моделей, скользящий контрольный сигнал, модель Тригга–Лича. Обнаружение структурных изменений. Критерий Чоу. Адаптивная селекция и композиция моделей прогнозирования.

8. Анализ выживаемости. Анализ панельных данных. Дискриминантный анализ.

Примеры задач из области медицины и оценивания срока службы технических устройств. Функция выживаемости и функция интенсивности рисков. Процедура Каплана–Мейера. Доверительный интервал выживаемости. Сравнение двух функций выживаемости: логранговый критерий, критерий Гехана. Случайные блуждания, задача о разорении игрока.

Примеры эконометрических задач: анализ стран, фирм, домашних хозяйств, телезрителей. Объединённая модель панельных данных. Модели панельных данных с фиксированными эффектами, со случайными эффектами, с временными эффектами. Модель несвязанных регрессий. Проблема выбора модели: F-тест Фишера, критерий множителей Лагранжа, критерий Хаусмана. Ротационная панель.

Примеры: задачи медицинской диагностики, кредитного скоринга, предсказания оттока клиентов. Байесовский классификатор. Непараметрическая оценка плотности распределения Парзена–Розенблатта, метод парзеновского окна. Логистическая регрессия. Оценивание апостериорных вероятностей. Пример: кредитный скоринг, оценивание вероятности дефолта, методика VaR, имитационное моделирование. Проблемы

мультиколлинеарности и обобщающей способности. Отбор информативных признаков и преобразование признаков, метод главных компонент. Аппроксимация и регуляризация эмпирического риска в современных методах классификации. Вероятностная калибровка вещественнозначного классификатора, понятия о логит- и пробит-анализе, приложения в токсикологии и страховании.

9. Кластерный анализ. Выборочный анализ.

Примеры задач кластеризации и таксономии. Модель смеси распределений и EM-алгоритм. Метод k-средних. Агломеративная кластеризация, формула Ланса-Уильямса. Дендрограммы. Многомерное шкалирование: оптимизационные методы, факторные методы, карта сходства и диаграмма Шепарда. Примеры: анализ результатов партийных выборов, анализ посещаемости сайтов Интернет и визуальное представление персональных рекомендаций.

Простой случайный выбор. Приложения в социологии, выборочном контроле качества, маркетинге. Пропорциональный выбор и преимущества стратификации. Оценки достаточной длины выборки. Другие методы выбора: квотированный, кластерный, многоступенчатый кластерный. Выборочный контроль качества. Одноступенчатый и двухступенчатый план контроля. Оперативная характеристика плана контроля. Парадоксы выборочного контроля.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прикладная физическая культура (виды спорта по выбору)

Цель дисциплины:

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

Задачи дисциплины:

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

уметь:

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

владеть:

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

Темы и разделы курса:

1. ОФП (общая физическая подготовка)

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, быстроте, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовой прием. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.
2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)
3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбозу.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-

39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потопотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

Выносливость.

Выносливость определяет возможность выполне

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прикладное программирование

Цель дисциплины:

- изучение методов разработки и организации программ для решения задач математической физики в операционной среде Линукс.

Задачи дисциплины:

- Изучение системы управления версиями git.
- Обучение объектно-ориентированному подходу в программировании на примере языков Fortran и Python.
- Изучение интерпретируемых языков программирования и средств автоматизации сборки программ (bash, makefile).
- Получение навыков в разработке собственных и использованию сторонних библиотек программ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- основные команды операционной системы Линукс;
- современные подходы в разработке программ для научных приложений;
- методологию объектно-ориентированного программирования;
- методы для автоматизации процесса компиляции и сборки программного комплекса.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- работать на современном компьютерном оборудовании;

пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. ОС Линукс. Методология организации вычислений и программирование

Обсуждаются особенности работы в ОС Линукс: консоль, базовые команды, система прав, полномочий и приоритетов. Изучаются наиболее распространенные пакеты для научных вычислений, представления результатов и методы доступа к удаленным ресурсам.

Обсуждаются основные модели программирования (структурное, функциональное, объектно-ориентированное и т.д.) и методика организации программ для решения задач математической физики. Изучаются отличия языков программирования друг от друга (с точки зрения парадигмы программирования, типизации, структуры данных, функциональных и объектно-ориентированных возможностей). Обсуждается принцип программирования с использованием модулей.

2. Система управления версиями git. Объектно-ориентированное программирование

Рассматриваются назначение и функционал системы управления версиями git. Изучаются базовые команды этой системы и ее роль в разработке программ для задач математической физики.

Обсуждается методология объектно-ориентированного программирования и ее роль в организации данных и программного кода научного приложения.

3. Python. Fortran. Библиотеки программ

Рассматриваются особенности разработки программ посредством интерпретируемого языка программирования Python. Обсуждаются модель выполнения кода Python, разновидности Python, основные типы данных и концепция проектирования функций. Обсуждаются особенности разработки и использования модулей в Python. Рассматриваются принципы создания и применения объектов в Python. Дистрибутив языков программирования Python и R - Anaconda.

Обсуждаются особенности компилируемого языка программирования Fortran: организация программного кода, структур данных, взаимодействие с другими программами. Основная цель занятий – получение навыков программирования на языке Fortran с, в том числе, использованием методологии ООП.

Рассматривается роль библиотек (сборник подпрограмм и объектов) в разработке программ для решения задач математической физики. Обсуждается методология создания и использования библиотек в языках Python и Fortran.

4. bash, Makefile. Компиляторы и библиотеки

Рассматриваются сценарные языки программирования. Обсуждаются вопросы автоматизации разработки и применения программ в ОС Линукс с помощью сценариев bash.

Изучается происхождение, современные версии и синтаксис утилиты Make, для автоматического преобразования файлов из одной формы в другую.

Рассматриваются виды компиляторов, их структура и опции (наиболее популярных в научной среде пакетов).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прикладные модели машинного обучения

Цель дисциплины:

- сформировать теоретические и практические знания в области обучения машин, современных методов восстановления зависимостей по эмпирическим данным, включая дискриминантный, кластерный и регрессионный анализ.

Задачи дисциплины:

- освоить методы корректной формулировки задач в терминах машинного обучения;
- овладеть навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы и проблематику теории обучения машин;
- основные методы и алгоритмы решения задач обучения по прецедентам;
- основные области применения этих методов и алгоритмов;
- классификации, кластеризации и регрессии.

уметь:

- формализовать постановки прикладных задач анализа данных;
- использовать методы обучения по прецедентам для решения практических задач;
- оценивать точность и эффективность полученных решений.

владеть:

- основными понятиями теории машинного обучения;
- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;

- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, решаемых с помощью алгоритмов обучения по прецедентам.

Темы и разделы курса:

1. Прогнозирование временных рядов

- Задача прогнозирования временных рядов. Примеры приложений.
- Экспоненциальное скользящее среднее. Модель Хольта. Модель Тейла-Вейджа. Модель Хольта-Уинтерса.
- Адаптивная авторегрессионная модель.
- Следящий контрольный сигнал. Модель Тригга-Лича.
- Адаптивная селективная модель. Адаптивная композиция моделей.
- Локальная адаптация весов с регуляризацией.

2. Поиск ассоциативных правил

- Понятие ассоциативного правила и его связь с понятием логической закономерности.
- Примеры прикладных задач: анализ рыночных корзин, выделение терминов и тематики текстов.
- Алгоритм APriori. Два этапа: поиск частых наборов и рекурсивное порождение ассоциативных правил. Недостатки и пути усовершенствования алгоритма APriori.
- Алгоритм FP-growth. Понятия FP-дерева и условного FP-дерева. Два этапа поиска частых наборов в FP-growth: построение FP-дерева и рекурсивное порождение частых наборов.
- Общее представление о динамических и иерархических методах поиска ассоциативных правил.

3. Нейронные сети глубокого обучения

- Свёрточные нейронные сети (CNN). Свёрточный нейрон. Pooling нейрон. Выборка размеченных изображений ImageNet.
- Свёрточные сети для сигналов, текстов, графов, игр
- Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей: Backpropagation Through Time (BPTT).
- Сети долгой кратковременной памяти (Long short-term memory, LSTM).
- Рекуррентная сеть Gated Recurrent Unit (GRU).
- Автокодировщики. Векторные представления дискретных данных.
- Перенос обучения (transfer learning).

- Самообучение (self-supervised learning).
 - Генеративные состязательные сети (GAN, generative adversarial net).
4. Эвристические, стохастические, нелинейные композиции.
- Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств
 - Простое голосование (комитет большинства). Алгоритм ComBoost. Идентификация нетипичных объектов (выбросов).
 - Преобразование простого голосования во взвешенное.
 - Обобщение на большое число классов.
 - Случайный лес.
 - Анализ смещения и вариации для простого голосования.
 - Смесь алгоритмов (квазилинейная композиция), область компетентности, примеры функций компетентности.
 - Выпуклые функции потерь. Методы построения смесей: последовательный и иерархический.
 - Построение смеси алгоритмов с помощью EM-подобного алгоритма.
5. Ранжирование
- Постановка задачи обучения ранжированию. Примеры.
 - Признаки в задаче ранжирования поисковой выдачи: текстовые, ссылочные, кликовые. TF-IDF. PageRank.
 - Критерии качества ранжирования: Precision, MAP, AUC, DCG, NDCG, pFound.
 - Ранговая классификация, OC-SVM.
 - Попарный подход: RankingSVM, RankNet, LambdaRank.
6. Рекомендательные системы
- Задачи коллаборативной фильтрации, транзакционные данные и матрица субъекты - объекты.
 - Корреляционные методы user-based, item-based. Задача восстановления пропущенных значений. Меры сходства субъектов и объектов.
 - Латентные методы на основе би-кластеризации. Алгоритм Брегмана.
 - Латентные методы на основе матричных разложений. Метод главных компонент для разреженных данных (LFM, Latent Factor Model). Метод стохастического градиента.
 - Неотрицательные матричные разложения. Метод чередующихся наименьших квадратов ALS.
 - Модель с учётом неявной информации (implicit feedback).

- Рекомендации с учётом дополнительных признаков данных. Линейная и квадратичная регрессионные модели, libFM.
- Измерение качества рекомендаций. Меры разнообразия (diversity), новизны (novelty), покрытия (coverage), догадливости (serendipity).

7. Тематическое моделирование

- Задача тематического моделирования коллекции текстовых документов.
- Вероятностный латентный семантический анализ PLSA. Метод максимума правдоподобия. EM-алгоритм. Элементарная интерпретация EM-алгоритма.
- Латентное размещение Дирихле LDA. Метод максимума апостериорной вероятности. Сглаженная частотная оценка условной вероятности.
- Небайесовская интерпретация LDA и её преимущества. Регуляризаторы разреживания, сглаживания, частичного обучения.
- Аддитивная регуляризация тематических моделей. Регуляризованный EM-алгоритм, теорема о стационарной точке (применение условий Каруша–Куна–Таккера).
- Рациональный EM-алгоритм. Онлайн-EM-алгоритм и его распараллеливание.
- Мультимодальная тематическая модель.
- Регуляризаторы классификации и регрессии.
- Регуляризаторы декоррелирования и отбора тем.
- Внутренние и внешние критерии качества тематических моделей.

8. Обучение с подкреплением

- Задача о многоруком бандите. Жадные и эpsilon-жадные стратегии. Метод UCB (upper confidence bound). Стратегия Softmax.
- Среда для экспериментов.
- Адаптивные стратегии на основе скользящих средних. Метод сравнения с подкреплением. Метод преследования.
- Постановка задачи в случае, когда агент влияет на среду. Ценность состояния среды. Ценность действия.
- Жадные стратегии максимизации ценности. Уравнения оптимальности Беллмана.
- Метод временных разностей TD. Метод Q-обучения.
- Градиентная оптимизация стратегии (policy gradient). Связь с максимизацией log-правдоподобия.
- Постановка задачи при наличии информации о среде в случае выбора действия. Контекстный многорукий бандит.
- Линейная регрессионная модель с верхней доверительной оценкой LinUCB.

- Оценивание новой стратегии по большим историческим данным.

9. Активное обучение

- Постановка задачи машинного обучения. Основные стратегии: отбор объектов из выборки и из потока, синтез объектов.
- Сэмплирование по неуверенности. Почему активное обучение быстрее пассивного.
- Сэмплирование по несогласию в комитете. Сокращение пространства решений.
- Сэмплирование по ожидаемому изменению модели.
- Сэмплирование по ожидаемому сокращению ошибки.
- Синтез объектов по критерию сокращения дисперсии.
- Взвешивание по плотности.
- Оценивание качества активного обучения.
- Введение изучающих действий в стратегию активного обучения. Алгоритмы ϵ -active и EG-active.
- Применение обучения с подкреплением для активного обучения. Активное томпсоновское сэмплирование.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Приложения алгебраических структур

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями алгебраических структур в приложении их к задачам дискретной математики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области приложений алгебраических структур;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области приложений алгебраических структур;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории приложений алгебраических структур;
- современные проблемы соответствующих разделов приложений алгебраических структур;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области приложений алгебраических структур в устной и письменной форме.
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования приложений алгебраических структур;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач приложений алгебраических структур (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов приложений алгебраических структур;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации;
- набором тестовых задач приложений алгебраических структур, могущих служить дорожной картой для ориентации в достаточно широком круге проблем.

Темы и разделы курса:

1. Задачи курса

1. Задача Ллойда о пятнашках. Подсчёт числа циклических последовательностей. Теорема Пойа. Изомеры органических молекул.

2. Построение циркулем и линейкой. Расширение основного поля. Проблема удвоения куба и трисекции угла. Построение правильного n -угольника.

3. Разрешимость и неразрешимость уравнения в радикалах. Симметрические многочлены. Группа Галуа. Пример многочлена, неразрешимого в радикалах.

2. Криптографические протоколы. Вероятностные методы поиска простого числа.

4. Структура группы остатков по умножению. Максимальный порядок элемента. Криптографические протоколы. Задача дискретного логарифмирования.

5. Вероятностные методы поиска простого числа. Тест Ферма. Тест Соловея-Штрассена. Тест Миллера-Рабина. Эллиптические кривые.

6. Основы теории представлений. Инвариантные подпространства. Теорема Машке. Лемма Шура. Характер представления. Преобразование Фурье как представление группы вращения окружности. Теорема Петера-Вейля. Гармонический анализ на сфере.

3. Теорема Гильберта о базисе. Многогранник Ньютона многочлена
7. Теорема Гильберта о базисе. Системы алгебраических уравнений. Теорема Гильберта о нулях.
8. Многогранник Ньютона многочлена. Базисы Грёбнера. Алгоритм Бухбергера.

4. Алгебры Ли. Корректирующие коды.

9. Симметрия дифференциальных уравнений. Однопараметрические группы на плоскости. Уравнения Ли.

10. Экспоненциальное отображение. Группа симметрии. Инвариантные решения. Алгебры Ли. Векторные поля.

11. Корректирующие коды. Линейные коды. Оценка размерности. Код Хэмминга, коды BCH. Оценка размерности и кодового расстояния для кодов BCH.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Приложения машинного обучения

Цель дисциплины:

сформировать теоретические и практические знания в области обучения машин, современных методов восстановления зависимостей по эмпирическим данным, включая дискриминантный, кластерный и регрессионный анализ.

Задачи дисциплины:

правильно формулировать задачу в терминах машинного обучения,
овладеть навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные принципы и проблематику теории обучения машин,
основные современные методы обучения по прецедентам — классификации, кластеризации и регрессии.

уметь:

формализовать постановки прикладных задач анализа данных,
использовать методы обучения по прецедентам для решения практических задач,
оценивать точность и эффективность полученных решений.

владеть:

основными понятиями теории машинного обучения.

Темы и разделы курса:

1. Введение: основные понятия и простые методы

Основные понятия. Примеры использования машинного обучения. Ключевые понятия. Supervised и unsupervised learning. Стандартные задачи (классификация, регрессия, кластеризация). Простые модели (kNN, naïve bayes, linear regression), кратко о тех моделях, которые часто используются на практике - линейные и ансамбли деревьев (основная идея). Оценка качества - кросс-валидация, кривые обучения, переобучение и недообучение, как детектировать, истории из практики. Как возникают и как решаются оптимизационные задачи в машинном обучении. Немного об инструментах: Python, numpy, scipy, matplotlib

Метрики, признаки и инструменты. Метрики качества в стандартных задачах. Извлечение признаков (на примере текста, изображений, звука) и предобработка признаков (на примере работы с разреженными и категориальными признаками). Разбор примеров задач: с обсуждением метрик качества, способов оценки качества, необходимых данных и извлекаемых признаков. Инструменты, с помощью которых эти задачи можно решать: питоновские библиотеки pandas и sklearn. Демонстрация: pandas, sklearn: datasets, metrics, cross_validation, trees.

2. Решающие деревья и ансамбли

Решающие деревья

- как работает уже построенное решающее дерево;
- задача классификации и регрессии;
- рекурсивное построение деревьев:

 - критерии информативности, information gain - misclassification, энтропийный критерий, индекс Gini;
 - дискретизация / бинаризация признаков, работа с категориальными признаками;
 - работа с пропущенными значениями;
 - стрижка деревьев (pruning);

- преимущества и недостатки деревьев;
- оценка важности признаков;
- технические заметки (ID3, C4.5, C5.0, CART)

Ансамбли решающих деревьев

- Bias-Variance Trade-off
- Бэггинг (Bagging = Bootstrap Aggregation), связь корреляция между ответами моделей и качеством модели в бэггинге.
- Улучшения бэггинга: RSM, Pasting, случайный лес (Random Forest), Extremely Randomized Trees (превращение неустойчивости деревьев из недостатка в преимущество)
- Бустинг (Boosting), AdaBoost и обобщения
- Stacking и Blending

Boosting, state-of-the-art алгоритмы

- тонкости реализации boosting
- обобщение до Gradient Tree Boosting / GBDT / GBM / MART
- эвристики оптимизации и state-of-the-art алгоритмы (xgboost, lightgbm, ...)

3. Линейные модели

Линейные модели. Идея линейной классификации. Настройка параметров линейного классификатора: функции потерь, оптимизационные задачи. Gradient Descent и Stochastic Gradient Descent. Регуляризация: L_1 , L_2 , elastic net. Стандартные линейные классификаторы. Линейная регрессия: выражение для вычисления весов, регуляризация (гребневая регрессия и лассо). Примеры применения линейных моделей: работа с признаками из текстов и с one-hot-encoding (заодно упомянуть про hashing trick). Библиотеки для построения линейных моделей: sklearn.linear_model, liblinear, vowpal wabbit.

Логистическая регрессия и SVM. Логистическая функция потерь, как к ней можно прийти (из требований к виду функции и из желания оценивать величины от 0 до 1, похожие на вероятности). Log loss. Максимизация ширины разделяющей полосы, оптимизационная задача в SVM для задачи классификации. Безусловная оптимизационная задача. Двойственная задача с выводом. Kernel trick. Радиальное ядро (RBF).

Дополнительные темы

SVM для регрессии. Мультиклассовые SVM и логистическая регрессия. Примеры использования. Одноклассовый SVM. Примеры использования. (Опционально) Semi-supervised модификации линейных моделей (S3VM, entropy regularizer).

4. Нейронные сети

Нейронные сети как суперпозиция моделей. Исторический экскурс.

Математическая модель нейрона, проблема XOR.

Механизм обратного распространения ошибки (backpropagation). Идея и математика обучения нейронных сетей.

Механизмы оптимизации. Стохастический градиент и его вариации (adagrad, momentum, nesterov momentum, adadelta, rmsprop, adam).

Обзор слоев и функций активации в нейронных сетях (полносвязный, сверточный, dropout, batchnorm etc.)

Проблема переобучения, регуляризация нейронных сетей.

Сверточные нейронные сети для задачи анализа изображений: принцип работы, методы обучения.

Обзор актуальных архитектур нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения (Computer Vision).

Рекуррентные нейронные сети.

Обзор классической RNN-cell, LSTM, GRU.

Рекуррентные нейронные сети в задаче анализа сигналов и естественного языка.

Генеративные модели на основе RNN.

Механизм внимания (Attention mechanism) в задаче машинного перевода и других задачах.

Сверточные нейронные сети в задачах обработки текста, сравнение с рекуррентными нейронными сетями.

5. Обучение без учителя

Преобразование признаков

Dimensionality Reduction: PCA, SVD, t-SNE, MDS

Embedding Manifold (overview)

Latent Models: LDA

Задача кластеризации

1. Статистические алгоритмы: EM, k-means+ dbscan+?

2. Графовые алгоритмы кластеризации, выделение связных компонент. (Алгоритм FOREL)

3. Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса, построение дендрограммы. Определение числа кластеров.

Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуцируемости.

Дополнительные темы

1. Самоорганизующаяся карта Кохонена

другие подходы к визуализации

2. RBM

3. Автоэнкодеры

6. Обзор приложений машинного обучения

Рекомендательные системы

Работа с текстами и тематическое моделирование

Работа с изображениями

Работа с данными в индустрии

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Проблемы ориентации искусственных спутников Земли

Цель дисциплины:

- введение в проблематику и изучение фундаментальных основ механики космического полета в части движения относительно центра масс как естественных небесных тел, так и космических аппаратов.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами базовых знаний в области возмущенного движения космического аппарата – твердого тела относительно своего центра масс в поле притягивающего центра и других внешних полях;
- приобретение теоретических знаний, необходимых при проведении предварительного проектирования систем ориентации космических аппаратов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической небесной механики и механики космического полета;
- законы орбитального движения и движения относительно центра масс искусственных спутников Земли и естественных небесных тел, методы управления угловым движением спутников, элементную базу, используемую для реализации управления;
- современные проблемы механики космического полета, направления перспективных исследований и цели разрабатываемых космических миссий, специфику разработки систем ориентации для малогабаритных спутников.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных небесно-механических ситуаций;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;

- применять современные математические методы небесной механики и астродинамики;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования механических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с осуществлением космических миссий;
- навыками самостоятельной работы с печатной литературой и с информацией, опубликованной в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Влияние возмущающих моментов негравитационной природы на гравитационную ориентацию спутника

Влияние возмущающих моментов негравитационной природы на гравитационную ориентацию спутника. Сопротивление атмосферы. Влияние вращения Земли. Момент от взаимодействия с геомагнитным полем. Момент от светового давления. Постоянный в связанных осях возмущающий момент.

Влияние возмущающих моментов негравитационной природы на гравитационную ориентацию спутника. Сопротивление атмосферы. Влияние вращения Земли. Момент от взаимодействия с геомагнитным полем. Момент от светового давления. Постоянный в связанных осях возмущающий момент.

Вывод выражений для возмущающих моментов. Получение приближенных решений в виде асимптотических рядов по малому параметру.

2. Гравитационные системы ориентации

Гравитационные системы ориентации. Способы реализации восстанавливающего и демпфирующего моментов. Сферический магнитный демпфер. Гистерезисные стержни. Приближенное описание переходных и установившихся движений

Гравитационные системы ориентации. Принцип действия. Способы реализации восстанавливающего и демпфирующего моментов с использованием имеющейся инерционной конфигурации спутника или выдвигных штанг. Сферический магнитный демпфер и гистерезисные стержни как устройства, обеспечивающие асимптотическую

устойчивость положений равновесия или вынужденных периодических движений. Приближенное описание переходных и установившихся движений. Быстродействие системы ориентации.

3. Вращательное движение спутника в магнитном поле Земли

Вращательное движение спутника в магнитном поле Земли. Способы реализации восстанавливающего и демпфирующего моментов. Постоянный магнит. Гистерезисные стержни. Сферический магнитный демпфер. Приближенные переходные и установившиеся решения.

Модели геомагнитного поля, используемые при описании вращательного движения спутника в магнитном поле Земли. Способы реализации восстанавливающего и демпфирующего моментов с помощью постоянных магнитов, гистерезисных стержней, сферического магнитного демпфера. Конфигурация элементов системы ориентации. Техническая реализация актюаторов. Приближенные переходные и установившиеся движения спутника. Периодические решения как адекватное приближение на нескольких витках. Кривые ветвления периодических решений.

4. Спутник-гиростат. Положения равновесия

Спутник-гиростат. Положения равновесия. Условия устойчивости. Тангажный маховик. Спутник, стабилизированный вращением. Гашение нутационных колебаний. Пример использования нутационного демпфера.

Уравнения движения спутника-гиростата. Относительные положения равновесия. Условия устойчивости. Уравнения движения осесимметричного спутника, стабилизированного собственным вращением. Гашение нутационных колебаний. Типы нутационных демпферов. Пример использования нутационного демпфера в виде диска с трением в оси подвеса. Решение приближенных уравнений. Резонансная настройка демпфера.

5. Упрощенные схемы активной ориентации ИСЗ

Упрощенные схемы активной ориентации ИСЗ. Оценка расхода рабочего тела. Управление при действии постоянного возмущающего момента. Управление ориентацией с помощью маховичных систем.

Упрощенные схемы активной ориентации ИСЗ. Оценка расхода рабочего тела. Управление при действии постоянного возмущающего момента. Метод фазовой плоскости. Кривые переключения. Алгоритмы управления ориентацией с помощью маховичных систем.

6. Способы активной ориентации ИСЗ

Способы активной ориентации ИСЗ магнитными, гравитационными и с собственным вращением системами с использованием токовых катушек. Круг сопутствующих проблем и задач.

Способы активной ориентации ИСЗ магнитными, гравитационными и с собственным вращением системами с использованием токовых катушек. Круг сопутствующих проблем и задач. Ограничения на скважность измерений. Примеры алгоритмов управления для создания, демпфирующего и восстанавливающих моментов. Конструкции токовых катушек (с магнитным сердечником и без него).

7. Применение асимптотических методов нелинейной механики

Применение асимптотических методов нелинейной механики для исследования переходных и установившихся движений механических систем на примере гравитационно-ориентированного спутника со сферическим магнитным.

Применение асимптотических методов нелинейной механики для исследования переходных и установившихся движений механических систем на примере гравитационно-ориентированного спутника со сферическим магнитным демпфером (введение малого параметра, теорема Тихонова, теорема Пуанкаре, метод Крылова-Боголюбова).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прогнозирование потребления населения и инвестиционно-фондовых процессов

Цель дисциплины:

– формирование систематических представлений о роли инвестиций и потребления домашних хозяйств в процессах экономического развития национальной экономики, подходов к их анализу, моделированию и прогнозированию.

Задачи дисциплины:

- изучение методов анализа, моделирования и прогнозирования инвестиций, динамики основного капитала и производственных мощностей с учетом особенностей воспроизводства основного капитала в экономике РФ в ретроспективе и перспективной государственной инвестиционной и структурной политики;
- изучение различных концепций, объясняющих основные закономерности потребительского поведения населения, подходов к их выявлению и моделированию в рамках прикладных прогнозно-аналитических исследований.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- понятия и определения, используемые при характеристике инвестиционно-фондовых процессов и потребления домашних хозяйств;
- тенденции, складывающиеся в развитии инвестиционно-фондовых процессов и процессов потребления домашних хозяйств в экономике РФ;
- задачи и проблемы развития инвестиционных процессов и воспроизводства основных фондов, потребления домашних хозяйств населения РФ;
- источники статистической информации об инвестициях, основных фондах, производственных мощностях и потреблении домашних хозяйств;
- методы и модели анализа и прогнозирования инвестиционно-фондовых процессов и процессов потребления домашних хозяйств населения.

уметь:

применять основные методы и модели анализа и прогнозирования инвестиционно-фондовых процессов и процессов потребления домашних хозяйств населения в прикладных исследованиях.

владеть:

навыками содержательной интерпретации результатов прогнозно-аналитических исследований инвестиционно-фондовых процессов и процессов потребления домашних хозяйств населения;

навыками подготовки кратких аналитических материалов и выступлений.

Темы и разделы курса:

1. Дифференциация населения по уровню доходов и потребления (особенности статистического учета и система показателей). Прикладное моделирование формирования объемов и структуры потребления. Номинальные и реальные доходы. Проблемы выбора дефлятора. Межстрановые сопоставления уровней и тенденций потребления (на примере продуктов питания и товаров длительного пользования).

Роль дифференциации доходов и потребления в процессе экономического роста. Особенности статистики дифференциации населения по уровню доходов: методика бюджетных обследований. Система показателей дифференциации населения по уровню доходов и потребления: коэффициент фондов, децильный коэффициент, коэффициент Джини.

Моделирование динамики потребления с учетом феномена насыщения (на основе s-образных функций). Функции спроса: логика спецификации, способы практического построения.

2. Инвестиции в моделях прогнозирования экономического роста. Инвестиции в моделях межотраслевого баланса.

Модели Домара, Харрода, Солоу: основные характеристики, условия применимости. «Золотые правила» накопления и сбережения. Кейнсианская модель инвестиций.

Методика построения вектора отраслевой структуры инвестиций (как элемента конечного спроса в статической модели межотраслевого баланса) на основе гипотез об их технологической структуре. Инвестиционно-фондовый блок динамических моделей межотраслевого баланса.

3. Инвестиции и основные фонды: определения, особенности статистического учета. Роль инвестиционной деятельности и режима воспроизводства основных фондов в развитии экономики.

Понятия основного капитала и инвестиций в основной капитал. Капитальное строительство: инвестиции, вводы, инвестиционные лаги. Основной капитал и другие нефинансовые активы. Видовая, технологическая, воспроизводственная и отраслевая структура инвестиций в основной капитал. Источники финансирования инвестиций. Понятие иностранных инвестиций. Особенности статистического учета инвестиций и запаса основного капитала.

Инвестиции как элемент конечного спроса. Непосредственный вклад инвестиций в динамику ВВП. Показатели вводов, выбытия основного капитала и динамики (интенсивности) его обновления. Режим воспроизводства основного капитала, динамика производственных мощностей и их эффективности (конкурентоспособности). Описание динамики инвестиций и основного капитала в долговременной ретроспективе.

4. Машиностроение и строительство как основные отрасли инвестиционного комплекса экономики России. Особенности инвестиционно-фондовых процессов в РФ и их взаимообусловленность с развитием машиностроения и строительства.

Машиностроение и строительство как фондосоздающие отрасли. Взаимообусловленность отраслевой, технологической и воспроизводственной структуры инвестиций и спроса на продукцию машиностроения и строительства в ретроспективе. Роль импорта инвестиционных товаров и услуг в развитии отечественного инвестиционного комплекса в ретроспективе. Специфические факторы, определяющие повышенную конкурентоспособность зарубежных производителей инвестиционных товаров и услуг. Роль отечественного машиностроения и строительства в контексте политики структурно-технологической модернизации российской экономики.

5. Методики оценки запаса и потребления основного капитала.

Практика статистического учета основных производственных фондов. Проблемы переоценки объема основных производственных фондов, рассчитанного в фактических (смешанных) ценах, в цены базисного периода. Понятие потребления основного капитала. Факторы, определяющие распространенность косвенных оценок запаса и потребления основного капитала. Метод непрерывной инвентаризации. Нормативные и фактические сроки службы элементов основного капитала.

6. Модели воспроизводства основных производственных фондов.

Баланс основных производственных фондов. Моделирование связи инвестиций и вводов основных производственных фондов. Моделирование выбытия основных производственных фондов.

7. Натуральное и товарное потребление. Прогнозирование доходов и расходов населения на основе балансового подхода. Номинальные и реальные доходы. Проблемы выбора дефлятора. Межстрановые сопоставления уровней и тенденций потребления (на примере продуктов питания и товаров длительного пользования).

Натуральное и товарное потребление. Динамика уровней среднедушевого потребления продуктов питания. Натуральное производство и потребление в домашних хозяйствах населения. Денежные доходы населения как финансовая основа товарного потребления. Динамика и структура розничного товарооборота. Виды доходов и расходов домашних хозяйств. Совокупный и располагаемый доход. Основные элементы баланса денежных доходов и расходов населения и способы их моделирования и прогнозирования.

Методика оценки реальных доходов. Проблема выбора дефлятора для оценки реальных доходов. Основные принципы и практика построения индексов потребительских цен. Особенности динамики номинальных доходов, потребительских цен и реальных доходов в РФ в длительной ретроспективе.

8. Роль доходов и потребления домашних хозяйств в развитии экономики. Обзор и критический анализ неоклассических теорий потребительского поведения и спроса. Альтернативные теории потребительского поведения.

Потребление (общие объемы, товарная структура, доля импорта) и «пространство» экономического роста. Потребление и мотивация к труду, потребительские стандарты и потребительские ориентиры. Уровень доходов и характер технического прогресса. Отраслевая дифференциация заработной платы и эволюция структуры экономики.

Количественная и порядковая теории полезности: основные понятия. Локальная рациональность основных положений неоклассических теорий потребительского поведения и те аспекты потребительского выбора, которые они не в состоянии объяснить. Основные элементы теории базовых потребностей А.Маслоу. Роль социо-культурных факторов в потреблении: концепции Т.Веблена, П.Бурдьё и Бодриара. Функционалистская теория потребления К.Ланкастера.

9. Феномен насыщения потребностей и социально-экономические факторы, расширяющие границы потребления. Межстрановые сопоставления уровней и тенденций потребления (на примере продуктов питания и товаров длительного пользования)

Описание феномена насыщения потребностей. Уровень насыщения потребностей и потенциал наращивания объемов производства (на примере рынков автомобилей, телевизоров, молочных продуктов, предметов гардероба). Феномен моды, технический прогресс и другие факторы, ослабляющие ограничения роста производства, обусловленные феноменом насыщения потребностей.

Особенности изменения уровней потребления продуктов питания и товаров длительного пользования в разных странах мира на длительных интервалах времени и определяющие их факторы. Универсальные закономерности и особенности их проявления, обусловленные особенностями социально-экономических и природных условий отдельных стран. Рациональные нормы потребления продуктов питания и реальное потребительское поведение.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Прогнозирование экономического роста и структуры экономики

Цель дисциплины:

– изучение основ анализа, моделирования и прикладного прогнозирования процессов экономического роста и сдвигов в структуре экономики.

Задачи дисциплины:

- освоение базовых понятий, концепций и методов, используемых при анализе и прогнозировании экономического роста и структуры экономики;
- актуализация знаний об экономике как объекте прикладных прогнозно-аналитических исследований;
- приобретение начальных навыков решения прикладных задач в области прогнозирования экономического роста и структуры экономики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- понятия и определения, используемые при описании динамики экономического роста и сдвигов в структуре экономики;
- основные термины и понятия Системы национальных счетов;
- тенденции динамики развития российской экономики и особенности ее отраслевой структуры;
- основные используемые в настоящее время методы и модели анализа и прогнозирования макроэкономической динамики и отраслевой структуры экономики, их достоинства и недостатки;
- современные проблемы моделирования и прогнозирования экономического роста и структуры экономики;
- логику взаимодействия факторов экономического роста и формирования отраслевой структуры экономики.

уметь:

- строить прогнозные сценарии развития отдельных отраслей, а также сценарии взаимодействия факторов макроэкономической динамики;
- пользоваться полученными знаниями для решения прикладных задач в области моделирования и прогнозирования экономического роста и структуры экономики;
- формировать допущения и абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании;
- использовать результаты прогнозно-аналитических расчетов по моделям для обоснования эффективных вариантов экономической политики.

владеть:

- навыками и культурой постановки и решения задач в области моделирования и прогнозирования экономического роста и структуры экономики.

Темы и разделы курса:

1. Агрегированные модели экономического роста: модель Кейнса. Место макроструктурного прогноза в системе прогнозов развития национальной экономики.

Анализ агрегированной макроэкономической модели на основе компонентов использования ВВП. Основные выводы Кейнса о взаимосвязи инфляции, безработицы, инвестиций, государственных расходов и экономического роста.

Система экономического прогнозирования в России. Задачи прогноза макроэкономической динамики. Особенности сценарных построений на макроструктурном уровне. Темпы экономического роста и режим экономического развития.

2. Макроэкономические, межотраслевые и внутриотраслевые факторы формирования структуры экономики. Типы взаимодействия отраслей в процессе экономического развития.

Внутриотраслевые и общеэкономические факторы эволюции производственно-технологической структуры отрасли. Понятие общеэкономической «нагрузки» отрасли (иллюстрация на примерах из истории развития отраслей экономики СССР и российской экономики).

Взаимодействия в форме замещения продукции одной отрасли продукцией другой отрасли. Взаимодействие в форме конкуренции за ограниченный ресурс развития. Взаимодействие в форме дополнения. Взаимодействие текущих и капитальных затрат, осуществляемых в разных отраслях экономики.

Анализ проблем развития, возникающих на стыке двух и более взаимосвязанных отраслей (примеры межотраслевых конфликтов, которые становятся источниками ограничений в развитии отраслей, примеры взаимодействия отраслей, которое приводит к расширению возможностей развития).

3. Место и роль экономики в структуре общества. Система экономических показателей. Система национальных счетов и межотраслевой баланс как инструменты согласования макроэкономических и отраслевых показателей.

Валовый выпуск, материальные затраты, добавленная стоимость. Элементы добавленной стоимости: заработная плата, прибыль, налоги и субсидии. Валовый внутренний продукт: характеристики производства и использования. Потребление домашних хозяйств, государственное потребление, накопление основного капитала, прирост запасов, экспорт и импорт. Особенности динамики роста российской экономики в долгосрочной ретроспективе.

Счет производства, счет образования доходов, счет использования ВВП. Межотраслевой баланс. Роль межотраслевого баланса в согласовании разнородных статистических данных. Содержание первого, второго и третьего квадрантов межотраслевого баланса. Особенности трех способов расчета ВВП: методом производства, методом образования доходов, методом использования. Иллюстрации на основе межотраслевого баланса.

4. Теория многоуровневой экономики Ю.В.Яременко. Межотраслевой баланс производства и использования продукции как инструмент анализа и прогнозирования отраслевой структуры экономики.

Классификация ресурсов экономического роста: качественные и массовые ресурсы. Различные режимы экономического развития и соответствующие им варианты взаимодействия качественных и массовых ресурсов. Причины кризиса советской экономики и особенности современного развития экономики России с точки зрения теории многоуровневой экономики Ю.В. Яременко. Место теории многоуровневой экономики в современной экономической науке.

Анализ особенностей структуры затрат на производство и структуры распределения продукции основных отраслей российской экономики. Материальное содержание важнейших межотраслевых потоков. Особенности отраслевой структуры функциональных элементов конечного спроса (потребление домашних хозяйств, государственное потребление, накопление основного капитала, прирост запасов, экспорт, импорт), материальное содержание основных потоков. Статическая модель межотраслевого баланса, матрица коэффициентов прямых затрат, матрица полных затрат. Логика расчетов.

5. Условия и факторы экономического роста. Конечный спрос. Факторы производства. Взаимодействие основных макропеременных в процессе формирования объема и структуры конечного спроса в экономике.

Основные группы факторов, определяющие возникновение, направленность и интенсивность экономической динамики, взаимодействие цен и доходов в механизме экономического роста, роль основных факторов производства и институциональной среды в предопределении особенностей экономического развития.

Логика трансформации доходов основных субъектов рынка (населения, бизнеса, государства) в функциональные элементы конечного спроса. Баланс денежных доходов и расходов населения - потребление домашних хозяйств. Налоговые доходы бюджета и государственное потребление. Прибыль и амортизация - накопление основного капитала. Матрица социальных счетов. Политика перераспределения доходов и динамика экономического развития. Вклады основных элементов конечного спроса в динамику развития российской экономики в ретроспективе.

6. Факторы, определяющие возможности и ограничения развития отдельных отраслей и сдвигов в отраслевой структуре российской экономики в перспективе. Место структурного прогноза в системе прогнозов развития национальной экономики.

Проблемы структурно-технологической модернизации российской экономики. Анализ сценариев развития ряда отраслей российской экономики, содержательных альтернатив, определяющих их факторов.

Задачи, решаемые прогнозом структуры экономики. Требования к отдельным отраслям и структуре экономики, предъявляемые конечным спросом на продукцию и услуги. Оценка роли отдельных отраслей, их обеспеченности производственными ресурсами в формировании итогов экономического развития. Выявление проблем развития, возникающих на стыке отраслей. Анализ народнохозяйственных предпосылок развития отдельных отраслей.

7. Ценовые пропорции в экономике, технологическое развитие и экономический рост. Потенциальный выпуск, безработица и целевой уровень инфляции.

Роль цен и ценовых соотношений в технологическом развитии экономики, влияние ценовых пропорций на экономическую динамику. Ценовая модель межотраслевого баланса. Логика расчетов. Механизм инфляции издержек. Возможности адаптации отраслей к изменяющимся ценовым пропорциям, структурно-технологические ограничения изменения ценовых пропорций. Логика формирования последствий неблагоприятного изменения ценовых пропорций.

Закон Оукена, связывающий прирост выпуска с уровнем безработицы, кривая Филипса, связывающая темпы инфляции и уровень безработицы. Определение целевых ориентиров уровня инфляции который соответствует естественному уровню занятости. Оценка потенциального выпуска на основе ресурсных ограничений по капиталу и труду.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Программирование на языке C++

Цель дисциплины:

- Сформировать представление о разнообразных вычислительных задачах в теории графов и об асимптотических сложностях их решений;
- дать теоретические и практические знания об алгоритмах и структурах данных теории графов с доказательством корректности их работы, о методах оценки сложности алгоритмов.

Задачи дисциплины:

- Научить формулировать задачи в терминах изученных теорий, выбирать подходящий алгоритм для поставленной задачи;
- научить разрабатывать комбинации алгоритмов для решения поставленных задач, оценивать сложности алгоритмов, их модификаций и комбинаций, в том числе с помощью амортизационного анализа, выбирать подходящие структуры данных для поставленных задач, реализовывать алгоритмы в обобщенной форме на языке программирования C++.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Алгоритмы на графах и структуры данных, связанные с ними;
- оценки сложности стандартных алгоритмов;
- стандартные алгоритмы на графах и используемые структуры данных, подходы к модификации классических алгоритмов;
- разнообразные классические задачи в теории графов и асимптотические сложности их решений.

уметь:

- Формулировать задачи в терминах изученных теорий, выбирать подходящий алгоритм для поставленной задачи;
- разрабатывать комбинации алгоритмов для решения поставленной задачи;

- оценивать сложности алгоритмов, их модификаций и комбинаций, в том числе с помощью амортизационного анализа;
- выбирать подходящие структуры данных для конкретной задачи;
- реализовывать алгоритм в обобщенной форме на языке программирования с++;
- реализовывать стандартные алгоритмы на графах и структуры данных на языке программирования С++.

владеть:

- Методами декомпозиции задач в области информационных технологий и построения единого решения с использованием изученных алгоритмов;
- методами оценки сложности алгоритмов, их модификаций и комбинаций.

Темы и разделы курса:

1. Введение в язык

Общие слова: место языка С++ среди современных языков, актуальные версии этого языка, ключевые люди, связанные с этим языком, официальный стандарт языка

Структура программы, функция main, понятие области видимости (scope). Ключевые слова. Ввод-вывод (cin, cout).

Объявления (declarations). Идентификаторы. Фундаментальные типы (int, long, long long, float, double, long double, char, bool, модификаторы signed и unsigned). Размеры этих типов, основные операции над ними, неявные преобразования типов между собой. Литералы, литеральные суффиксы для основных типов. Объявления функций, разница между объявлением и определением, one definition rule.

Выражения (expressions). Операторы. Арифметические операторы. Побитовые операторы. Логические операторы, особенности их работы. Оператор присваивания и операторы составного присваивания, особенности его работы. Понятие lvalue и rvalue в С++03. Инкремент и декремент, отличие префиксной версии от постфиксной. Операторы сравнения. Тернарный оператор. Оператор “запятая”. Оператор sizeof.

Инструкции (statements). Конструкции if...else, for, while, do...while, switch, их синтаксис, правила работы. Инструкции break, continue, return, их действие. Инструкция goto и метки.

Понятия ошибки компиляции, ошибки времени выполнения (runtime error), неопределенного поведения (undefined behaviour), отличия между ними, примеры. Виды ошибок компиляции: лексические, синтаксические, семантические. Понятие segmentation fault и stack overflow.

2. Модификаторы типов

Указатели, операции над ними. Операция взятия адреса. Автоматическая память (стек). Массивы, операция [] (квадратные скобки), ее принцип работы. Указатель на void и его особенности.

Функции. Перегрузка функций, правила разрешения перегрузки (общая схема, без деталей). Функции с аргументами по умолчанию. Функции с неуказанным количеством аргументов. Указатели на функции, операции над ними, их особенности.

Динамическая память. Операторы new и new[], их использование (в стандартной форме). Операторы delete и delete[], их использование (в стандартной форме). Проблема утечек памяти. Проблема двойного удаления.

Передача аргументов по значению и по указателю, первая версия функции swap. Дилемма с присваиванием (создавать новое название или копию?). Идея ссылок (references). Отличия ссылок от указателей, правила работы со ссылками, вторая версия функции swap. Проблема, связанная со ссылкой на локальную переменную (“битые ссылки”).

Идея констант, ключевое слово const. Понятие константных и неконстантных операций, особенности работы с константами. Константные и неконстантные ссылки. Константные указатели и указатели на константу. Разрешенные и запрещенные присваивания между всеми вышеупомянутыми типами.

Виды приведений типов: static_cast, reinterpret_cast, const_cast и C-style cast, их особенности, примеры применения и примеры, когда они не работают.

3. Введение в ООП

Идея ООП. Понятия класса и структуры, членов класса. Поля и методы, понятие инкапсуляции. Модификаторы доступа.

Конструкторы и деструкторы. Конструктор по умолчанию. Перегрузка конструкторов. Конструктор копирования, его сигнатура и схема реализации. Пример, когда необходим нетривиальный конструктор копирования и оператор присваивания. Правила генерации компилятором конструкторов. Ключевые слова default и delete в контексте определения функций-членов.

Операторы “точка” и “стрелочка”. Ключевое слово this и пример использования.

Оператор присваивания, его сигнатура и схема реализации. “Правило трех”.

Проблема с инициализацией констант и ссылок. Решение: списки инициализации в конструкторах.

Ключевое слово explicit. Пример с конструктором String(int n).

Константные и неконстантные методы, примеры.

Ключевое слово mutable, пример применения.

Понятие дружественных функций и классов, ключевое слово friend.

Проблема вызова конструкторов из других конструкторов. Решение: делегирующие конструкторы.

Статические поля и методы, пример. Локальные статические переменные.

Указатели на члены и указатели на методы. Синтаксис объявления, пример использования. Операторы “точка со звездочкой” и “стрелочка со звездочкой”.

4. Перегрузка операторов

Общая идея перегрузки операторов. Перегрузка арифметических операторов на примере класса `BigInteger`: бинарные операторы, составные присваивания с ними, правильное выражение одного через другое. Проблема с корректностью выражений вида “ $x+y=5$;”. Проблема в случае левого операнда - не объекта класса (выражения вида “ $5+x$ ”). Перегрузка операторов `<<` и `>>` на примере потокового ввода-вывода.

Перегрузка операторов сравнения, правильное выражение одних сравнений через другие.

Перегрузка инкремента и декремента (префиксного и постфиксного).

Перегрузка оператора `[]` (квадратные скобки). Правильное соблюдение константности при перегрузке оператора `[]`.

Перегрузка оператора “круглые скобки”. Понятие функтора и функционального класса, компаратора. Пример использования в стандартных алгоритмах.

Особенности перегрузки операторов “логическое И”, “логическое ИЛИ” и “запятая”.

Особенности перегрузки операторов “унарная звездочка”, “унарный амперсанд” и “стрелочка”.

Перегрузка операторов приведения типа. Еще одно применение ключевого слова `explicit`.

5. Наследование (inheritance)

Объявление наследования. Модификатор доступа `protected`. Разница между приватным, публичным и защищенным наследованием. Разница между наследованием классов и структур.

Поиск имен при наследовании. Соккрытие имен наследником. Явный вызов методов родителя у наследника. Использование `::` и `using`. Проблемы с видимостью названий родителей и их полей у потомков в случае двухуровневого наследования, где первый уровень - приватное наследование. Правила действия слова `friend` в этих случаях.

Порядок вызова конструкторов и деструкторов при наследовании. Проблема с инициализацией родителей при определении конструктора наследника, вновь применение списков инициализации. Правила размещения объектов классов-наследников в памяти.

Множественное наследование, неоднозначности при нем, проблема ромбовидного наследования. Примеры разрешения неоднозначности с помощью приведений типов и оператора `::`, комбинации всего этого с приватным наследованием, сдвиги указателей.

Виртуальное наследование. Особенности комбинации виртуального и неvirtуального наследования.

Приведение типов между родителем и наследником: срезка при копировании, приведение указателей, приведение ссылок. Особенности `static_cast`, `reinterpret_cast` между родителями

и наследниками (а также указателями или ссылками на них). Оператор `dynamic_cast`, его отличие от `static_cast`.

Виртуальные функции, их общая идея и отличие от неvirtуальных. Особенности размещения в памяти классов с виртуальными функциями, понятие полиморфизма. Полиморфные классы. Понятие о таблице виртуальных функций.

Виртуальный деструктор и его предназначение.

Абстрактные классы и “чисто виртуальные” (`pure virtual`) функции, их особенности. Чисто виртуальный деструктор. Ошибка “`pure virtual function call`” и ее возникновение.

Ключевые слова `override` и `final` при наследовании, их предназначение.

Механизм RTTI. Оператор `typeid` и динамическое определение типа объекта. Класс `std::type_info`.

Проблема с вызовом виртуальных функций в конструкторах. Проблема с аргументами по умолчанию в виртуальных функциях.

Empty base optimization, примеры.

6. Шаблоны (templates)

Мотивировка и общая идея шаблонов. Шаблоны классов, шаблоны функций, синтаксис объявления, примеры использования, связь шаблонов и полиморфизма, статический полиморфизм.

Специализации шаблонов, принцип “частное предпочтительнее общего” применительно к шаблонам. Частичные и полные специализации. Принцип “лучше точное соответствие, чем приведение типа”. Разница между специализацией и перегрузкой для шаблонных функций. Правила выбора компилятором кандидатов на специализацию и на перегрузку.

Ключевое слово `typedef`, его предназначение. Шаблонные `typedef`’ы, использование слова `using`.

Проблема с обращением к `typedef`’ам внутри шаблонных классов. Применение ключевого слова `typename` для решения этой проблемы.

Примеры реализации простейших `type_traits` с помощью шаблонных структур и `typedef`’ов внутри них: `remove_const`, `remove_reference`.

Правила вывода типов для шаблонов. Отбрасывание ссылок при выводе типа. Разбор случаев со ссылками и константами.

Параметры шаблонов, не являющиеся типами (пример: массив константной длины). Параметры шаблонов, являющиеся шаблонами (“`template template parameters`”).

Шаблоны с переменным количеством аргументов (`variadic templates`). Синтаксис использования. “Откусывание” шаблонных аргументов по одному. Оператор “`sizeof...`”.

Функциональные классы и функциональные объекты (функторы), схема использования. Компараторы. Пример: компаратор в `std::sort`. Стандартные компараторы (`std::less`, `std::greater`, `std::equal` и т. п.), их реализация.

Curiously Recurring Template Pattern (CRTP).

7. Исключения (exceptions)

Общая идея, мотивировка использования исключений, оператор `throw` и конструкция `try...catch`. Примеры стандартных операторов, генерирующих исключения.

Разница между исключениями и ошибками времени выполнения. Ошибки, не являющиеся исключениями, и исключения, не являющиеся ошибками.

Правила ловли и повторного бросания исключений, приведения типов при ловле исключений. Ловля всех исключений. Правила выбора блока `catch` компилятором в случае, когда подходят разные блоки.

Копирование при бросании и ловле исключений, исключения и наследование. Особенности перехвата исключений по значению и по ссылке, по ссылке на базовый класс.

Спецификации исключений в старом стиле и их проблемы, `unexpected exceptions` (неожиданные исключения). спецификации исключений в стиле C++11, оператор и спецификатор `noexcept`. Условный `noexcept`.

Исключения в конструкторах и проблема утечки памяти при исключениях.

Исключения в деструкторах, функция `uncaught_exception`, функции `terminate` и `set_terminate`.

Гарантии безопасности при исключениях: базовая и строгая.

Function-try блоки, их особенности.

8. Аллокаторы (allocators)

`Placement new`, его синтаксис, действие и отличие от обычного `new`.

Разница между оператором `new` и функцией `operator new`. Более подробный разбор действия оператора `new`. Перегрузка `new` для отдельных классов. Перегрузка глобального `new`. Определение `new` с произвольными параметрами. То же самое для операторов `delete` и `delete[]`. Пример, когда компилятор неявно вызывает `delete` с нестандартными параметрами. Поведение `delete` для полиморфных объектов.

`nothrow` оператор `new`, его синтаксис и особенности.

Разбор поведения `new` в случае нехватки памяти. Функция `new_handler`, функции `set_new_handler` и `get_new_handler`.

Понятие аллокатора. Класс `std::allocator`, его основные методы (`allocate`, `deallocate`, `construct`, `destroy`) и их примерная реализация. Особенности реализации конструкторов и оператора присваивания у стандартного аллокатора.

Класс `std::allocator_traits`, его предназначение и основные методы.

Пример нестандартного аллокатора (`PoolAllocator`), идея реализации его методов. Проблемы с конструктором копирования и оператором присваивания.

9. Контейнеры (containers)

Общие слова о контейнерах. Класс `std::vector`, его предназначение, идея реализации, основные методы и их алгоритмическая сложность.

Поля класса `std::vector`. Реализация конструкторов, деструкторов, оператора присваивания с правильным обращением к аллокатору.

Реализация метода `push_back` с правильным обращением к аллокатору.

Реализация оператора `[]` для константных и неконстантных `vector`. Разница между `[]` и методом `at()`.

Метод `emplace_back`, его реализация и отличие от `push_back`.

Методы `size()`, `resize()`, `capacity()`, `reserve()` и `shrink_to_fit()`.

Особенности работы с аллокатором при копировании вектора. Метод `select_on_container_copy_construction`.

Вопросы на понимание: чему равно `sizeof(v)`, где `v` - вектор, и что произойдет при вызове `delete[] &(v[0])`?

Класс `vector<bool>` и его отличие от обычного `vector`, преимущества и недостатки. Внутренний класс `BoolProxy`. Особенности реализации оператора `[]` и оператора присваивания для `vector<bool>` по сравнению с обычным `vector`.

Класс `std::deque`, основные методы и их алгоритмическая сложность. Разница между `deque` и `vector`: методы `deque`, отсутствующие у `vector`; методы `vector`, отсутствующие у `deque`. Адаптеры над контейнерами: `std::stack`, `std::queue` и `std::priority_queue`, их реализации. Компараторы в `priority_queue` и ее специфичные методы.

Класс `std::list`, основные методы и их алгоритмическая сложность. Идея реализации `list`'а. Вставка и удаление из произвольного места. Специфичные для `list`'а методы: `splice`, `sort`, `merge`, `reverse`. Особенности работы `list`'а с аллокатором, метод `rebind` у аллокаторов. Класс `std::forward_list`, его отличия от обычного `list`.

Ассоциативные контейнеры. Класс `std::map`, его предназначение, идея реализации. Описание шаблонных параметров класса `map`. Класс `std::pair` и функция `std::make_pair`. Основные методы `map`'а и их алгоритмическая сложность. Способы поиска в `map`'е. Способы вставки в `map`, особенности работы оператора `[]`. Способы удаления из `map`'а. Классы `std::set`, `std::multimap` и `std::multiset`, их предназначение, отличия от `std::map`.

Класс `std::unordered_map`, сходства и различия с обычным `std::map`. Основные методы и их алгоритмическая сложность. Особые для `unordered_map` шаблонные параметры: `Hasher`, `Equal`. Класс `std::hash` и его специализации. Особые для `unordered_map` методы: `bucket_count`, `load_factor`, `rehash`. Классы `std::unordered_set`, `std::unordered_multimap`, их идея, отличие от `unordered_map`.

10. Итераторы

Общая идея итераторов. Использование итераторов у стандартных контейнеров.

Виды итераторов: `input`, `output`, `forward`, `bidirectional`, `random access`. Операции, поддерживаемые каждым видом итераторов. Виды итераторов у стандартных контейнеров.

Константные и `reverse`-итераторы. Методы `cbegin`, `cend`, `rbegin`, `rend`, `crbegin`, `crend` у контейнеров. Реализация класса `std::reverse_iterator`, метод `base`.

Класс `std::iterator`, его предназначение. Класс `std::iterator_traits`, его предназначение. Пример ситуации, когда он необходим (обращение к `value_type`).

Функции `std::distance` и `std::advance`. Различие в поведении этих функций для разных видов итераторов, реализация этого различия.

Стандартная библиотека алгоритмов, использование стандартных алгоритмов над контейнерами с итераторами. Итераторы для вставок: классы `std::insert_iterator`, `std::back_insert_iterator`, их предназначение, реализация. Функции `std::inserter`, `std::back_inserter`, их реализация.

Правила инвалидации итераторов в стандартных контейнерах. Безопасные и небезопасные операции в контейнерах с точки зрения инвалидации итераторов.

11. Move-семантика и `rvalue`-ссылки

Проблемы, приводящие к идее `move`-семантики: неэффективный `swap`, неэффективный `push_back`, `emplace_back`, `construct`.

Применение магической функции `std::move`. Решение проблемы со `swap`.

Понятие `move`-конструктора и `move-assignment` оператора, их реализация, генерация компилятором, “правило пяти”.

Реализация функции `std::move`. Дилемма: что принять в качестве параметра?

Понятие `rvalue`-ссылок. Особенности инициализации `rvalue`-ссылок, разрешенные и запрещенные присваивания между ссылками (включая проблемы с константностью). Решение проблемы с `push_back`.

Понятия `glvalue`, `lvalue`, `rvalue`, `rvalue` и `xvalue`. Связи между ними. Примеры выражений, являющихся тем или иным видом `value`.

Понятие универсальных ссылок, отличие их от `rvalue`-ссылок. Правила вывода типа шаблонов в случае универсальных ссылок, решение проблемы с типом параметра функции `move`. Правила сворачивания ссылок (`reference collapsing`).

Проблема прямой передачи (`perfect forwarding`). Функция `std::forward` и ее применение. Решение проблем с `emplace_back` и `construct`.

Реализация `std::forward`, ее обсуждение. Почему типы у принимаемого параметра и возвращаемого значения именно такие?

Новая проблема с `push_back`: безопасность относительно исключений. Функция `std::move_if_noexcept`, решение проблемы с ее помощью.

Return Value Optimization, условия ее возникновения. Примеры, когда RVO точно произойдет и когда может не произойти. Примеры, когда имеет и когда не имеет смысл писать `return std::move(x)` вместо `return x`. Copy Elision, примеры.

Ссылочные квалификаторы. Решение проблемы с запретом оператора присваивания для `rvalue` у кастомных типов.

Примеры типов, для которых прямая передача работает некорректно.

Особенности поведения универсальных ссылок при разрешении перегрузки. Феномен “поглощения” универсальными ссылками обычных ссылок.

12. Умные указатели

Идея и мотивировка умных указателей.

Класс `std::auto_ptr` как первая неудачная попытка реализовать идею.

Класс `std::unique_ptr`, его концепция. Особенности его конструкторов, деструктора и операторов присваивания. Методы `*` и `->`. Специализация `unique_ptr` для массивов.

Класс `std::shared_ptr`, его концепция. Идея реализации счетчика ссылок. Реализация методов.

Потенциальная проблема, связанная с прямым вызовом `new`. Функции `std::make_unique` и `std::make_shared` как способ избежать прямого вызова `new`. Реализация этих функций. Функция `std::allocate_shared`, ее предназначение и реализация. Исправление реализации конструктора `shared_ptr` для этого.

Проблема закольцованности указателей. Класс `std::weak_ptr` как решение этой проблемы. Реализация методов этого класса. Проблема с реализацией метода `expired()`, модификация класса `shared_ptr` для правильной работы с этим.

Кастомные `deleter`'ы для умных указателей, схема использования. Более правильная реализация деструкторов `unique_ptr` и `shared_ptr`.

Класс `std::enable_shared_from_this`, его предназначение и реализация. Еще одна модификация конструктора `shared_ptr` (проверка на наследника `enable_shared_from_this`).

13. Вывод типов

Проблема с длинными названиями типов. Проблема с возможными ошибками в написании точных названий типов. Ключевое слово `auto` как решение этих проблем.

Правила вывода типов для `auto`. Особый случай с типом `initializer_list`. Особенности при `auto&&`. `auto` в качестве возвращаемого типа функции.

Ключевое слово `decltype`, правила вывода типов для него. Особенности поведения `decltype` от выражений (случаи `lvalue`, `xvalue`, `rvalue`). Пример с `decltype(x)`. Особенности взятия `decltype` от тернарного оператора.

Конструкция `decltype(auto)`. Пример: обертка над обращением к контейнеру по индексу.

Трюк для вывода названий выведенных типов на экран (намеренное провоцирование ошибок компиляции).

14. Шаблонное метапрограммирование и SFINAE

Имитация if через шаблоны. Имитация for через шаблоны. Примеры: вычисление чисел Фибоначчи, проверка простоты числа, вывод чисел от 1 до 1000 с помощью шаблонов.

Ключевое слово constexpr для функций и для переменных. Отличие constexpr от const. Требования к constexpr-функциям.

type_traits. Структуры std::is_const (pointer, reference etc.), std::add_const (pointer, reference etc.), std::remove_const (pointer, reference, extent etc.), их реализации. Структуры std::is_same, std::true_type, std::false_type, std::conjunction, std::disjunction, std::conditional, std::rank, их реализации.

Идиома SFINAE. Общая идея. Простейший пример: структура std::enable_if, ее реализация и применение.

Структура std::is_class, ее реализация (без реализации std::is_union).

Реализация метода std::allocator_traits::construct (проверка, определен ли у аллокатора метод construct). Проблема: невозможность написать T() для произвольного типа T.

Функция std::declval, ее особенности. Решение предыдущей проблемы с ее помощью.

Структуры std::is_constructible, std::is_convertible, std::is_copy_constructible, std::is_move_constructible etc. Их реализации.

Реализация std::is_nothrow_move_constructible.

Реализация std::move_if_noexcept через std::is_nothrow_move_constructible. Почему принимаемый и возвращаемый типы именно такие?

Понятие неполных типов (incomplete types). Новая проблема с declval (что возвращать), решение проблемы с помощью gvalue-ссылки.

Реализация std::is_base_of. Пример применения: проверка is_base_of<enable_shared_from_this<T>> в конструкторе shared_ptr<T>.

Реализация std::common_type.

15. Функциональные объекты и лямбда-функции

Лямбда-функции: мотивировка, простой пример (нестандартный компаратор в std::sort).

Списки захвата в лямбда-функциях. Захват по ссылке и по значению. Особенности захвата this. Захват с присваиванием и перемещающий захват в C++14. Слово mutable применительно к лямбда-функциям. Явное указание возвращаемого значения.

Захват по умолчанию и проблемы, которые он потенциально порождает. Пример с классом и методом getFunction() в нем.

Обобщенные лямбда-функции в C++14. Применение auto и decltype в лямбда-функциях.

Класс `std::function`, его предназначение и схема использования. Реализация `std::function`.

Функция `std::bind`, ее предназначение и схема использования (без реализации). Placeholder'ы.

Класс `std::is_invocable`. Класс `std::invoke_result` и функция `std::invoke`. (Все без реализации.)

16. Некоторые особые полезные типы

Юнионы (`union`), их основная идея. Отличия от классов и структур. Инициализация полей юниона, активный член юниона и его изменение на другой.

Класс `std::variant`, его предназначение и основные методы. Примерное описание реализации этого класса.

Класс `std::any`, его предназначение и основные методы. Примерная реализация этого класса.

Класс `std::optional`, его предназначение и основные методы.

Неудачная попытка создать `vector<int&>`. Класс `std::reference_wrapper` для решения этой и других проблем. Примерная реализация этого класса.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Программирование основных алгоритмов

Цель дисциплины:

Целями дисциплины являются первичное ознакомление студентов с основными принципами проектирования и анализа алгоритмов и структур данных, обучение навыкам обоснования корректности алгоритмов, их практической реализации, теоретической и экспериментальной оценки их временной сложности.

Задачи дисциплины:

- научить формулировать задачи в терминах изученных теорий, выбирать подходящий алгоритм для поставленной задачи;
- научить разрабатывать комбинации алгоритмов для решения поставленных задач, оценивать сложности алгоритмов, выбирать подходящие структуры данных для поставленных задач, реализовывать алгоритмы на языке программирования C++.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- алгоритмы для нахождения максимального потока в сети (в т.ч. минимальной стоимости);
- алгоритмы поиска шаблона в тексте;
- способы представления геометрических объектов в памяти компьютера;
- определения асимптотик в O-нотации;
- определения простейших линейных структур данных (стек, очередь, вектор) и времена обработки запросов в них;
- алгоритм быстрой сортировки;
- определение и практическую необходимость деревьев поиска.

уметь:

- оценивать сложность алгоритмов;

- строго доказывать утверждения о корректности алгоритмов;
- применять необходимую технику для решения алгоритмических задач.

владеть:

- разнообразными деревьями поиска и методикой выбора наиболее предпочтительного в каждой конкретной ситуации;
- разнообразными методами пересечения базовых геометрических примитивов;
- методами доказательства корректности утверждений об алгоритмах;
- приёмами сведения общих задач к более конкретным и простым.

Темы и разделы курса:

1. Асимптотики, мастер-теорема

Обозначения в O-нотации: o-малое и O-большое, омега-малое и Омега-большое, Тета-большое. Независимость определения O-большого и Омега-большого от начального сдвига. Мастер-теорема, пример применения для рекурренты $T(n) = 2T(n/2) + O(n)$.

2. Линейные структуры данных

Структуры данных стек, очередь, вектор, дек. Поиск ближайшего большего справа за $O(n)$ в массиве. Поиск минимума в стеке и очереди. Метод бухгалтерского учёта для доказательства асимптотики времени обработки запросов в векторе.

3. Сортировки и порядковые статистики

Задача сортировки. Определение стабильной сортировки. Сортировка слиянием, подсчёт числа инверсий в перестановке. Стабильная сортировка подсчётом, цифровая сортировка LSD. Быстрая сортировка со случайным выбором пивота, поиска k-й порядковой статистики. Дерандомизация: детерминированный алгоритм быстрой сортировки с выбором в качестве пивота медианы массива медиан пятёрок.

4. Кучи

Определение кучи и запросы, необходимые для обработки. Двоичная куча: операции siftUp и siftDown. Выражение остальных операций через данные. Асимптотика времени работы. Биномиальные деревья и биномиальная куча: скорость работы и преимущества по сравнению с двоичной кучей. Фибоначчиева куча: асимптотика с помощью метода бухгалтерского учёта.

5. Деревья поиска

Определение дерева поиска, обрабатываемые запросы. Теоретическая реализация и анализ времени работы деревьев: splay-дерева, AVL-дерева, декартового дерева, B-дерева как частного случая (a, b)-дерева. Практические применения и преимущества каждого типа деревьев.

6. Дерево отрезков, дерево Фенвика

Обрабатываемые запросы в дереве отрезков. Отложенные операции. Дерево отрезков снизу. Двумерное дерево отрезков. Динамическое и персистентное дерево отрезков. Дерево Фенвика: булевы операции над битами. Многомерное дерево отрезков, запросы к подотрезкам и подпрямоугольникам.

7. Хэш-таблицы, фильтры Блума

Задача хэширования. Определения совершенного и универсального семейства хэш-функций. Вероятность коллизии. Хэш-таблицы с открытой адресацией, хэш-таблицы методом цепочек. Двойное хэширование. Фильтры Блума: применения и реализация.

8. Асимптотики, мастер-теорема

Обозначения в O-нотации: o-малое и O-большое, омега-малое и Омега-большое, Тета-большое. Независимость определения O-большого и Омега-большого от начального сдвига. Мастер-теорема, пример применения для рекурренты $T(n) = 2T(n/2) + O(n)$.

9. Линейные структуры данных

Структуры данных стек, очередь, вектор, дек. Поиск ближайшего большего справа за $O(n)$ в массиве. Поиск минимума в стеке и очереди. Метод бухгалтерского учёта для доказательства асимптотики времени обработки запросов в векторе.

10. Сортировки и порядковые статистики

Задача сортировки. Определение стабильной сортировки. Сортировка слиянием, подсчёт числа инверсий в перестановке. Стабильная сортировка подсчётом, цифровая сортировка LSD. Быстрая сортировка со случайным выбором пивота, поиска k-й порядковой статистики. Дерандомизация: детерминированный алгоритм быстрой сортировки с выбором в качестве пивота медианы массива медиан пятёрок.

11. Кучи

Определение кучи и запросы, необходимые для обработки. Двоичная куча: операции siftUp и siftDown. Выражение остальных операций через данные. Асимптотика времени работы. Биномиальные деревья и биномиальная куча: скорость работы и преимущества по сравнению с двоичной кучей. Фибоначчиева куча: асимптотика с помощью метода бухгалтерского учёта.

12. Деревья поиска

Определение дерева поиска, обрабатываемые запросы. Теоретическая реализация и анализ времени работы деревьев: splay-деревья, AVL-деревья, декартового дерева, B-деревья как частного случая (a, b)-деревья. Практические применения и преимущества каждого типа деревьев.

13. Дерево отрезков, дерево Фенвика

Обрабатываемые запросы в дереве отрезков. Отложенные операции. Дерево отрезков снизу. Двумерное дерево отрезков. Динамическое и персистентное дерево отрезков. Дерево Фенвика: булевы операции над битами. Многомерное дерево отрезков, запросы к подотрезкам и подпрямоугольникам.

14. Хэш-таблицы, фильтры Блума

Задача хэширования. Определения совершенного и универсального семейства хэш-функций. Вероятность коллизии. Хэш-таблицы с открытой адресацией, хэш-таблицы методом цепочек. Двойное хэширование. Фильтры Блума: применения и реализация.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Программные средства вычислительных систем авиационных комплексов

Цель дисциплины:

Ознакомление студентов с основными принципами проектирования больших программных комплексов встроенных БЦВМ летательных аппаратов и развитие у них навыков комплексного подхода к обоснованному выбору средств вычислительной техники различного назначения для комплексирования бортового оборудования.

Особое внимание уделяется наиболее сложной области разработки - проектированию программных средств, предназначенных для работы в составе систем управления летательных аппаратов в реальном масштабе времени.

Рассматриваются и подробно анализируются этапы разработки программных средств, начиная от этапа предварительного проектирования алгоритмов и заканчивая сдачей готового испытанного программного средства заказчику и последующего его сопровождения. Значительное внимание уделяется структурному проектированию, распределению ресурсов, основам построения программных комплексов и их компонент, их тестированию, отладке и испытаниям. Кроме того, рассмотрены требования и тенденции развития языков программирования систем реального времени, вопросы унификации, стандартизации и сертификации ПО. Лекционный материал сопровождается примерами конкретных разработок и числовыми расчетами.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области программного обеспечения авионики как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам и практическим навыкам тестирования модулей бортового ПО;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области программного обеспечения авионики в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы вычислительной техники и программирования;
- постановку проблем математического моделирования при отработке бортового ПО.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов математического моделирования;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной бортовой вычислительной технике.

Темы и разделы курса:

1. Автоматизация разработки, тестирования, отладки и сопровождения комплексов программ.

Основные требования и принципы построения систем автоматизации проектирования программ. Структурная схема комплексной системы автоматизации проектирования сложных комплексов программ. Схема автоматизированной системы тестирования и отладки программных модулей. Планирование и организация проектирования комплексов программ. Организация коллективов для создания комплексов программ. Документирование программ. Оценка затрат в жизненном цикле программных средств.

2. Разработка программных компонент, программные ошибки и надежность комплексов программ.

Разработка и комплексирование программных компонент. Средства автоматизации разработки программ. Сложность и корректность программ. Программные ошибки. Надежность функционирования комплексов программ. Основные понятия надежности ПО. Схема средств обеспечения надежности функционирования КП.

3. Структура программного обеспечения БЦВМ.

Общее и специальное ПО. Структура общего алгоритма. Типовая структура и режимы функционирования комплекса программ. Функциональные алгоритмы и особенности их реализации.

4. Тенденции развития технологии программирования БЦВС.

Унификация, стандартизация и сертификация ПО. Методы обеспечения качества ПО.

Использование сборочного программирования при создании сложных ПС. Формальные методы проектирования программ.

5. Тестирование, отладка и сопровождение комплексов программ.

Методы тестирования программ. Этапы тестирования и отладки программ. Функциональное и структурное тестирование. Критерии полноты тестирования. Комплексная отладка программ. Принципы имитации внешней среды для систем реального времени. Моделирование БЦВМ на уровне архитектуры.

Динамическая отладка с использованием имитационно-моделирующих стендов.

Организация испытаний комплексов программ.

6. Технологические этапы разработки программ и аппаратно-программные средства их обеспечения.

Жизненный цикл программных средств. Комплексы программ управления ЛА как сложные системы. Проблемы проектирования сложных программных средств. Этапы проектирования сложных ПС. Инструментальные системы поддержки разработки. Требования к технологической ЭВМ и системному ПО. Стандартизация, как средство повышения качества ПО.

7. Языки программирования реального времени. Структурное проектирование комплексов программ.

Требования к языкам реального времени, классификация языков программирования. Ассемблеры и макроассемблеры для БЦВМ. Языки программирования высокого уровня: С, С++, Паскаль, Мо-дула-2, Ада. Языки спецификаций и проектирования. Тенденции развития языков программирования.

Принципы структурирования программ и данных. Теорема о структурировании. Восходящее и нисходящее проектирование ПС. Общие правила структурного построения ПС. Типовая схема распределения ОЗУ.

Примеры программ диспетчеризации. Организация вычислительного процесса в многомашинных вычислительных системах. Режимы организации параллельных вычислений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Проекционно-сеточные методы

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области приближенного решения краевых задач и математического моделирования, изучение современных методов дискретизации дифференциальных уравнений и областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области дискретизации дифференциальных уравнений и математического моделирования как дисциплин, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов двум классам современных методов дискретизации и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теории аппроксимации и вычислительной математики;
- методы приближенного решения задач математической физики;
- постановку проблем моделирования физических процессов;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

- работать на современных компьютерах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в предмет. Метод Рунта в проекционной форме. Метод Рунта в вариационной форме. Метод Бубнова-Галеркина. Метод наименьших квадратов. Метод Галеркина-Петрова. Общая форма проекционного метода. Краевые условия.

Введение. Общая схема алгоритмов.

Метод Рунта. Классический метод Рунта. Метод Рунта в энергетических пространствах. Проблемы выбора базисных функций. Плотность.

Метод Рунта в вариационной формулировке. Естественные и главные краевые условия. Примеры.

Метод Бубнова-Галеркина. Случай оператора с самосопряженной главной частью. Общий случай алгоритма.

Метод наименьших квадратов. Теорема сходимости. Связь с методом Рунта.

Метод Галеркина-Петрова. SUPG метод.

Общая форма проекционного метода.

Удовлетворение крайвым условиям. Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость.

2. Главные краевые условия и криволинейная граница. Естественные краевые условия и криволинейная граница.

Кусочно-линейная аппроксимация в области с криволинейной границей (главные краевые условия).

Кусочно-линейная аппроксимация в области с криволинейной границей (естественные краевые условия).

3. Кусочно-постоянные функции. Кусочно-линейные функции. Канонический треугольник. Аппроксимация на триангуляции. Билинейные функции.

Аппроксимация простейшими кусочно-постоянными функциями.

Кусочно-линейные базисные функции в одномерном случае. Построение "функций-домиков". Аппроксимация.

Кусочно-линейная аппроксимация на каноническом треугольнике. Функция Куранта.

Кусочно-линейная аппроксимация на триангуляции многоугольной области.

Аппроксимация билинейными базисными функциями.

4. ПСС для одномерного уравнения диффузии. Оценка сходимости. Обобщения. ПСМ для двумерного эллиптического уравнения. Технология метода конечных элементов. Третья краевая задача. Решение параболического уравнения. Оценка сходимости. ПСМ для интегральных уравнений. Смешанный метод конечных элементов. Метод конечных объемов.

Построение проекционно-сеточных схем для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Постановка задачи. Построение схемы.

Сходимость. Метод оценки скорости сходимости. Прием Нитше. Примеры.

Обобщения на разрывные коэффициенты, неоднородные краевые условия.

Решение задачи Дирихле для эллиптического уравнения второго порядка.

Технология метода конечных элементов.

Решение третьей краевой задачи для эллиптического уравнения второго порядка

Решение параболического уравнения. Постановка задачи. Построение схем. Численное решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Сходимость для параболического уравнения. Оценки скорости сходимости.

Проекционно-сеточный метод для интегральных уравнений.

Локально консервативные дискретизации: смешанный метод конечных элементов.

Локально консервативные дискретизации: метод конечных объемов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Производительность современных файловых систем

Цель дисциплины:

Изучение современных файловых систем и их производительности.

Задачи дисциплины:

- получение студентами базовых знаний в области современных файловых систем;
- приобретение практических навыков в создании приложений;
- освоение студентами средств для совместной проектной работы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия курса "Производительность современных файловых систем";
- современные проблемы информатики в области файловых систем.

уметь:

- работать в команде;
- работать с современными файловыми системами и выбирать соответствующие;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных технологических задач;
- самостоятельно разбираться в работе закрытых частей на основании документации;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и сети Интернет;
- культурой постановки и моделирования задач информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Цели и задачи файловой системы

1. Цели и задачи файловой системы. Иерархическая структура файловой системы.

2. Файлы.

2.1 Именованье, структура, типы файлов.

2.2 Доступ к файлам, атрибуты файла.

2.3 Операции с файлами.

2.4 Файлы, отображаемые на адресное пространство памяти.

3. Каталоги

3.1 Одноуровневые каталоговые системы.

3.2 Двухуровневая система каталогов

3.3. Иерархические каталоговые системы

3.4 Имя пути

3.5 Операции с каталогами

4. Реализация файловой системы

4.1 структура файловой системы

4.2 реализация файлов

4.3 реализация каталогов

4.4 совместно используемые файлы

4.5 организация дискового пространства.

4.6. Надежность файловой системы

4.7 Производительность файловой системы

4.8 Файловые системы с журнальной структурой LFS.

4.9 Дефрагментация файловых систем

4.10 Кэширование файлов

2. Примеры файловых систем

5. Примеры файловых систем.

5.1. NTFS и способ организации универсальной фс (под все нагрузки), ее модель непротиворечивости

5.2. эволюция линукс фс серии ext2-ext3-ext4, их модели непротиворечивости

5.3. "сильно" журналируемые фс (по данным).

5.4. ZFS - CoW FS с контролем консистентности данных

5.5 ReiserFS - пример фс без inode на b+tree/dancing tree и почему она "не прижилась"

5.6. HFS+

6. Распределенные файловые системы.

6.1 Цели и задачи. Основные свойства

6.2 Централизованные и децентрализованные системы.

6.3 Реализация кэширования файлов

6.4 Реализация отказоустойчивости

6.5 Файловые транзакции

6.6 Алгоритмы топологии и быстрого поиска данных

6.7 Высоконагруженные сетевые алгоритмы

6.8 Алгоритмы защиты пользовательских данных

7. Примеры распределенных файловых систем.

7.1 Google FS

7.2 (n,k) схема (TorFS)

7.3 Gluster FS

7.4 Lustre FS

7.5 Ceph

7.6 VMFS vmware

7.7 GPFS

7.8 GFS

7.9 Amazon S3

8. Производительность файловых систем.

8.1 Почему файловые системы такие медленные?

8.2 Основные типы нагрузок на файловую систему.

8.3 Утилиты тестирования производительности файловых систем.

8.4 Что следует оптимизировать?

8.5 Выбор между оптимизацией по скорости и по занимаемой памяти.

8.5 Пережающие чтение

8.6 Кеширование

8.7 Работа с маленькими файлами

8.8 Фрагментация и дефрагментация

8.9 Архивация файловой системы и восстановление.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Распределенные операционные системы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с распределенными системами (РС).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области РС;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области РС;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области РС.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории операционных систем, дискретной математики, теории информации, теории построения алгоритмов, криптографии (РС);
- современные проблемы соответствующих разделов теории информации, дискретной математики, теории построения алгоритмов, криптографии (РС);
- основы проектирования, построения и функционирования распределённых систем(РС);
- основные свойства соответствующих объектов.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения задач проектирования, построения и использования РС;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, требующихся для проектирования, построения и использования РС, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области РС в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач РС (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения в том числе и использования математических подходов, лежащих в основе РС;
- предметным языком теории информации, дискретной математики, криптографии, теории операционных систем и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Процессы и потоки в РС. Коммуникации в РС. Синхронизация в РС.

Концепции аппаратных решений, мультипроцессорные и мультикомпьютерные системы. Централизованные, мультипроцессорные, сетевые и распределенные операционные системы (ОС). Принципы построения ОС (прозрачность, гибкость, надежность, эффективность, масштабируемость).

Процессоры, процессы и потоки в распределенных ОС. Клиенты, серверы и их реализация. Миграция программного кода.

Аппаратные средства коммуникаций. Модель передачи сообщений. Модель клиент-сервер. Удаленный вызов процедуры (RPC). Динамическое связывание. Групповые коммуникации.

Синхронизация времени. Взаимное исключение, централизованные и распределенные алгоритмы. Распределенные транзакции. Тупики в распределенных ОС.

2. Организация распределенной памяти.

Организация распределенной памяти. Репликация в РС. Распределенные файловые системы. Надежность и отказоустойчивость РС.

3. Безопасность РС.

Организация защищенных каналов. Системы контроля доступа. Управление ключами.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Решетки, алгоритмы и современные проблемы криптографии

Цель дисциплины:

Ознакомление студентов с важнейшими современными инструментами построения криптосистем, использующими методы теории чисел и алгебраической геометрии. Важным обстоятельством здесь является важный для криптографии результат Айтаи о том, что из сложности некоторых задач на решетках следует сложность в среднем такой задачи.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с методами, использующими решетки в евклидовом пространстве. Основой для использования такого подхода являются предположения о сложности некоторых задач на решетках;
- ознакомить студентов с методами криптографии и элементами теории сложности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- связь общих вопросов теории чисел и алгебраической геометрии и криптографии;
- проблемы построения алгоритмов для решения задач теории чисел и алгебраической геометрии;
- основные методы анализа алгоритмической сложности задач из теории чисел и алгебраической геометрии.

уметь:

- разрабатывать, обосновывать и реализовывать новые методы и алгоритмы машинно-независимой оптимизации программ;
- разрабатывать и реализовывать новые языки и их оптимизирующие компиляторы для новых архитектур процессоров, в том числе специализированных;
- применять компиляторные методы и компиляторные среды для решения задач обратной инженерии, защиты программного кода, обнаружения дефектов в программах и др.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- культурой разработки и реализации системного программного обеспечения современных компьютеров;
- навыками грамотной разработки новых языков программирования и их программного обеспечения.

Темы и разделы курса:**1. Базовые понятия криптографии. Связь с теорией чисел**

Криптография с открытым ключом. Криптосистема RSA и проблема факторизации натуральных чисел.

Дискретный логарифм. Сложность в худшем случае. Сложность в среднем. Сложность в среднем дискретного логарифма. Понятие односторонней функции.

Задача о рюкзаке. Предварительные сведения из теории решеток.

2. Элементы теории сложности

Понятие кольца. Кольца с однозначным разложением на множители. Поле. Примеры полей.

Конечные поля. Расширения полей: алгебраические и трансцендентные. Нормальные и сепарабельные расширения.

Основные понятия теории решеток. Критерий полноты решетки. Лемма Минковского.

Примеры некоторых решеток. Структура группы единиц порядков поля алгебраических чисел.

3. Анализ сложности в среднем для дискретных задач

Оценки сложности выполнения арифметических операций. Делимость и алгоритм Евклида.

Сложность решения систем линейных диофантовых уравнений.

Полиномиальный алгоритм проверки простоты чисел.

Кратчайший ненулевой вектор решетки. Ближайший вектор к заданному вектору решетки. Приближенные алгоритмы.

Приведенный базис в решетке. Алгоритм Ловаса.

Результаты Айтаи о сложности поиска короткого вектора в случайной решетке.

Некоторые криптосистемы на решетках.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Россия и мир. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Целью изучения данной дисциплины является развитие самостоятельного, критического мышления обучающихся и глубокой мировоззренческой культуры, опирающейся на выработанные европейской философской традицией рациональные принципы, а также формирование навыков поиска интерпретаций современных проблем и дискурсов: адекватно ставить и решать широкий спектр научно-технических, социально-экономических и нравственно-гуманистических проблем

Задачи дисциплины:

сформировать представление об общих методологических принципах современных естественных и социально-гуманитарных наук на основе описания динамики естественных наук и их особых типов рациональности;

познакомить с базовыми принципами современной научной парадигмы;

сформировать у обучающихся навыки оформления научных исследований в форме статей и докладов на основе указанных методологических принципов;

научить грамотной аргументации научной гипотезы с опорой на методологический аппарат философии и гуманитарных наук;

дать обучающимся основные сведения о специфике философского мировоззрения, показать особенности философского знания, его структуру, функции, основные проблемы;

рассмотреть основные этапы истории философии через призму базовых концептов современной науки, а также показать значение таких философских разделов, как онтология, гносеология, философия культуры, философская антропология, социальная философия для формирования научной методологии.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

исходные философские принципы, категории, термины и специфику подхода философии и гуманитарной науки к изучению общества и культуры;

философские концепции личности и фундаментальные программы реализации самоизменений в истории философии.

уметь:

применять техники постановки проблем (формирование навыков проблемного мышления);
использовать философское знание для понимания межкультурного взаимодействия.

владеть:

способностью применения философских идей для построения публичного выступления.
способностью конструировать собственное философское мировоззрение.

Темы и разделы курса:

1. Русский национальный характер как основание российской цивилизации

Определение нации и национального характера. Влияние природных условий на становление русского национального характера. Душевная стихия как основа русского характера. Влияние православия на русский характер. Терпение, душевность и максимализм как базовые черты русского характера.

2. Славянофилы А. С. Хомяков и Н. Я. Данилевский о предназначении России

Концепция культурно-исторических типов Н. Я. Данилевского и современная социально-политическая реальность. Учение о соборности А.С. Хомякова. Контурсы русской цивилизации.

3. Западники П.Я. Чаадаев и А. И. Герцен о пути России

П.Я. Чаадаев: отсутствие особого пути русской истории. А.И. Герцен: отсутствие свободы и ценности русской истории.

4. Два лика русской идеи: Ф. М. Достоевский и Л. Н. Толстой

Противоречивость и целостность русского национального характера и его влияние на русскую идею. Первый образ русской идеи. Ф.М. Достоевский: от почвенности к универсальности. Три модификации русской идеи. Второй образ русской идеи. Л.Н. Толстой: проблема национального самоотречения.

5. Глобализация и глобальный неоколониализм

Объективные и субъективные причины глобализации. От мировой колониальной системы до глобального неоколониализма. Глобальный неоколониализм как второй западный глобальный проект. Глобальный неоколониализм и Россия.

6. Главные черты русской цивилизации и ее место в глобальном мире

Западный вариант глобализации и русский ответ. Россия в эпоху глобализации: из второго мира в четвертый, «русский крест», сжимающееся кольцо. Принцип двойного соответствия.

7. Контуры Российского проекта цивилизационного развития

Многополярный мир. Социальная справедливость. Устойчивое развитие.

8. Перспективы урегулирования российско-украинских отношений

Предпосылки конфликта России и Украины: распад СССР, переворот на Украине в 2014 г., втягивание Украины в НАТО и ее милитаризация и нацификация. Демилитаризация и денацификация Украины как задача СВО российских войск. Разворачивание конфликта и попытки переговоров о его разрешении. Достижение устойчивого мира в отношениях России с Украиной как двух неотъемлемых частей единого русского мира.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Россия и мир

Цель дисциплины:

Целью изучения данной дисциплины является развитие самостоятельного, критического мышления обучающихся и глубокой мировоззренческой культуры, опирающейся на выработанные европейской философской традицией рациональные принципы, а также формирование навыков поиска интерпретаций современных проблем и дискурсов: адекватно ставить и решать широкий спектр научно-технических, социально-экономических и нравственно-гуманистических проблем

Задачи дисциплины:

сформировать представление об общих методологических принципах современных естественных и социально-гуманитарных наук на основе описания динамики естественных наук и их особых типов рациональности;

познакомить с базовыми принципами современной научной парадигмы;

сформировать у обучающихся навыки оформления научных исследований в форме статей и докладов на основе указанных методологических принципов;

научить грамотной аргументации научной гипотезы с опорой на методологический аппарат философии и гуманитарных наук;

дать обучающимся основные сведения о специфике философского мировоззрения, показать особенности философского знания, его структуру, функции, основные проблемы;

рассмотреть основные этапы истории философии через призму базовых концептов современной науки, а также показать значение таких философских разделов, как онтология, гносеология, философия культуры, философская антропология, социальная философия для формирования научной методологии.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

исходные философские принципы, категории, термины и специфику подхода философии и гуманитарной науки к изучению общества и культуры;

философские концепции личности и фундаментальные программы реализации самоизменений в истории философии.

уметь:

применять техники постановки проблем (формирование навыков проблемного мышления);
использовать философское знание для понимания межкультурного взаимодействия.

владеть:

способностью применения философских идей для построения публичного выступления.
способностью конструировать собственное философское мировоззрение.

Темы и разделы курса:

1. Динамика естественных наук и типы научной рациональности

Классическая наука и механистическая картина мира: редукционизм, детерминизм, разделение объекта и познающего субъекта. Неклассическая наука и квантово-релятивистская картина мира: природа как сложная динамическая система, индетерминизм, 3 уровня организации – микро, макро и мегамиры, наблюдатель внутри природы. Постнеклассическая наука и эволюционно-синергетическая картина мира: нелинейность, иерархия сложности, познание как «идеал исторической реконструкции» и как «человекообразный процесс», включение ценностных, этических и социальных факторов

2. Базовые принципы современного естествознания

Глобальный эволюционизм: утверждение всеобщности принципа эволюции по ступеням – космическая, химическая, биологическая, психосоциальная, культурная. Признаки: рост сложности, разнообразия, способности накапливать энергию. Системность связи неживой природы, живой природы и человека. Признаки: взаимодействие элементов, иерархичность, наличие эмерджентных свойств. Самоорганизация (от неживых систем до человеческой культуры). Признаки: чередование устойчивости и неравновесности, точки бифуркации, рождение систем более высокого уровня организации. Относительность разделения на субъект и объект. Признаки: «диалог с природой», включение в объект ценностных, этических и социальных факторов.

3. Два класса наук – «науки о природе» и «науки о культуре»: тенденция к их сближению

В. Дильтей о различиях методологии естественных и гуманитарных наук. Неокантианцы В. Виндельбанд и Г. Риккерт: науки о природе и науки о культуре. Ценности и оценки.

4. Философские аспекты глобального эволюционизма, системности и нелинейности (самоорганизации)

Этапы эволюции духовной культуры: мистика (200 тыс. лет назад), искусство (40 тыс. лет), мифология (10 тыс. лет), философия (2500 лет), мировые религии (2000-1300 лет), наука (400 лет), идеология (200 лет). Философские системы – субъективные рациональные системные картины мира. Стадии развития отраслей культуры: зарождение, становление, расцвет, инерционность, упадок. Новая точка бифуркации.

5. «Осевое время»: рождение рациональности и индивидуальности. Философия как горизонт постижения мира: Древняя Индия, Древний Китай и Древняя Греция

Цель философии – познание истины. Философы – авангард, прорывающийся к новизне. Особенности философских систем Древней Индии, Древнего Китая, Древней Греции. Философская формула рациональности

6. Первый круг развития философии: античная философия

Сократ – родоначальник философии: философская формула Сократа: Счастье = Мудрость = Добродетель = Удовольствие. Философия Платона: 2 мира – мир идей (сверхчувственный) и мир чувственный. Философия Аристотеля. Структура знания: физика, метафизика, логика, этика, риторика, политика.

7. Принципы самосозидания античного человека

Филогенетическое развитие человечества и эволюция культуры на определенном этапе приводят к осознанию существования триединства «Творчество ↔ Поиск истины ↔ Поиск смысла». Роль самотворчества в становлении индивидуальности в Античности. Система духовных упражнений: «научиться жить», «научиться общению с Другим», «научиться умирать».

8. Второй круг развития философии: средневековая философия. Реализм и номинализм

От «Исповеди» Бл. Августина к «Сумме теологии» Фомы Аквинского: философия – служанка богословия. Реализм и номинализм. «Бритва Оккама».

9. Третий круг развития философии: философия Нового времени. Теория познания как цель философии: английский эмпиризм и континентальный рационализм

Теория познания как цель философии. Английский эмпиризм: «идолы» Ф. Бэкона, первичные и вторичные качества Д. Локка, скептицизм Д. Юма; Континентальный рационализм: ясность и отчетливость идей Р. Декарта, монады Г. Лейбница.

10. Значение немецкой классической философии для создания научной картины мира

Агностицизм И. Канта: «рассудок предписывает законы природе». Объективный идеализм Г. Гегеля: «все действительное разумно, все разумное – действительно».

11. Иррационализм и позитивизм как два направления развития постклассической философии

Воля и бессознательное как движущие силы истории: философские системы А. Шопенгауэра, Ф. Ницше, А. Гартмана. Позитивизм как философия науки. Кризис европейской философии.

12. Этапы позитивизма как философии науки

Позитивизм О. Конта. Неопозитивизм XX в.: Б. Рассел и К. Поппер. Постпозитивизм: Т. Кун, И. Лакатос, М. Полани., П. Фейерабенд.

13. Философия культуры: предмет, функции и типы культур

Культура как предмет философского познания. Функции культуры. Исторические типы культур, понятие цивилизации как социокультурной системы: любой отдельный социокультурный мир (А. Тойнби), высший уровень культурной идентичности (Хантингтон) или эпоха заката (О. Шпенглер). Отличия культур Востока и Запада. Особенности российской цивилизации

14. Философия постмодернизма как отражение упадка европейской культуры

Отказ от линейности и детерминизма в трактовке социальных процессов (замена традиционного концепта «История» концептом «Постистория» - «эпоха комментариев» М. Фуко)). Отказ от универсальных законов развития и ориентация на плюрализм. Признание множественности реальностей — виртуальных реальностей, возможности создания гиперреальности, единицей которой выступает симулякр (Ж. Бодрийяр). Исчезновение субъекта, который отныне выступает не столько как творец, сколько как комбинатор отдельных элементов.

15. Перспективы современной науки

Наука как эволюционный процесс. Противоречия современной науки

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Русский язык как иностранный

Цель дисциплины:

Формирование и развитие социальных, деловых, межкультурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

Задачи дисциплины:

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения. Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- не менее 6000 лексических единиц, в том числе базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на русском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- особенности видов речевой деятельности на русском языке;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения россиян, русский речевой этикет при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности русскоязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни англоязычных стран;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения информации, основные правила определения релевантности и надежности русскоязычных источников, анализа и синтеза информации.

уметь:

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на русском языке;
- поддерживать разговор на русском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;

- профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- выполнять перевод профессиональных текстов с родного языка на русский язык с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

владеть:

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов; Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на русском языке.

Темы и разделы курса:

1. Тема 1. Наука и образование

Система образования в России и в родной стране. Мой университет. Система Физтеха. Наука и научные отрасли. Образ современного ученого. Новые направления в науке. Жизнь в поиске. Наука университета. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата.

Коммуникативные задачи: Знакомиться, инициировать беседу с незнакомым человеком; сообщать и запрашивать информацию о системе образования в России и в родной стране, о системе занятий в университете, о целях, причинах, возможностях деятельности, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать отчет по лабораторной работе.

Лексика: Лексико-семантические группы (ЛСГ) «Система образования», «Науки и научные отрасли», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; этикетные формулы приветствия и прощания, начала разговора (средний стилевой регистр); РС знакомства; термины механики.

Грамматика: Род существительных на -ь, несклоняемые существительные, существительные общего рода (он сирота, он умница), употребление существительных мужского рода со значением профессии, должности, звания (Профессор Иванова сделала доклад); число существительного (трудные случаи); падежная система (повторение); пассивные конструкции в научном тексте.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области ритмики и словесного ударения.

2. Тема 2. Выдающиеся личности науки и культуры

Великие имена, открытия и достижения (А.С. Пушкин, Н.И. Вавилов, В.И. Вернадский, Н.С. Гумилев и др.). Выдающиеся деятели науки и искусства в родной стране, лауреаты нобелевской премии и их открытия Секреты успеха. Выбор профессии.

Коммуникативные задачи: Инициировать, вступать и поддерживать беседу о человеке, характере, биографических и исторических событиях; высказывать мнение о причинах и возможностях общественного успеха; сообщать и запрашивать информацию о целях,

причинах, возможностях; рассказать и расспросить о жизни и творчестве человека (устная биография, интервью); написать автобиографию, характеристику.

Лексика: ЛСГ «Черты личности», «Сферы культуры», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)»; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительного в объектном значении (я жду помощи от вас, я не знал этого факта), в субъектном значении после отглагольных существительных (замечания коллег), назначение предмета (книга для чтения), причина действия (деформироваться от нагрева); конструкции научной речи с родительным падежом; выражение определительных отношений (пассивные причастия настоящего и прошедшего времени); выражение временных отношений; числительные порядковые и собирательные (правила склонения и употребления); полные и краткие прилагательные (трудные случаи употребления).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

3. Тема 3. Язык науки как средство познания и коммуникации

Язык науки как компонент естественнонаучного образования в технических вузах. Жанры научного стиля. Описание характера и свойств. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Миссия ученого в современном мире. Научные исследования как вклад в будущее цивилизации.

Коммуникативные задачи: сообщать о научных фактах и явлениях; выражать и выяснять интеллектуальную отношение к факту (намерение, предположение, осведомлённость); конспектировать звучащий аутентичный текст по специальности; изложение (описание).

Лексика: ЛСГ «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления; терминологический аппарат механики.

Грамматика: выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени); существительные с обобщённо-абстрактным значением. Отглагольные существительные.

4. Тема 4. Язык науки как симбиоз естественного и искусственного языков

Классификация и сравнение. Структурные особенности языка науки. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Ответственное использование науки на благо общества.

Коммуникативные задачи: Приводить и разъяснять классификацию научных явлений, взаимодействие и взаимовлияние элементов и явлений (устно и письменно); составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова со значением последовательности развития мысли; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что, что влияет/ воздействует на что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: Отработка фонетического чтения научного текста.

5. Тема 5. Студенческая жизнь

Организация учёбы и работы. Свободное время, увлечения. Профессии, карьера.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях, специфике и условиях работы; расспрашивать, уточнять, дополнять. Выражать согласие/несогласие; выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: ЛСГ «Профессии», «Карьера»; «Глаголы учебной деятельности с приставками», РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: Предложный падеж с объектным значением (заботиться о здоровье), времени действия (при подготовке к экзамену). Виды глагола: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении.

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного (поэтического) текста.

6. Тема 6. Язык моей специальности: основные термины

Язык специальности: основные термины. Логико-речевое доказательство.

Коммуникативные задачи: Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать аннотацию печатного текста по специальности.

Лексика: Многозначность слова (решить задачу – решить проблему; найти ответ – найти себя и т.п.); ЛСГ «Математические термины и символы», «Геометрические фигуры», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; вводные слова со значением последовательности сообщения.

Грамматика: Имя числительное; склонение числительных различных грамматических разрядов; употребление собирательных числительных с существительными; слова «один» и «тысяча» в разных контекстах; аббревиация.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения сложных и составных числительных.

7. Тема 7. Наука и производство

Вузовский и академический сектор науки. Новые технологии в разных областях жизни. Взаимосвязь науки и производства.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии: сообщать и запрашивать информацию о достижениях науки и техники; высказывать мнение; выразить согласие/несогласие; выразить и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать реферат, эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: ЛСГ «Техника и технологии», «Интеллектуальная сфера» «Нравственные ценности», РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: Склонение имён в единственном и множественном числе (обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Деепричастие.

Фонетика: Корректировка фонетического акцента.

8. Тема 8. Наука и искусство

Взаимосвязь науки и культуры. Наука и искусство как культурные действия. Искусство высоких технологий. М.В. Ломоносов – учёный, художник, поэт. Композитор и учёный М.И. Глинка. Математик и филолог А.Н. Колмагоров. Скрипка Эйнштейна. Художественная культура России.

Коммуникативные задачи: понимать аутентичный художественный текст (фактическую, концептуальную информацию и подтекст); принимать участие в обсуждении художественного произведения: формулировать тему, идею, аргументированно выразить собственное мнение, запрашивать мнение собеседника; корректно выразить согласие/несогласие; выразить и выяснять интеллектуальную и эмоциональную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание); написать эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: ЛСГ «Этические ценности», «Жанры искусства»; устаревшие слова и неологизмы.

Грамматика: Выражение целевых отношений в простом и сложном предложениях; виды глагола и способы выражение действия (обобщение и систематизация); употребление полных и кратких прилагательных; степени сравнения прилагательных и наречий.

Фонетика: Выразительные возможности русского ударения и интонации.

9. Тема 1. Путешествия

Великие путешественники. Посещение различных стран. Новые впечатления и открытия. География путешествий. Туризм и путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Гостиницы - бронирование, сервис. Опыт путешествий. Академическая мобильность.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, затруднения с ответом, равнодушия, сочувствия, поддержки, совета (синонимичными речевыми средствами, уместными в различных ситуациях); выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); сообщать и запрашивать информацию о социальных проблемах, принимать участие в обсуждении; подготовить устное выступление по проблеме; написать эссе (аргументированное рассуждение); составить претензию.

Лексика: ЛСГ «Страна», «Город», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; ФЕ со значением «Расстояние», «Время», «Качество», «Количество».

Грамматика: Глагольное управление; глаголы НСВ и СВ (обобщение); активное причастие.

Фонетика: тема-рематическое членение речи, отработка интонационного рисунка.

10. Тема 2. Социальная жизнь и социальные ценности

Быт, услуги, образование, здравоохранение, социальное обеспечение, досуг. Моральные принципы и нормы, духовные ценности, личный жизненный опыт, жизненные установки, интеллектуальные ценности.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях и увлечениях; расспрашивать, уточнять (интервью); принимать участие в дискуссии; написание отзыва-рекомендации и мини-статьи (научно-популярный стиль).

Лексика: ЛСГ «Социальная жизнь», «Досуг»; фразеология; стилевая дифференциация русской лексики.

Грамматика: Вид глагола (обобщение); употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

11. Тема 3. Семья, дом, отношения

Место проживания, быт, круг общения. Семья и семейные ценности. Семейные традиции.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; описывать архитектурные достопримечательности, здания; выражать и выяснять эмоциональную оценку

(удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.); выразить совет, рекомендации; писать неформальное письмо-рекомендации.

Лексика: ЛСГ «Семейные традиции», «Эмоциональное состояние», «Жилье»; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: Винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошел парк за час), направления движения (самолет на Москву); глаголы движения с приставками; полные и краткие прилагательные; выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

12. Тема 4. Здоровье

Здоровый образ жизни. Спорт. Строение тела человека. Болезни. Медикаменты.

Коммуникативные задачи: Инициировать и поддерживать разговор на тему здоровья (в поликлинике, вызов врача на дом, в аптеке, в кабинете врача); выразить интенции утешения, сочувствия, поддержки, удивления, совета; взять интервью; написать изложение со сменой лица повествования; написать объяснительную записку.

Лексика: ЛСГ «Спорт»; «Медицинские специальности»; «Медикаменты»; «Части тела» (повторение и расширение состава ЛСГ); глаголы движения с приставками.

Грамматика: Спряжение глаголов болеть¹ и болеть² (она болеет, голова болит); употребление глаголов СВ и НСВ в императиве.

Фонетика: особенности и функции русской интонации: выражение цели высказывания и эмоциональной окраски (совет, просьба, вопрос, удивление).

13. Тема 5. Человек и освоение космического пространства

Мечты личные и общечеловеческие. «Космический» человек: идеи, технологии, проекты, опыт, перспективы.

Коммуникативные задачи: инициировать и вести дискуссию; аргументировано выразить свою позицию; выступать публично, подготовить презентацию (слайды); написать проблемное эссе-рассуждение.

Лексика: ЛСГ «Космос: техника и технологии», «Космические тела и объекты»; РС для участия в дискуссии (повторение и расширение лексических единиц); стиливая дифференциации лексики: особенности нейтральной (межстилевой) лексики и фразеологии.

Грамматика: причастие: грамматические категории и образование (повторение на расширенном лексическом материале), употребление, стилистические особенности; обособление причастных оборотов.

14. Тема 6. Земля – наш общий дом

Культурное многообразие. Значение русского языка в диалоге культур. Русский язык в межкультурной коммуникации.

Коммуникативные задачи: приглашать, принимать/отклонять приглашение, поздравлять, отвечать на поздравление, запрашивать и сообщать информацию о национальных

праздниках, традициях и обычаях; написать поздравительную открытку; эссе (описание).

Лексика: ЛСГ «Свободное время, увлечения, интересы»; «Праздники, традиции»; «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления.

Грамматика: дательный падеж принадлежности субъекту (памятник Пушкину), регулярности действия (мы ходим в кино по воскресеньям), объекта действия (мы готовимся к Новому году); глаголы движения без приставок; виды глагола (повторение и обобщение основных значений); выражение субъектно-объектных отношений (глаголы с частицей -ся взаимно-возвратного значения).

15. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Современная наука и наука будущего. Глобальные проблемы и будущее человечества.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано выражать свою точку зрения, выяснять точку зрения других участников; разными способами выражать интенции согласия, несогласия, одобрения, возражения, эмоциональной оценки, рациональной оценки; написать научно-популярную статью; составить официальное письмо-запрос.

Лексика: вводные слова и конструкции, выражающие отношение к информации; РС (высокий стилевой регистр) для выражения собственного мнения, запроса мнения собеседника; глаголы тратить, глядеть, говорить с разными приставками.

Грамматика: глагол: грамматические категории, трудные случаи употребления (вид, время, спряжение, глагольное управление); стилистическое использование глагола; правописание суффиксов и окончаний глаголов; обособление вводных слов.

16. Тема 2. Наука и будущее человечества

Человек в эпоху высоких технологий. Влияние информационных, медицинских, биотехнологий на развитие личности.

Коммуникативные задачи: участвовать в обсуждении проблемы, выражать интенции согласия/ несогласия/возмущения/гнева/одобрения/затруднения с ответом средствами разных языковых регистров; написать эссе-рассуждение; письмо личного характера с заданной целью.

Лексика: ЛСГ «Гаджеты», «Изобретения», глагол тратить, выяснять, глядеть, платить, говорить с различными приставками, синонимический ряд «предел – рубеж – граница – окраина»; «эксперт – советник – консультант», «задача – проблема – трудность».

Грамматика: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении; выражение временных отношений в простом и сложном предложениях; употребление предлогов книжных стилей (в связи, согласно, в течение и т.п.).

17. Тема 3. Технологии в экономике, образовании и культуре

Современные образовательные технологии, бизнес-технологии, дополненная реальность.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, пожелания, благодарности, радости, сожаления; формулировать основную мысль, ключевой вопрос, проблему текста, сообщения; аргументировать и иллюстрировать примерами свою точку зрения; выяснять и уточнять позицию собеседника; делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план; написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: ЛСГ «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ»; глаголы «жить», «учить», «давать», «брать» с разными приставками; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения (активизация изученной ранее лексики и расширение состава ЛСГ).

Грамматика: Категория одушевлённости-неодушевлённости существительных; имена собственные и нарицательные; субстантивация; трудные случаи склонения существительных и местоимений; причастия (настоящего, прошедшего времени, пассивные, активные, полные, краткие).

18. Тема 4. Язык моей специальности

Терминологический глоссарий. Роль русского языка в моей будущей профессии.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом который, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

19. Тема 5. Наука и государство: взаимодействие, государственная поддержка исследований

Наука – важнейший институт современного государства. Государственная поддержка исследований, специалистов, работающих на предприятиях, которые реализуют инновационные, внедренческие проекты. Национальные приоритеты государства в сфере научно-технологического развития. Интеграции научно-образовательных организаций и технологических

компаний. Коммерциализация науки. Задачи государства как управляющего активами в науке. Новые формы организации науки.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, исторических событиях; выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); написать эссе (аргументированное рассуждение); подготовить устное выступление полемического характера.

Лексика: ЛСГ «Государственное устройство», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; название общенаучных методов (классификация, анализ, синтез, сопоставление и т.п.).

Грамматика: местоимение (разряды, грамматические категории, формоизменение); имя числительное (категории, склонение числительных разных классов – повторение, трудные случаи); стилистическое функционирование местоимений и числительных; правописание местоимений и числительных.

20. Тема 6. Теория и эксперимент

Теория и эксперимент в методологии научного исследования. Что такое научная теория? Уровни научного познания. Логические и методологические аспекты теоретического знания. Основные модели построения научной теории в классической науке. Основные функции научной теории: описание, объяснение и предсказание. Опытное исследование в классической и современной науке. Проблема интерпретации эксперимента.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом *который*, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

21. Тема 7. Методы, способы, верификация

Научные методы, способы сбора данных, верификация научных исследований.

Коммуникативные задачи: Описывать методы, приёмы, инструменты и ход эксперимента/анализа/разработки программы; делать выводы; написать заключение научной работы; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология для описания методов, инструмента и хода исследования; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Активные и пассивные конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (изучать явление – явление изучается, исследовать проблему – проблема исследуется, проводить эксперимент – эксперимент проводится и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

22. Тема 8. Мое научное исследование

Тема исследования, гипотеза, актуальность, новизна, практическая значимость.

Коммуникативные задачи: обосновывать актуальность, социальную значимость научной проблемы, новизну, историю изучения; написать введение к научной работе; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развернутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

23. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Экология. Глобализация. Цифровизация и искусственный интеллект. Генная инженерия. Здравоохранение. Пандемии. Духовная деградация.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные проблемы и угрозы современного мира, роль науки; делать проблемный полимический доклад, участвовать в обсуждении, задавать проблемные вопросы, аргументировать, приводить примеры, написать научно-популярную статью (публикацию в соцсети) об одной из проблем; комментировать устно и письменно, высказывая своё мнение в корректной и убедительной форме.

Лексика: ЛСГ «Природные объекты и явления», «Компьютерная лексика», «Здоровье, медицина» (расширение и активизация. РС выражения точки зрения.

Грамматика: синтаксические конструкции, используемые в конструкции аргументации; конструкции, выражающие причинно-следственные и уступительные отношения.

24. Тема 2. Работа в команде. Деловая коммуникация. Этикет

Принципы работы в команде, в том числе в многонациональной. Командная работа и эффективное сотрудничество, принципиальные отличия. Распределение ролей в команде, проекте. Преимущества и недостатки командной работы. Взаимоотношения в команде. Ответственность при работе в команде. Методы определения «командного духа».

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные принципы работы в команде; дискутировать об эффективном командном взаимодействии; приводить аргументы определения «командного духа»; выражать свою точку зрения, конструктивно преодолевать разногласия, использовать потенциал группы и достигать коллективных результатов работы; устанавливать наиболее эффективные правила коммуникации при взаимодействии с командой; задавать уточняющие вопросы, подводя собеседника к своему мнению; проводить интервью, выстраивая систему эффективного взаимодействия при обсуждении заданной темы; выступать посредником при возникновении разногласий и успешно их решать; убедительно излагать суждение и влиять на мнение собеседника; распознавать потребности и интересы собеседника и отталкиваться от них в процессе диалога.

Лексика: РС выражения точки зрения (активизация и повторение), этикетные формулы в различных ситуациях командного взаимодействия (поддержка, совет, утешение и проч. – расширение и активизация).

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

25. Тема 3. Планирование научной деятельности. Тайм-менеджмент

Основные составляющие бизнес плана, маркетинг, операционные расходы, затраты на запуск проекта, прогнозы продаж, продвижение продукта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать структуру и содержание бизнес плана, создать маркетинговый план и выполнить подсчеты стоимости проекта, принять участие в дебатах, посвященных эффективности различных методов продвижения продукта.

Лексика: ЛСГ «Время», «Планирование и организация»

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

26. Тема 4. Реферативный обзор и цитирование

Обзор научной литературы. Составление библиографии. Виды цитирований.

Коммуникативные задачи: писать реферативный обзор (реферат на основе нескольких источников); цитировать разными способами (парафраз, прямое цитирование, косвенное цитирование).

Лексика: научная лексика и фразеология для ввода цитат.

Грамматика: синтаксис и пунктуация простого предложения: обособления; знаки препинания при прямой речи.

27. Тема 5. Описание экспериментальной (практической) части работы

Описание объекта дипломного исследования. Обоснование выбранной методики работы с практическим материалом. Сбор и анализ данных. Предложения для внедрения на практике. Выводы.

Коммуникативные задачи: описывать методы исследования, инструментарий, этапы и содержание практической части работы.

Лексика: глаголы научно-исследовательской деятельности, научные клише для описания практической части исследовательской работы.

Грамматика: глагольное управление, пассивные конструкции для описания эксперимента; синтаксис и пунктуация сложного предложения: сложносочинённые предложения, бессоюзие.

28. Тема 6. Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы. Требования. Правила оформления. Методические рекомендации.

Коммуникативные задачи: формулировать тему, цель, задачи, определять объект и предмет исследования; обосновывать целесообразность, новизну, актуальность, практическую ценность и теоретическую значимость работы; описывать структуру и краткое содержание дипломной работы; делать выводы, описывать результаты работы; выражать интенции в устной речи: благодарность, просьба, уточнение, согласие/несогласие, затруднение с ответом (научная коммуникация); подготовить текст доклада (устного выступления), тезисы доклада, визуальную поддержку (слайды); выступать публично; принимать участие в обсуждении/ научной дискуссии.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы; РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос/ ответ/ внимание).

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля; конструкции с несколькими существительными в родительном падеже; синтаксис и пунктуация простого предложения: типе в простом предложении, предложения с однородными членами использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении; синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

29. Модуль 1. Русский язык для академических целей

30. Модуль 2. Русский язык для общих целей

31. Модуль 3. Русский язык для специальных целей

32. Модуль 4. Русский язык в проектной деятельности

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Семинар по специальности математическое моделирование

Цель дисциплины:

– получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований, обучение принципам написания научных статей и подготовки научных докладов и презентаций.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с последними достижениями в области решения задач математической физики и математического моделирования;
- обучение студентов принципам написания научных статей, докладов и презентаций;
- формирование подходов к оформлению выпускной работы на степень магистра, кандидатской диссертации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

владеть:

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

Темы и разделы курса:

1. Текущий статус работ над бакалаврским дипломом.

Обсуждение текущего статуса работ над бакалаврским дипломом (степень готовности, имеющиеся проблемы и подходы к их решению, корректировка планов подготовки).

2. Принципы и средства написания научных работ. Принципы построения научных докладов.

Стилистика письменного научного языка. Структура, объем, формулы, аннотация, цитирования и ссылки, список литературы.

Стилистика устного научного языка. Формулирование темы, вступление, основная часть, заключение. Этапы подготовки доклада.

3. Принципы и средства подготовки презентаций. Правила оформления бакалаврской работы

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Конференция. Выступление на семинаре.

Титульный лист, объем, приложения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Сетевые технологии

Цель дисциплины:

Теоретическое и практическое освоение современных сетевых технологий. Разработка приложений, использующих сеть.

Задачи дисциплины:

- изучение основ функционирования компьютерных сетей;
- знакомство с наиболее распространёнными сетевыми протоколами;
- написание сетевых приложений;
- использование сетевых технологий в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

1. Принципы построения компьютерных сетей.
2. Уровни модели ISO/OSI.
3. Принципы построения IP-адресов.
4. Доменную адресацию.
5. Принципы организации электронной почты.
6. Основные протоколы передачи данных.
7. Принципы маршрутизации пакетов;
8. Принципы работы Web-сервера.
9. Общие принцип информационной безопасности.

уметь:

1. Контролировать состояние сети.

2. Отправлять и получать электронную почту (в том числе автоматизированно).
3. Самостоятельно искать ответ на вопросы в usenet, форумах или jabber- конференциях
4. Обмениваться файлами по FTP.
5. Писать программы, взаимодействующие через сеть.
6. Работать с системами контроля версий.
7. Создавать сайты.
8. Настраивать управляемые свитчи.
9. Вызывать удалённые процедуры и методы удалённых объектов.
10. Создавать виртуальные частные сети.

владеть:

Утилитами ping, tracroute, nmap, работой с помощью scp и ssh, системами контроля версий.

Темы и разделы курса:

1. Принципы построения компьютерных сетей. 7-уровневая модель ISO/OSI

Принципы построения компьютерных сетей. 7-уровневая модель ISO/OSI

Физический уровень

Канальный уровень

Транспортный уровень

Сеансовый уровень

Уровень представления данных

Прикладной уровень

2. Физический уровень

Физический уровень модели ISO/OSI

Оптическое волокно. Сварка. DWDM

Витая пара. Обжимка. Time-domain рефлектометрия.

3. Канальный уровень

Канальный уровень. MAC-адреса. Сценка, разыгрывающая работу хаба и свитча.

4. Сетевой уровень

Сетевой уровень. Определение адресов компьютеров в аудитории. Анализ таблицы маршрутизации

5. Транспортный уровень

Протоколы TCP, UDP, SCTP. Сканирование портов. Выяснение, какие порты проброшены на контейнер, выданный для курсовой работы.

6. Сеансовый уровень

NetBIOS. Socks. Доступ через socks-прокси. VPN. PPTP. Удалённый вызов процедур

7. Уровень представления данных

Утилита file. Кодировки. Утилита iconv. Графические форматы с потерями и без потерь. Видеоформаты. Конвертация. JSON.

8. Прикладной уровень

HTTP, SMTP, POP3, IMAP, XMPP

9. Система доменных имён

DNS. Информация о сервисах (в частности, адресах почтовых серверов) в DNS. IOverDNS

10. Автонастройка параметров. DHCP

Согласование скорости соединения. Autonegotiation. Протокол DHCP. DHCP snooping, Эффекты, возникающие при частичном нарушении протокола.

11. Беспроводные сети и их безопасность

Сети вычислительных кластеров. Infiniband

Средства контроля состояния и топологии сети

Средства контроля состояния и топологии сети

Безопасность информации в сети

12. Написание клиент-серверного приложения

Интерфейс сокетов

Написание клиента на C

Написание сервера на C

Написание клиента на java

Написание сервера на java

13. CGI

Написание сетевого приложения с помощью CGI

14. ProtocolBuf

Написание приложения с использованием Google Protocol Buffers

15. FLASK

Написание web-приложения с помощью фреймворка FLASK

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Системное программирование

Цель дисциплины:

Изучение основ системного программирования.

Задачи дисциплины:

- получение студентами базовых знаний в области системного программирования;
- создание своей программы на С (драйвер mousefilter.sys);
- приобретение практических навыков в создании приложений;
- освоение студентами средств для совместной проектной работы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия курса "Системное программирование";
- современные проблемы информатики в области системного программирования.

уметь:

- работать в команде;
- создать свои примеры ряда системных программ;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных технологических задач;
- самостоятельно разбираться в работе закрытых частей на основании документации;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и сети Интернет;
- культурой постановки и моделирования задач информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Изучение комплекса ПО для разработки драйверов режима ядра

1-2) Изучение комплекса программного обеспечения для разработки драйверов режима ядра. Developing environment. Инструментарий разработчика режима ядра и его настройка. Программный пакет driver development kit (DDK), отладчик ядра WinDbg, виртуальная машина Windows XP и программа VMware Player, дизассемблер IDA. Настройка гостевой ОС. Практикум по отладчику WinDbg, часть 1 (базовые команды).

3) Обзор защищенного режима современных процессоров. 64 битный режим. Расширенный набор регистров пользователя и адресация. Страничное преобразование. Обработка прерывания. Практикум по отладчику WinDbg, часть 2 (просмотр процессорных структур).

4-5) Простейший драйвер режима ядра и консольная утилита. DriverEntry, DriverUnload, IoCreateDevice, Dispatch callbacks, IOCTLS. Инсталляция через Service Manager. Загрузка и выгрузка драйвера. Простейшее взаимодействие драйвера и утилиты. Практикум по отладчику WinDbg, часть 3 (точки останова, приемы отладки).

6-7) Базовые техники программирования драйверов: обработка ошибок, работа со строками, работа с памятью, списки и макросы. NTSTATUS, BugCheck Codes, LIST_ENTRY, Lookaside lists, Unicode strings. Функции работы с менеджером объектов. Отладочные приемы: DBG, ASSERT, __debugbreak().

2. Использование объектов синхронизации в драйверах

8-9) Использование объектов синхронизации в драйверах. Синхронизация и синхронизация примитивы Windows, ожидание на объектах ядра. Irql, Spinlocks, Dispatcher (Event, Semaphore, Mutex, Timer, Thread), APC, DPC, FastMutex, Atomic, Resources.

Работа с системными нитями. Работа с файлами из режима ядра. Асинхронная работа в Windows. Workitems.

10-11) Структура PE файла. Работа с IDA. Обратное дизассемблирование mousefilter.sys
Подсистема ввода-вывода. стек драйверов. Работа с IRP. Completion, Cancel, PassThrough.
Обработчики ISR. Краткие сведения об inf файлах.

Обратное дизассемблирование драйвера mousefilter.sys

12) Native API. Использование недокументированных функций Windows.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Системный анализ и управление проектами

Цель дисциплины:

Изучение системного анализа проектов и управление проектами, дать представление об основных стратегиях процессов принятия решений при управлении проектами и наиболее общих принципах использования имеющегося инструментария. Показать наиболее общие связи влияния системного подхода на процессы принятия управленческих решений.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области системного анализа и управления проектами;
- приобретение теоретических знаний в области проектного анализа, оценки реальных и финансовых инвестиций;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области проектного анализа;
- приобретение навыков работы с отечественными программными продуктами в сфере анализа и оценки инвестиций.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления развития инвестиционной деятельности в РФ;
- систему нормативного законодательства, регулиующую инвестиционную деятельность;
- национальные особенности оценки инвестиций, в том числе, связанные с неоднородной инфляцией, высокой неопределенностью и волатильностью финансовых рисков, нестационарностью российской экономики;
- методологические, методические и операциональные принципы оценки эффективности инвестиций;
- организационные и методологические требования к формированию денежных потоков для различных участников инвестиционного процесса;

- порядок формирования информации об активах, обязательствах, капитале, движении денежных потоков, доходах и расходах, финансовых результатах инвестиционных проектов;
- основы компьютерного обеспечения инвестиционной деятельности.

уметь:

- проводить оценку эффективности инвестиционного проекта;
- обеспечить формирование, анализ информации о будущей деятельности предприятия, его финансовых результатах в связи с реализацией инвестиционных проектов;
- аналитически обрабатывать учетную и отчетную информацию с целью принятия хозяйственных решений на основе оценки эффективности функционирования объектов;
- использовать нормативно-правовую информацию действующего законодательства, регламентирующую инвестиционный процесс в своей профессиональной деятельности;
- обрабатывать, интерпретировать, систематизировать и оценивать полученную информацию с позиции решаемой задачи обеспечения качественной инвестиционной оценки.

владеть:

- элементами метода инвестиционного анализа;
- методическими и другими руководящими материалами по оценке инвестиционной деятельности.

Темы и разделы курса:

1. Денежные потоки (CASH FLOW). Жизненный цикл инвестиционного проекта.

Денежный поток от финансовой деятельности. Денежный поток от инвестиционной деятельности. Денежный поток от операционной деятельности. Сальдо денежного потока.

Финансирование инвестиционного проекта Способы и источники финансирования. Акционерное, долговое, лизинговое финансирование. Финансирование из государственных источников. Финансовая реализуемость инвестиционного проекта.

Прединвестиционная стадия. Прединвестиционные исследования. Разработка проектно-сметной документации. Написание бизнес-плана инвестиционного проекта. Инвестиционная стадия. Проведение торгов и заключение контрактов. Строительно-монтажные работы. Эксплуатационная и ликвидационная стадии. Экспертиза инвестиционного проекта. Мониторинг инвестиционного проекта. Экспост оценка.

2. Инвестиции в недвижимость. Инновацион-ные инвестиции.

Недвижимое имущество. Виды недвижимости. Методы оценки недвижимости: затратный, рыночный и доходный методы. Алгоритм затратного метода. Алгоритм рыночного метода. Алгоритм доходного метода. Процесс оценки недвижимости. Рынок недвижимости. Сравнение рынка недвижимости с высокоорганизованным рынком товаров и услуг. Ипотека. Виды ипотек.

Инновационные инвестиции и инвестиции в нематериальные активы. Инновация. Классификация инноваций. Глобальная и базисная инновация. Реактивная и стратегическая инновация. Внешние и внутренние стимулы для инноваций.

Инновационная деятельность. Инновационный проект. Финансирование инновационной деятельности. Формы государственной поддержки. Инновационная стратегия государства и предприятия. Приоритетные направления инновационной деятельности.

Интеллектуальная собственность, как форма инвестиций в нематериальные активы. Ноу-хау. Гудвил. Методы оценки интеллектуальной собственности. Преимущества доходного метода.

3. Инвестиционная деятельность и инвестиционная политика в России. Инвестиционный проект, критерии и методы оценки.

Экономическая сущность и виды инвестиций. Роль инвестиций в развитии экономики. Реальные и финансовые инвестиции. Прямые и косвенные инвестиции. Государственные, частные, иностранные и совместные инвестиции.

Инвестиционный портфель. Инвестиционная деятельность. Инвестиционный рынок. Инвестиционный климат страны. Правовое регулирование инвестиционной деятельности. Инвестиционная привлекательность регионов и отраслей. Инвестиционный потенциал, инвестиционный риск. Инвестиционная стратегия.

Ценность денег во времени. Понятие сложных процентов и дисконтирования. Аннуитет. Простые и дисконтированные методы оценки эффективности инвестиций.

Понятие инвестиционного проекта. Простые и дисконтированные критерии оценки инвестиционных проектов. Срок окупаемости и простая норма прибыли (ROI). Чистый дисконтированный доход (NPV). Внутренняя норма доходности (IRR). Индекс доходности (PI). Дисконтированный срок окупаемости.

Двухэтапная схема оценки инвестиционных проектов. Оценка проекта в целом. Оценка проекта для каждого из участников. Общественная эффективность. Коммерческая эффективность. Финансовая эффективность.

Выбор нормы дисконта. Безрисковая норма дисконта. Премия за риск. Средневзвешенная стоимость капитала (WACC).

4. Инвестиционное бизнес-планирование.

Цели и задачи инвестиционного бизнес-планирования. Место бизнес-плана в жизненном цикле инвестиционного проекта. Структура бизнес-плана. Экспресс-анализ бизнес-плана. Бизнес-план при выходе предприятия из банкротства. Требования к бизнес-плану со стороны иностранных инвесторов. Программные продукты, используемые при составлении бизнес-планов.

5. Иностранные инвестиции.

Роль и место иностранных инвестиций в экономике России. Классификация иностранных инвестиций. Прямые иностранные инвестиции. Основные формы иностранного капитала. Внешний долг РФ. Отраслевая структура иностранных инвестиций. Основные иностранные кредиторы Рос-сийской экономики.

Политика стимулирования иностранных инвестиций. Налоговые каникулы. Инвестиционные скидки. Ускоренная амортизация. Особые экономические зоны.

Вступление в ВТО и инвестиционная политика государства.

6. Управление проектами.

Разновидности инвестиционных проектов.

Монопроекты, мегапроекты, мультипроекты. Коммерческие и некоммерческие проекты. Проекты производственные, инфраструктурные, социальные.

Принципиальная схема управления проектами.

Цели и задачи. Описание работ и условий. Сетевой график работ проекта. Календарные планы. Бюджет и ресурсы. Мониторинг проекта. Отчеты о состоянии проекта. Принятие решений об управляющих воздействиях. Модифицированные цели и задачи.

Основные функции управления проектами.

Управление качеством. Управление временем. Управление стоимостью. Управление риском. Управление персоналом. Управление контрактами и обеспечением проекта.

7. Учет инфляции, риска и неопределенности при оценке инвестиционного проекта.

Неопределенность и риск. Классификация инвестиционных рисков. Качественный подход к анализу инвестиционных рисков. Диверсификация. Уклонение от рисков. Компенсация. Локализация. Количественный подход к анализу инвестиционных рисков. Анализ чувствительности. Определение показателей предельного уровня. Вычисление точки безубыточности. Анализ сценариев развития инвестиционных проектов.

Инфляция. Общая классификация инфляции. Основные показатели инфляции. Влияние инфляции на показатели эффективности проекта. Учет инфляционной премии в ставке процента. Реальная, номинальная и эффективная процентная ставка. Формула Фишера. Инфляция многовалютных проектов.

8. Финансовые инвестиции.

Финансовые инвестиции и инвестиции в ценные бумаги. Финансовые инструменты. Основные и производные фи-нансовые инструменты. Акция и облигация. Опционы. Фьючерсы. Форварды. Доходность, ликвидность и риск ценных бумаг. Учет риска в ценных бумагах. □- модель для учета систематического риска. Понятие хеджирования.

Финансовый рынок. Фондовый рынок. Денежный рынок. Рынок ценных бумаг. Участники рынка ценных бумаг. Эмитенты. Профессиональные участники. Инвесторы. Государственные органы, регулирующие деятельность на рынке ценных бумаг. Первичный и вторичные рынки. Эмиссия ценных бумаг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Системы и методы наземной и космической навигации

Цель дисциплины:

– освоение студентами фундаментальных знаний в области математических свойств навигационных проблем, изучение способов решения задач навигации, методов исследования достижимой навигационной точности и областей их практического применения на поверхности Земли и в космосе.

Задачи дисциплины:

- обучение студентов принципам создания и применения навигационных средств и устройств и выявление особенностей их функциональных характеристик;
- обучение студентов методам навигационного планирования движений на практических примерах робототехники и коррекции траектории полёта;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области навигационной сенсорики в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теоретической механики и вычислительной математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике сигнальных преобразований и в их приложениях;
- теоретические модели погрешностей измерения физических параметров;
- уравнения движения и законы сохранения;
- вариационные принципы оптимизации процессов;
- новейшие средства и методы навигации;
- взаимосвязи в фундаментальном единстве математики и естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

владеть:

- научной картиной мира;
- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач средствами Matlab, Excel и современными средствами программирования на языках высокого уровня.

Темы и разделы курса:

1. История развития картографии и навигации.

Введение

Задачи и проблемы навигации. Структуры данных. Понятие карты. Навигационные запросы и ответы. Средства навигационного обеспечения. Причины возникновения навигационных неопределенностей.

Эволюция представлений человечества о пространстве, времени и окружающем мире

Античные представления о форме Земли. Первые карты. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Великие географические открытия. Навигация на море. Изобретение компаса. Магнитное склонение. Спор о форме Земли. Проблема определения долготы. Первые хронометры. Ньютоновское и эйнштейновское представления о пространстве и времени.

Теория картографических проекций

Проблема отображения сферы на плоскость. Виды картографических проекций по характеру искажений и по свойствам вспомогательной поверхности. Проекция Меркатора. Проекция Гаусса-Крюгера.

Топография и ее методы. Геоинформационные системы (ГИС)

Виды съемочных работ в топографии: мензуральная и теодолитная наземные съемки, аэрофотосъемка, спутниковая съемка. Задачи фотограмметрии. Проблема генерализации карт. Проблема разрешения карт. Понятие географической информационной системы (ГИС). Современные ГИС.

2. Пространство и время в навигации.

Системы координат для навигации на Земле и в космосе.

Кинематические и динамические системы координат. Фундаментальные каталоги. Прецессия, нутация, полярное движение. Международная небесная система координат. Модели Земли: геоид, сфероид (эллипсоид вращения). Глобальные и референц-эллипсоиды. Международная земная система координат. Другие системы координат: горизонтальная, стартовая, орбитальная, скоростная.

Исчисление времени. Календари. Системы времени.

Юлианский и григорианский календари. Юлианский период и юлианская дата. Истинное и среднее солнечное время. Уравнение времени. Тропический, сидерический и драконический годы. Гринвичское среднее время (GMT). Всемирное время (UT) и его типы. Эфемеридное время. Атомные часы. Международное атомное время (TAI). Определение секунды СИ. Всемирное координированное время (UTC). Секунды координации. Пульсарное время. Часовые пояса и часовые зоны. Поясное время. Релятивистские шкалы времени.

3. Навигационные системы.

Системы инерциальной навигации.

Системы спутниковой навигации. Определение и свойства инерциальной навигации, её преимущества и недостатки. Инерциальные датчики: акселерометр, датчик угловой скорости (гироскоп). Роторные механические гироскопы. Маховик, гиродин. Маятник Шулера и его реализация. Гиromаятник. Гировертикаль с маятниковой коррекцией. Гириноерциальная вертикаль. Вибрационные механические гироскопы. Оптические гироскопы: лазерные и волоконно-оптические. Эффект Саньяка. Платформенные и бесплатформенные инерциальные навигационные системы. Источники погрешностей и достижимые точности инерциальной навигации. Уравнения ошибок ИНС.

Системы зрительной навигации.

Дальномер как простейшее устройство зрительной навигации. Основные стадии обработки двумерных цифровых изображений. Пространственные и частотные техники улучшения изображения. Гистограмма снимка. Фильтр и его маска. Сглаживающие и повышающие контрастность фильтры. Сегментация изображения. Морфологическая обработка изображений. Аффинные и перспективные инварианты, их роль в распознавании изображений. Аберрации оптических систем. Калибровка систем технического зрения.

Глобальные и региональные спутниковые системы позиционирования (ССП). Навигационные уравнения и способы их решения. Особенности глобальных СПП GPS и ГЛОНАСС. Структура сигнала GPS. Точность СПП и источники ошибок. Системы дифференциальной коррекции.

4. Особенности навигации в различных средах.

Навигация мобильных роботов.

Мобильный робот как интеллектуальная мехатронная система. Навигационное пространство. Толерантное отношение видимости. Эквивалентное отношение достижимости. Теорема о сложности пространства. Ядра и классы видимости. Навигационное множество. Границы видимости и ориентиры. Непрерывность навигационного описания среды. Класс, район, граф информационной эквивалентности. Задача поиска пути. Волновой алгоритм. A*-алгоритм. Метод потенциалов.

Навигация на небесной сфере. Редукция оптических наблюдений.

Предмет, задачи и цели современной астрометрии. Фундаментальная и практическая астрометрия. Небесный меридиан. Кульминация. Небесные экваториальные координаты. Часовой угол. Истинное и среднее звездное время. Рефракция. Суточная и годовая абберрации. Абберационное время. Суточный и годичный параллаксы. Среднее, видимое и наблюдаемое положения светила. Редукция оптических наблюдений. Правило местного времени. Особенности распознавания изображений звёздного неба. Классификация алгоритмов распознавания участков звёздного неба.

Навигация в межпланетных полетах.

Предполетный и полетный этапы баллистико-навигационного обеспечения межпланетных миссий. Задача определения траектории космического аппарата (КА). Виды внешнетраекторных измерений. Восстановление траектории по измерениям дальности и радиальной скорости. Восстановление траектории по угловым измерениям на небесной сфере. Эллипсоид неопределенностей вектора состояния. Задача коррекции как задача построения правила выбора моментов и параметров коррекционных воздействий. Матрица изохронных производных задачи двух тел, её свойства и способы вычисления. Картичная плоскость и её роль при расчете планетоцентрического участка траектории. Эллипс рассеивания. Одно-импульсная коррекция. Матрица маневра. Плоскость оптимальной коррекции. Нуль-направление. Эллипс влияния.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Системы и средства представления знаний

Цель дисциплины:

- углубленное изучение теории и практики методов и средств представления и обработки знаний в системах искусственного интеллекта.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области представления и обработки знаний;
- освоение методов и средств представления и обработки знаний в прикладных интеллектуальных системах;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в разработке и реализации прикладных интеллектуальных систем;
- приобретение навыков работы с инструментальными средствами представления и обработки знаний, а также с использованием их при создании прикладных интеллектуальных систем, функционирующих в Интернет.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и теории представления и обработки знаний;
- технологии использования теоретических моделей представления и обработки знаний при проектировании прикладных интеллектуальных систем;
- основные инструментальные средства искусственного интеллекта;
- основные области применения интеллектуальных систем;
- современные проблемы искусственного интеллекта и представления и обработки знаний в прикладных интеллектуальных системах.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач инженерии знаний;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и практики;
- видеть в технических задачах математическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и технологии;
- работать на современном компьютерном оборудовании и с новыми программными системами;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения практически значимых результатов.

владеть:

- навыками освоения больших объемов информации, представленной в традиционной и электронной форме;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- навыками грамотной обработки результатов компьютерного моделирования и сопоставления их с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с представлением и обработкой знаний.

Темы и разделы курса:

1. Базовые методы инженерии знаний. Базовые методы инженерии знаний. Базовые методы инженерии знаний.

Классификация методов практического извлечения знаний.

Коммуникативные методы извлечения знаний.

Текстологические методы извлечения знаний.

Простейшие методы структурирования знаний.

Латентные структуры знаний и психосемантика. Репертуарные решетки.

Примеры методов и систем приобретения знаний.

2. Введение в методы и средства представления и обработки знаний. Проблемы извлечения знаний из различных источников.

Введение в проблематику инженерии знаний.

Приобретение знаний от экспертов.

Формализация качественной информации.

Пополнение и интеграция знаний.

Согласование знаний.

3. Прикладные аспекты инженерии знаний. Прикладные аспекты инженерии знаний. Методы и средства представления онтологических знаний.

Методы и средства автоматизированного приобретения знаний.

Визуальное проектирование баз знаний.

Системы семейства Protégé – архитектура, функциональные возможности.

Инициатива (КА)2 и инструментарий Ontobroker.

Аннотация знаний в рамках инициативы (КА)2.

Средства спецификации онтологий в проекте Ontobroker.

Формализм запросов и формализм представления. Машина вывода Ontobroker.

Аннотация Web-страниц онтологической информацией.

Проект SHOE – спецификация онтологий и инструментарий.

Общая характеристика проекта.

Спецификация онтологий и инструментарий SHOE.

Формализм представления и машина вывода.

Формализм запросов в проекте SHOE.

Аннотация Web-документов на базе онтологий.

4. Проблематика представления данных и знаний в среде Интернет. Язык HTML и представление знаний. Язык XML, формализм RDF(S) и представление знаний. OWL-семейство средств представления и обработки знаний.

Web документов, Социальный и Семантический Web.

W3C консорциум и его работа по стандартизации представления данных и знаний в среде Интернет.

Историческая справка.

HTML как язык гипертекстовой разметки Интернет-документов.

Возможности представления знаний на базе языка HTML.

Историческая справка.

XML как язык семантической разметки Интернет-документов.

Формализм RDF(S) и стандарты W3C.

RDF-хранилища и методы их реализации.

Запросы к базам знаний на основе языка SPARQL.

OWL-Lite.

OWL-DL.

OWL-Full.

Представление и обработка знаний на языке OWL-DL.

5. Пространства знаний в среде Интернет.

Методы формирования и организации пространств знаний в среде Интернет.

Семантическое аннотирование ресурсов Интернет.

Мониторинг Интернет-ресурсов.

Извлечение информации из текстов.

Аналитика на знаниях.

Порталы знаний.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Сложность комбинаторных алгоритмов

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в теории сложности вычислений, изучение теоретико-сложностных аспектов разработки эффективных алгоритмов и областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование фундаментальных знаний в теории сложности и их роли в разработке современных информационных систем;
- обучение студентов современным принципам анализа алгоритмической сложности задач, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области анализа алгоритмической сложности задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов теории сложности в научных исследованиях;
- современные проблемы теории сложности вычислений;
- теоретические модели процессов в области производства, транспорта, телекоммуникаций;
- постановку проблем компьютерного моделирования;
- основные методы анализа алгоритмической сложности задач из различных областей.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты алгоритмической науки;

- представить панораму универсальных методов современной теоретической информатики;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных деталей при моделировании реальных процессов;
- использовать особенности практических задач для эффективного анализа их алгоритмической сложности.

владеть:

- основными методами анализа алгоритмической сложности дискретных задач;
- навыками самостоятельной работы по анализу конкретных задач и их алгоритмическому решению на современном компьютерном оборудовании;
- математическими моделями практических задач.

Темы и разделы курса:

1. Основные вычислительные модели и соотношение между ними

История и основные тенденции развития теории сложности. Машина Тьюринга. Машина с произвольным доступом к памяти (RAM). Меры временной сложности и сложности по памяти. Семейства булевых схем. Результаты о взаимном моделировании. Модели параллельных вычислений: EREW PRAM, CREW PRAM, CRCW PRAM.

2. Элементы теории сложности

Различные модели вычислений и сложностные классы по времени и памяти.

Теоремы о иерархии. Недетерминированные вычисления и класс NP. Теория сводимостей. Лас-Вегас и Монте-Карло вероятностные алгоритмы. Вероятностные сложностные классы RP, BPP, ZPP, PP.

Соотношения между сложностными классами. Оракулы и их роль в теории сложности.

3. Анализ сложности в среднем для дискретных задач

Понятие полиномиального в среднем алгоритма. Полиномиальный в среднем алгоритм проверки выполнимости кнф. Вычислительно трудные в среднем задачи.

4. Анализ сложности приближенного решения для дискретных задач

RSP теорема и ее применение для оценок порогов неаппроксимируемости дискретных задач. Плохо приближаемые задачи. Несуществование PTAS для задачи MAX-SAT (максимальной выполнимости кнф). Сводимости сохраняющие приближения. Примеры APX-трудных задач.

5. Соотношение между детерминированными и вероятностными вычислениями

Соотношения между сложностными классами P , RP , BPP , PP . Примеры более эффективных (по сравнению с детерминированными) вероятностных алгоритмов. Методы дерандомизации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Случайные процессы

Цель дисциплины:

Изучение фундаментальных основ и приложений теории случайных процессов (СП).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний, умений, навыков в области теории СП;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении их собственных теоретических и прикладных исследований в области СП.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия случайных процессов;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла случайных процессов;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач случайных процессов.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить решения задач теории случайных процессов, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;

- точно представить математические знания в области теории случайных процессов в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории случайных процессов (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории случайных процессов;
- предметным языком теории случайных процессов и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Определение случайного процесса. Семейство конечномерных распределений случайного процесса.

Сечение случайного процесса (СП), реализация СП, цилиндрическое множество, вероятностное пространство для СП, стохастическая эквивалентность для СП, теорема Колмогорова.

2. Моментные функции случайного процесса. Корреляционная функция случайного процесса. Преобразование случайного процесса.

СП второго порядка, свойства корреляционной функции СП взаимная корреляционная функция СП и её свойства.

3. Пуассоновский случайный процесс. Винеровский случайный процесс.

Свойства пуассоновского СП, семейство конечномерных распределений пуассоновского СП, корреляционная функция пуассоновского СП, свойства реализации пуассоновского СП, процесс восстановления, сложный пуассоновский СП, процесс с переменной интенсивностью.

Свойство винеровского СП, гауссовский СП, семейство конечномерных распределений и корреляционная функция винеровского СП. Расчет моментных характеристик гауссовского СП.

4. Стационарность случайного процесса. Эргодичность случайного процесса по математическому ожиданию в среднем квадратичном.

Строгая и слабая стационарность. Свойства корреляционной функции стационарного СП, понятие эргодичности. необходимое и достаточное условие эргодичности по математическому ожиданию в среднем квадратическом, достаточное условие эргодичности, теорема Слуцкого.

5. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость случайного процесса в среднем квадратичном.

Непрерывность СП по вероятности в среднем квадратическом, с вероятностью единица. Необходимые и достаточные условия непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости (по Риману и Стильтесу) СП в среднем квадратическом.

6. Спектральное представление стационарного случайного процесса.

Комплекснозначный СП, его корреляционная функция. Процесс с однозначными приращениями. Спектральное представление стационарного СП. Теорема Бохнера-Хинчина о спектральном представлении корреляционной функции СП. Спектральная функция и спектральная плотность СП и их свойства. СП типа «белый шум».

7. Марковский случайный процесс.

Определение и свойства, классификация. Переходные вероятности. Корреляционная функция гауссовского СП, обладающего марковским свойством.

8. Однородные дискретные марковские цепи.

Стохастическая матрица. Уравнения Колмогорова-Чепмена, использование производящих функций для расчета статистических свойств однородных дискретных марковских цепей. Классификация состояний таких цепей и их свойства. Теорема «солидарности». Асимптотическое поведение однородной дискретной марковской цепи. Предельное и стационарное распределение вероятностей её состояний. Теорема об эргодичности.

9. Марковская цепь с непрерывным аргументом.

Инфинитезимальная матрица. Прямое и обратное уравнение Колмогорова-Феллера.

10. Непрерывный марковский процесс.

Обобщённое уравнение Маркова. Коэффициенты сноса и диффузии. Прямое и обратное уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка. Броуновское движение (винеровский процесс).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Современные авиационные боевые комплексы

Цель дисциплины:

Изучение направлений развития и перспектив создания современных авиационных боевых комплексов.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами основных знаний о принципах построения современных авиационных боевых комплексов;
- приобретение теоретических знаний в области методических подходов к проектированию систем, входящих в состав авиационных комплексов, и авиационного комплекса в целом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия теории построения сложных, в том числе интеллектуальных, технических систем;
- современные проблемы физики, теории управления, математики.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при исследовании реальных физических систем;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- производить априорные экспертные оценки возможных результатов;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические и методические подходы;
- правильно оценить степень достоверности полученных результатов;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования решаемых задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами и характеристиками сложных систем.

Темы и разделы курса:

1. АБК как система «человек-машина».

Формализация учета человеческого фактора при проектировании АБК. Модели деятельности летчика-оператора в контуре управления.

Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности авиационных комплексов. Экспертные системы «в помощь летчику».

2. Вычислительные машины и системы авиационных комплексов.

Архитектурные особенности бортовых цифровых вычислительных машин (БЦВМ); обзор структур бортовых цифровых вычислительных систем современных самолетов;

место БЦВМ в структуре боевого авиационного комплекса.

Принципы проектирования вычислительных систем боевых авиационных комплексов; централизованная и децентрализованная структуры бортовых цифровых вычислительных систем; особенности организации бортовых систем информационного обмена; комплексирование бортовых цифровых вычислительных систем перспективных боевых авиационных комплексов.

Структурная и логическая организация аппаратных и программных средств; особенности создания программных средств АБК.

3. Классификация задач боевых авиационных комплексов (АБК).

Разведывательные и ударные комплексы.

Структура комплекса вооружений современного самолета и назначение его основных элементов. Система вооружения комплексов различного применения, особенности комплексов стратегической, истребительной и фронтовой ударной авиации.

Основные тенденции развития и перспективы создания новых АБК. Концепции самолетов пятого поколения.

4. Обзорно-прицельные системы самолета.

Бортовые РЛС и их свойства. Новое поколение антенн с электронными и фазированными решетками.

Состав информационных датчиков современных АБК, тепловизионные ТВ системы, лазерные локаторы и др.

Методы комплексирования информации от датчиков различной физической природы.

5. Роль авиации в современных войнах.

Система С4I - как основа планирования операций и боевого применения авиации.

Сетецентрический подход и принцип информационной доминанции в авиационно-космических операциях.

6. Современная концепция высокоточного оружия.

Классификация систем наведения управляемого оружия. Использование физических полей земли. Информационное обеспечение высокоточного оружия.

Тенденции интеллектуализации систем наведения. Текущее состояние разработок по автоматическому распознаванию целей (ATR). Точность систем наведения.

Характеристики видов оружия и области их эффективного применения.

7. АБК как система «человек-машина».

АБК как система «человек-машина».

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Современные компьютеры и сети передачи данных

Цель дисциплины:

Изучение особенностей архитектур современных компьютеров и систем.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области архитектур и технологий современных компьютеров;
- приобретение знаний о развитии принципов параллелизма от первых компьютерных систем до настоящего времени, методов и средств динамической оптимизации программ, об особенностях архитектуры современных и перспективных высокопроизводительных вычислительных машин и систем, способах организации памяти и ввода-вывода;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований и разработок в областях, использующих компиляторные технологии для машинно-зависимой оптимизации программ;
- приобретение навыков работы на современных компьютерных системах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные характеристики и области применения современных компьютеров и систем различных классов;
- функциональную и структурную организацию современных CISC, RISC, VLIW, EPIC, многопоточковых и многоядерных микропроцессоров;
- иерархию памяти современных компьютеров и систем;
- организацию ввода-вывода;
- цели, задачи и методы динамической оптимизации программ в процессе их выполнения, а также машинно-независимой и машинно-зависимой статической оптимизации программ в процессе их компиляции;
- организацию многопроцессорных систем и многомашинных комплексов.

уметь:

- решать задачи из области оптимизации выполнения программ на современных компьютерах и системах;
- проводить самостоятельные научные исследования по теме дисциплины;
- применять изученные структуры аппаратных средств для решения поставленных задач.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- культурой разработки и реализации системного программного обеспечения современных компьютеров.

Темы и разделы курса:

1. Иерархия памяти. Архитектура ввода/ вывода. Многопроцессорные системы.

Введение. Организация кэш-памяти (стратегия размещения блоков в кэш-памяти, идентификация блоков кэш-памяти, стратегия замещения, стратегия записи, методы увеличения производительности кэш-памяти).

Принципы организации основной памяти в современных компьютерах (общие принципы и методы увеличения производительности основной памяти, использование специфических свойств асинхронных динамических ЗУПВ, новые архитектуры для скоростных динамических ЗУПВ, синхронные ДЗУПВ).

Виртуальная память и организация защиты памяти (концепция виртуальной памяти, страничная организация памяти, сегментация памяти, аппаратная поддержка).

Устройства ввода/вывода и внешние запоминающие устройства. Классификация периферийного оборудования вычислительных систем. Управление вводом/выводом. Системы управления вводом/выводом. Организация прямого доступа к памяти. Схемы управления вводом/выводом. Использование периферийных ЭВМ для организации управления вводом/выводом. Основные типы устройств ввода/вывода и внешних запоминающих устройств. Организация сетей внешней памяти (технологии SAN).

Компьютерные шины. Шина памяти. Шина ввода/вывода. Универсальные шины. Общие принципы работы шины. Работа с общими данными. Адресация. Пропускная способность. Потребляемая мощность. Тактирование шины. Управление скоростью передачи данных. Главные устройства и арбитраж шины. Электрические и механические параметры. Вопросы совместимости. Основные характеристики современных шин (PCI, SCSI, IDE, FC, AGP, USB).

Классификация систем параллельной обработки данных. Многопроцессорные системы с общей памятью. Многопроцессорные системы с локальной памятью и многомашинные системы. Протоколы когерентности иерархической памяти.

2. Конвейерная обработка. Параллелизм уровня выполнения команд.

Простейшая организация конвейера и оценка его производительности, основные типы конфликтов в конвейерах и способы их минимизации, проблемы реализации длинных конвейеров.

Планирование загрузки конвейера и методика разворачивания циклов. Устранение зависимостей по данным и механизмы динамического планирования (основная идея динамической оптимизации, динамическая оптимизация с централизованной схемой обнаружения конфликтов, динамическое планирование на основе алгоритма Томасуло).

Механизмы динамического планирования (аппаратное прогнозирование направления переходов и снижение потерь на организацию переходов).

Одновременная выдача нескольких команд для выполнения и динамическое планирование (суперскалярная обработка). Архитектура машин с длинным командным словом. Обнаружение и устранение зависимостей компилятором и разворачивание циклов (программная конвейеризация и трассировочное планирование). Аппаратная поддержка параллелизма уровня команд (предикатные команды и упреждающее (спекулятивное) выполнение команд).

Теоретические и практические аспекты использования параллелизма уровня команд (модель идеальной машины, ограничения размера командного окна и количества одновременно выдаваемых команд, влияние качества реалистических схем прогнозирования переходов, влияние ограниченного количества регистров, влияние несовершенного анализа псевдонимов, параллелизм уровня команд для реализуемых машин). Использование передовых идей в реальных процессорах (устройство современного суперскалярного процессора).

3. Краткая история развития вычислительных систем и классификация компьютеров по областям применения. Проблемы оценки производительности вычислительных систем. Основные архитектурные понятия.

Краткий исторический обзор. Общие требования, предъявляемые к современным компьютерам (отношение стоимость/производительность, надежность и отказоустойчивость, масштабируемость, совместимость и мобильность программного обеспечения). Классификация компьютеров по областям применения (встроенные системы, персональные компьютеры и рабочие станции, серверы, мейнфреймы, высокопроизводительные вычислительные системы параллельного типа и отказоустойчивые системы).

Общие замечания. Основные способы и метрики для определения производительности вычислительных систем (MIPS, MFLOPS). Стандартные пакеты тестовых программ (Ливерморские циклы, пакеты NASP и Linpack, SPEC, TPC).

Понятия «архитектура вычислительной системы», «архитектура системы команд», «микроархитектура». Модели организации управления вычислительным процессом (модель фон Неймана, модель процесса, управляемого потоком данных). Классификация компьютерных архитектур. Типы команд, методы адресации и типы данных. Сравнение систем команд CISC, RISC и EPIC процессоров.

4. Системы высокой готовности и отказоустойчивые системы. Перспективные направления исследования архитектур процессоров для будущих микропроцессоров и систем.

Основные определения и требования, предъявляемые к системам высокой готовности. Основные модели отказоустойчивых систем. Подсистемы внешней памяти высокой готовности. "Кластеризация" как способ обеспечения высокой готовности системы.

Многопоточковые архитектуры. Многоядерные кристаллы. «Процессоры в памяти». Реconfigурируемые и асинхронные процессоры.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Современные проблемы динамики и управления космических аппаратов

Цель дисциплины:

– получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований, обучение принципам написания научных статей и подготовки научных докладов и презентаций.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с последними достижениями в области баллистического проектирования и реализации космических миссий; математического моделирования и исследования динамики и управления перспективных космических аппаратов;
- приобретение студентами навыков подготовки научных докладов и презентаций, написания научных статей.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической небесной механики и механики космического полета;
- законы орбитального движения и движения относительно центра масс искусственных спутников Земли и естественных небесных тел, методы управления угловым движением спутников, элементную базу, используемую для реализации управления;
- современные проблемы механики космического полета, направления перспективных исследований и цели разрабатываемых космических миссий, специфику разработки систем ориентации для малогабаритных спутников.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных небесномеханических ситуаций;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;

- применять современные математические методы небесной механики и астеродинамики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования механических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с осуществлением космических миссий;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области баллистического проектирования и реализации космических миссий; математического моделирования и исследования динамики и управления перспективных космических аппаратов. Выступления студентов с докладами по результатам своей научной работы.

Краткое ознакомление с докладами последних научных конференций.

Доклады аспирантов и студентов.

Приглашенные доклады.

2. Построение научного доклада.

Стилистика научного языка. Вступление, основная часть, заключение доклада. Этапы подготовки доклада.

3. Принципы написания научной статьи.

Объем статьи. Иллюстрации. Структура статьи. Формулы. Аннотация. Список литературы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Создание интеллектуальных систем

Цель дисциплины:

Привить студентам навыки совместной работы над научно-исследовательским проектом по актуальным темам прикладной физики и математики. Студенты должны получить знания по основам способов планирования проектов, делегирования задач, обмена информацией, построения научных коммуникаций.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами навыков по основным способам планирования проектов, делегирования задач, обмена информацией,

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы обоснования актуальности, новизны и обоснованности научно-исследовательских проектов, стандарты планирования работ по выполнению проектов, методы декомпозиции и агрегации комплексных научно-исследовательских задач.

уметь:

- использовать инструменты, необходимые для планирования и выполнения проектов в области машинного обучения.

владеть:

- навыками постановки задач и руководства научно-исследовательскими коллективами, приемами совместной работы над проектом, способами обмена информацией, методами анализа ошибок вычислительных экспериментов.

Темы и разделы курса:

1. Введение в разработку проектов

1. Введение. О структуре курса и отчетности.
 2. Описание проектов для исследования в командах. Выбор проектов и разделение на команды.
 3. Описание структуры исследовательского проекта.
-
2. Написание научной статьи и эксперимент
4. Описание структуры научной статьи. Связь с экспериментом.
 5. Описание работы с jupyter notebook. Достоинства и недостатки работы в данной среде.
 6. Вынесение кода из jupyter notebook в отдельные python-пакеты.
 7. О хранение данных для экспериментов. DVC.
 8. Правильное написание документации при помощи sphinx.
 9. Докернизация исходного кода для повторяемости экспериментов.
 10. Проверка исследовательских проектов с их анализом.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Сравнительный анализ языков программирования

Цель дисциплины:

- изучение современных подходов в реализации языков программирования, сравнительный анализ языков программирования;
- решение алгоритмических задач распознавания, порождения и построения в современных языках программирования.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области сравнительного анализа языков программирования (САЯП);
- приобретение теоретических знаний в области анализа языков программирования и основных подходов к анализу алгоритмов построенных на различных языках;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области САЯП;
- формирование навыков применения САЯП при исследовании экспериментальных или экспертных данных при выполнении студентами выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и методы теории алгоритмов;
- современные проблемы анализа алгоритмов, постановки задачи, выбора языка программирования, построения полного решения задачи;
- методы и подходы решения практических алгоритмических задач, от постановки задачи до финального алгоритма;
- инструментальные языковые средства решения задач построения, распознавания и порождения.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач в различных предметных областях;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, выбирать правильно параметры методов, адекватные размерности обучающих выборок;
- делать качественные и количественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- планировать оптимальное проведение обучения по прецедентам;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками анализа большого объема частично противоречивых и неполных признаков описаний;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории с использованием современных компьютерных технологий;
- культурой постановки и планирования последовательности решения задач анализа кода и алгоритмов;
- навыками грамотного анализа кода и алгоритмов задач, оформления результатов анализа и выдачей экспертных оценок по качеству используемого программного кода;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками анализа реальных задач из различных предметных областей на уровне отдельных подходов и коллективами алгоритмов.

Темы и разделы курса:

1. Элементы теории алгоритмов.

Типы задач. Задачи порождения, вычисления, построения. Задачи распознавания, доказательства, проверки.

2. Разложение графа ИСА для выполнения на n процессорах.

Ярусно-параллельная форма (ЯПФ) ИСА.

3. Основные объекты формулирования задач.

Основные объекты формулирования задач. Множества, отношения, алгоритмы.

4. Три типа понятия алгоритма: алгоритмические машины;

функции, порождаемые алгоритмами; алгоритмические исчисления.

5. Машины состояний.

Блок-схема алгоритма (логическая структура алгоритма – ЛСА) как граф некоторой машины состояний. Регулярные выражения и алгебра регулярных выражений.

6. Базовое множество и базовый набор функций.

Граф подстановок. Информационная структура алгоритма (ИСА), скобочная формула и граф скобочной формулы.

7. ИСА для рекурсивно-примитивных функций.

Граф ИСА из бесконечно повторяющихся фрагментов.

8. ИСА для рекурсивных функций общего вида.

Пример рекурсивной функции Аккермана.

9. Теорема А.П. Ершова

о максимальном размере графа ИСА и о минимальной памяти, необходимой для выполнения программы на одном процессоре.

10. Функциональные языки программирования: Лисп, Перл, CLU (Б. Лисков), Python, Ruby.

Сравнительный анализ функциональных языков.

11. Эквивалентные преобразования n-процессорных ИСА.

Теорема о тупиках и проектирование параллельных безтупиковых программ.

12. Сеть Петри.

Синхронизация программ по использованию общей (разделяемой) памяти.

13. Монитор, управляющий централизованной синхронизацией программ.

Распределенная синхронизация.

14. Модель Хоара взаимодействующих параллельных программ.

Синхронизирующие операторы Дейкстры.

15. Языки Ада, Модула, Simula, SmallTalk и их сравнительный анализ.

Формальные системы. Задачи вывода.

16. Диаграммы Вейча для выделения кластеров с одинаковыми свойствами.

Архитектурное моделирование. Языки UML, XML, XML Schema.

17. Логическое программирование и языки логического программирования.

Язык рассуждающих сетей Ван-Хао. Joiner-сети, управляющие рассуждениями.

18. Асинхронный автомат Малера, моделирующий распространение возбуждающих событий в пространстве Вейча.

Язык Пролог. Хорновские дизъюнкты. Вывод в языке Пролог, использующий метод резолюций.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Статистическая физика

Цель дисциплины:

Дать студентам знания, необходимые для описания различных физических явлений в области приложений как классической, так и квантовой статистической физики, и методы построения соответствующих математических моделей. Показать соответствие системы постулатов, положенных в основу статистической физики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению и определить пределы её применимости.

Задачи дисциплины:

- Изучение математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов решения задач как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов описания макроскопических систем частиц и их термодинамических свойств, в том числе систем, взаимодействующих с внешними полями;
- овладение студентами методов классической и квантовой статистической физики для описания свойств различных конкретных физических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Постулаты и принципы как классической, так и квантовой статистической физики, методы описания макроскопических систем частиц различной природы, а также постулаты термодинамики;
- основные уравнения термодинамики и свойства термодинамических потенциалов;
- основные методы математического аппарата систем многих частиц, формализм чисел заполнения (метод вторичного квантования), аппарат статистического усреднения операторов;

- основные методы решения задач как классической, так и квантовой статистической физики, включая анализ термодинамических свойств и поведения макроскопических систем во внешних полях;
- методы и способы описания конденсированного состояния вещества;
- методы описания низкотемпературных свойств сильно взаимодействующих систем.

уметь:

- Пользоваться аппаратом якобианов в приложении к термодинамике;
- пользоваться аппаратом теории вероятностей;
- пользоваться аппаратом вероятностных функций распределения;
- решать термодинамические задачи с учетом внешних полей;
- решать задачи о поведении макроскопических систем в заданном внешнем поле;
- применять метод теории среднего поля для решения задач о фазовых переходах второго рода;
- решать задачи про флуктуации термодинамических величин макроскопических систем;
- решать задачи про флуктуации параметра порядка сильно взаимодействующих систем.

владеть:

- Основными методами математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами макроскопических систем различной природы, так и с их термодинамическими свойствами.

Темы и разделы курса:

1. Бозе-газ

Идеальный бозе-газ. Бозе-конденсация, теплоемкость, уравнение состояния бозе-газа. Концепция квазичастиц. Фотоны и фононы. Химический потенциал, давление и теплоемкость черного излучения и твердого тела

2. Информационная энтропия

Информационная энтропия Гиббса. О законе возрастания энтропии как потере информации. Теорема Нернста. Представление чисел заполнения. Вторичное квантование бозе- и ферми- газа. Гамильтонианы идеальных газов в представлении чисел заполнения.

3. Канонический ансамбль

Распределение Гиббса (канонический ансамбль). Эквивалентность канонического и микроканонического распределений в термодинамическом пределе. Флуктуация энергии в ансамбле Гиббса. Статистическая сумма. Основная формула статистической физики.

4. Классический (больцмановский) газ

Больцмановский газ, вычисление его термодинамических величин. Ионизация и диссоциация. Большой канонический ансамбль. Температура вырождения.

5. Микроканонический ансамбль

Макроскопические системы. Средние значения. Эргодическая гипотеза. Статистическая независимость и закон больших чисел. Термодинамический предел. Число состояний, плотность числа состояний. Статистическая энтропия Больцмана. Функция распределения и матрица плотности. Уравнение Лиувилля.

6. Принципы термодинамики

Замкнутые системы. Термодинамические величины. Температура. Термодинамическое равновесие. Энтропия. Неравновесная энтропия и второй закон термодинамики. Термодинамические тождества и неравенства. Принцип минимальности термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы в магнитном поле. Термодинамические флуктуации. Принцип Больцмана.

7. Сверхпроводимость

Микроскопическая теория сверхпроводимости неидеального ферми-газа. Гамильтониан БКШ. Неустойчивость Купера. Энергетическая щель. Термодинамика сверхпроводника, скачок теплоемкости. Теория Гинзбурга-Ландау. Сверхпроводящий ток. Уравнение Лондонов. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри Абрикосова. Верхнее и нижнее критические магнитные поля. Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона.

8. Сверхтекучесть

Микроскопическая теория сверхтекучести неидеального бозе-газа. Преобразование Боголюбова. Элементарные возбуждения. Критерий сверхтекучести Ландау.

9. Фазовые переходы

Условия равновесия фаз. Химическое равновесие. Формула Саха. Фазовые переходы I и II рода. Изменение симметрии фазы. Параметр порядка.

10. Фазовые переходы II рода

Теория фазовых переходов II рода (теория «среднего поля») в применении к ферромагнетику и сверхпроводнику.

11. Ферми-газ

Идеальный ферми-газ. Химический потенциал, давление и теплоемкость электронов в металле. Парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. Эффект де Гааза-ван Альфена.

12. Ферромагнетизм

Микроскопическая теория ферромагнетизма в приближении самосогласованного поля. Гамильтониан Гейзенберга. Магноны. Закон Блоха.

13. Флуктуации параметра порядка

Флуктуации параметра порядка и корреляционная длина. Флуктуационная теплоемкость. Критерий применимости теории «среднего поля». Масштабная инвариантность. Критические индексы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Стохастические дифференциальные уравнения

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями, концепциями стохастических дифференциальных уравнений (СтохДУ) и их приложений.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области СтохДУ и методов их решения;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и прикладных исследований в области СтохДУ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории СтохДУ;
- современные проблемы соответствующих разделов математики – СтохДУ;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла СтохДУ;
- основные свойства соответствующих математических объектов – СтохДУ;
- аналитические и численные подходы и методы решения типовых прикладных задач СтохДУ.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач СтохДУ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач СтохДУ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области СтохДУ в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач СтохДУ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих использования математических подходов теории и методов решения СтохДУ;
- предметным языком теории СтохДУ и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Источники. СтохДУ. Вспомогательный математический аппарат. Броуновское движение (винеровский процесс). Стохастическое исчисление.

Некоторые задачи, приводящие к стохастическим аналогам обыкновенных дифференциальных уравнений (стохастические модели, возникающие в физике, технике, биологии и финансовой математике).

Условное математическое ожидание и его свойства (линейность, "телескопичность", неравенство Иенсена и др.). Фильтрованные вероятностные пространства. Моменты остановки, их свойства, примеры. Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы с дискретным и непрерывным временем. Фундаментальные неравенства. Теоремы о сходимости. Локальные мартингалы и семимартингалы. Разложение Дуба–Мейера. Непрерывные и квадратично интегрируемые мартингалы.

Его различные конструкции. Поведение траекторий: недифференцируемость с вероятностью единица, локальные максимумы, точки роста. Броуновское семейство. Варианты марковского и строго марковского свойства броуновского движения (семейства). Применения к решению граничных задач (проблема Дирихле). Формула Фейнмана–Каца. Локальное время броуновского движения, аддитивные функционалы. Векторное броуновское движение. Процессы Бесселя. Фрактальное броуновское движение.

Построение интеграла Ито, свойства интеграла (в том числе мартингальность интеграла Ито с переменным верхним пределом). Интеграл Стратоновича. Связь между двумя видами стохастического интеграла. Интегрирование по семимартингалу. Формула Ито замены переменных и ее дальнейшие обобщения. Примеры.

2. Стохастические дифференциальные уравнения. Применения стохастических дифференциальных уравнений.

Сильные и слабые решения. Проблемы существования и единственности решений (в сильном и слабом виде). Результаты Скорохода, Ятамада и Ватанабе. Решение уравнения Ланжевена. Процесс Орнштейна-Уленбека. Марковское свойство сильного решения стохастического дифференциального уравнения. Теорема Энгельберта-Шмидта. Преобразование Камерона-Мартин-Гирсанова как метод построения слабых решений. Мартингальная проблема Струка-Варадана, связь со стохастическими дифференциальными уравнениями. Различные подходы к изучению диффузионных процессов.

Проблемы фильтрации (фильтр Калмана-Бьюси). Задача об оптимальной остановке. Стохастическое управление. Диффузионная модель цены акций: от модели Башелье к модели Самюэльсона. Опционы, справедливая цена. Формула Блэка-Шоулса. Оптимальные инвестиции и потребление.

3. Дальнейшие исследования СтохДУ.

Понятие о квантовых стохастических дифференциальных уравнениях и марковской эволюции открытых квантовых систем. Проблематика стохастических дифференциальных уравнений в частных производных. Некоторые методы численного решения стохастических дифференциальных уравнений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теоретическая криптография

Цель дисциплины:

Ознакомить студентов, специализирующихся в области программирования, с основными проблемами, возникающими в современной теоретической криптографии, основными понятиями и криптографическими примитивами, являющимися основой построения доказуемо стойких криптосистем и протоколов.

Задачи дисциплины:

Основное внимание в курсе уделяется математически строгим определениям основных понятий современной теоретической криптографии и доказательствам стойкости различных типов криптосистем и криптографических протоколов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, теории современного системного программирования;
- криптографические протоколы - прикладные и примитивные;
- криптографически стойкие генераторы псевдослучайных последовательностей.

уметь:

- разрабатывать, обосновывать и реализовывать новые методы и алгоритмы машинно-независимой оптимизации программ;
- криптографические хэш-функции. Определения семейства односторонних хэш-функций и семейства функций с трудно обнаружимыми коллизиями;
- применять компиляторные методы и компиляторные среды для решения задач обратной инженерии, защиты программного кода, обнаружения дефектов в программах и др.

владеть:

- основными проблемами, возникающими в современной теоретической криптографии;
- основными понятиями и криптографическими примитивами, являющимися основой построения доказуемо стойких криптосистем и протоколов;
- навыками самостоятельной работы в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Предмет математической криптографии.

Криптографические протоколы - прикладные и примитивные. Криптографические примитивы. Модель противника. Стойкость криптографических протоколов и криптографических примитивов. Три задачи криптографии - обеспечение конфиденциальности, целостности, неотслеживаемости.

Элементы теории сложности вычислений. Вероятностная машина Тьюринга. Классы BPP и RP. Рандомизированные вычисления за полиномиальное в среднем время. Формализация понятия эффективного алгоритма в однородной и неоднородной моделях вычислений.

2. Класс P/poly. Теорема об эквивалентности двух определений эффективного алгоритма: через класс P/poly и через семейство схем полиномиального размера. Вложение класса BPP в класс P/poly.

Односторонние функции. Определения сильной и слабой односторонних функций. Теорема Яо об эквивалентности предположений о существовании сильных и слабых односторонних функций.

Понятие трудного предиката функции. Теорема Гольдрайха-Левина о существовании у односторонней функции трудного предиката.

Криптографически стойкие генераторы псевдослучайных последовательностей. Понятие вычислительной неотличимости семейств распределений вероятностей.

Два определения генератора псевдослучайных последовательностей: через неотличимость от равномерно распределенных последовательностей и через тест следующего бита. Теорема Яо об эквивалентности этих определений.

3. Построение генератора псевдослучайных последовательностей исходя из произвольной односторонней перестановки.

Теорема Хостада и др. (без доказательства) о необходимом и достаточном условии существования генераторов псевдослучайных последовательностей.

Криптосистемы с секретным ключом. Блочные и потоковые криптосистемы.

Атаки на криптосистемы и угрозы безопасности криптосистем. Определение стойкости криптосистемы.

4. Доказательство существования стойкой потоковой криптосистемы с секретным ключом в предположении существования генератора псевдослучайных последовательностей.

Генераторы псевдослучайных функций и псевдослучайных перестановок. Определение генератора псевдослучайных функций. Теорема Гольдрайха и др. о существовании генераторов псевдослучайных функций в предположении существования генераторов псевдослучайных последовательностей.

Определение генератора обратимых псевдослучайных перестановок. Преобразование Файстеля. Теорема Луби и Ракоффа (без доказательства) о необходимом и достаточном условии существования обратимых псевдослучайных перестановок.

Построение доказуемо стойких блочных криптосистем исходя из генераторов псевдослучайных функций или генераторов псевдослучайных перестановок.

5. Схемы электронной подписи. Понятие об аутентификации сообщений. Определение схемы электронной подписи.

Арбитраж. Атаки на схемы электронной подписи и угрозы их безопасности.

Определение стойкости для схемы электронной подписи. Схема Лампорта.

Криптографические хэш-функции. Определения семейства односторонних хэш-функций и семейства функций с трудно обнаружимыми коллизиями. Теорема Наора и Юнга: если существуют односторонние перестановки, то существуют семейства односторонних хэш-функций.

Применение хэш-функций к преобразованию одноразовой схемы электронной подписи в многоразовую. Теорема Ромпеля (без доказательства) о необходимом и достаточном условии существования стойких схем электронной подписи.

6. Протоколы интерактивного доказательства с нулевым разглашением. Понятие интерактивной пары машин Тьюринга. Определение протокола интерактивного доказательства для языка.

Свойство нулевого разглашения: вычислительное, статистическое, абсолютное. Протокол доказательства с абсолютно нулевым разглашением для языка ИЗОМОРФИЗМ ГРАФОВ.

Протокол привязки к биту. Понятие блоба. Теорема Гольдрайха и др. (идея доказательства) о существовании протоколов доказательства с нулевым разглашением для всех языков из класса NP. Понятие интерактивной аутентификации.

Криптосистемы с открытым ключом. Определение криптосистемы с открытым ключом. Атаки и угрозы для криптосистем с открытым ключом.

Определение функции с секретом. Криптосистема Рабина. Доказательство стойкости криптосистемы Рабина в предположении вычислительной трудности задачи факторизации целых чисел.

Понятие неотслеживаемости. Системы электронных платежей. Электронная монета.

Схема электронной подписи вслепую.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теоретические основы численного анализа

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с основными понятиями и идеями теоретического численного анализа и подготовить студентов к самостоятельной работе в этой области. Студентам излагаются фундаментальные понятия в этой области: чебышевские пространства, альтернанс, положительные ядра, интерполяции, сплайн-интерполяций, насыщение, и их приложения к задачам аппроксимаций и получения оценок такой аппроксимации.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области теоретических основ численного анализа;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теоретических основ численного анализа;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и задачи в области теории приближений (теоретического численного анализа);
- современные проблемы соответствующих разделов теоретического численного анализа;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла теоретических основ численного анализа;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых задач дискретной математики (численного анализа).

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач построения и анализа методов приближения;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить методы решения задач нахождения и анализа найденных приближений;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области построения и анализа приближений.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач построения и анализа приближений;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов для решения задач построения и анализа приближений;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов навыками освоения большого объема информации и решения задач АЛКТГ (в том числе, сложных).

Темы и разделы курса:

1. Постановка задачи о наилучшем приближении. Задача о наилучшем приближении непрерывных функций. Чебышевские пространства функций. Чебышевский альтернанс. Теорема Джексона об оценке скорости сходимости наилучших приближений на некотором важном классе функций.

Теорема Фавара об оптимальных константах.

Приближение бесконечномерных пространств пространствами конечной размерностью. Понятие о наилучшем приближении. Теорема Бореля о существовании наилучшего приближения. Неединственность наилучшего приближения в общем случае. Понятие о строго выпуклых пространствах. Достаточное условие единственности наилучшего приближения.

Свойства чебышевских подпространств. Примеры чебышевских пространств. Теорема о несуществовании чебышевских подпространств для функций, область определения которых

отлична от прямой и окружности. Теорема Чебышева о существовании и единственности наилучшего приближения в чебышевском подпространстве.

Понятие положительного ядра. Метод построения приближений функций с помощью ядер. Теорема о равномерной сходимости последовательности сверток. Примеры ядер: Фурье и Фейера и теоремы Дирихле и Фейера. Теорема Вейерштрасса. Ядро Джексона. Теорема Джексона о скорости сходимости наилучших приближений для некоторого важного класса функций.

Понятие оптимальности констант в формуле Джексона. Функции Бернулли и формула обращения для представления периодических функций. Теорема Фавара.

2. Интерполяция. Интерполяционный процесс. Погрешность интерполяции. Лагранжевы сплайны. Интерполяционный полином в ньютоновой форме.

Постановка задачи. Полиномы Лагранжа. Константы Лебега. Неравенство Лебега. Оценки констант Лебега для равномерных узлов.

Нижняя и верхняя оценки для констант Лебега (Теоремы Фабера-Бернштейна и Бернштейна). Существование равномерного интерполяционного процесса для каждой непрерывной функции. Невозможность одновременного интерполяционного процесса для всех непрерывных функций. Чебышевские узлы интерполяции. Пример Бернштейна. Оценка погрешности интерполяции для некоторого важного класса функций. Интерполяция периодических функций.

Пространство лагранжевых сплайнов. Свойства сплайнов. Неравенство Лебега для сплайнов. Теорема о равномерной сходимости аппроксимаций сплайнами. Теорема о насыщении аппроксимации сплайнами.

Интерполяционный полином в ньютоновой форме. Конечные разности. Целозначные многочлены. Теорема о представлении целозначных многочленов в виде многочленов Ньютона.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория автоматического управления

Цель дисциплины:

Углубленное изучение основ теории автоматического управления динамическими системами.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области управления динамическими системами различных классов;
- приобретение теоретических знаний в области математического моделирования динамических систем;
- приобретение теоретических знаний и навыков практического использования методов анализа и синтеза систем управления динамическими объектами.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия классической и современной теории автоматического управления;
- классификацию систем управления по виду математических моделей;
- современные методы анализа, идентификации и синтеза систем управления динамическими объектами различных классов;
- методы статистического исследования динамических систем.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при построении моделей процессов, протекающих в системах управления;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;

- вычислять реакции стационарных и нестационарных динамических систем (как линейных, так и нелинейных, непрерывных и дискретных) на заданные возмущающие воздействия;
- оценивать свойства «управляемость» и «наблюдаемость» линейных динамических систем
- исследовать устойчивость непрерывных и дискретных систем управления;
- осуществлять статистический анализ линейных и нелинейных динамических систем;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой моделирования и исследования процессов управления;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Базовые понятия теории управления динамическими системами.

Общая постановка проблемы управления. Математические модели систем управления. Классификация систем автоматического управления (САУ). Понятие пространства состояний динамической системы. Базис пространства состояний. Состояния и выход системы. Понятие размерности САУ.

2. Дискретные и гибридные системы. Часть 1.

Дискретные системы. Типы дискретных систем. Дискретно-непрерывные и дискретные фильтры. Математические основы анализа дискретных и дискретно-непрерывных систем. Решетчатые функции. Дискретное преобразование Лапласа.

3. Дискретные и гибридные системы. Часть 2.

Импульсный элемент. Квантование сигналов по времени. Спектр квантованного сигнала. Теорема Котельникова. Характеристики дискретных линейных систем. Дискретная свертка.

Дискретная передаточная функция. Примеры дискретных систем. Системы, включающие ЦВУ. Устойчивость дискретных систем. Алгебраические критерии устойчивости.

4. Идентификация систем управления и синтез линейных законов управления.

Идентификация систем уравнений по передаточной матрице. Программное управление. Синтез программных управлений. Стабилизация программных движений. Модальное управление. Проблема синтеза законов управления для систем с многими входами. Синтез робастных систем. H-оптимизация.

5. Многомерные линейные системы управления. Методы анализа.

Многомерные линейные САУ. Основные свойства. Приведение систем уравнений.

к каноническому виду. Переходная матрица состояний. Полное движение системы. Понятие сопряженной системы. Свойства сопряженных систем. Стационарные линейные системы. Переходная матрица состояний и передаточная матрица стационарной системы. Вычисление передаточной матрицы по матрице коэффициентов. Управляемость линейных систем. Критерий управляемости. Управляемые состояния. Структура не полностью управляемой системы. Наблюдаемость линейных систем. Критерий наблюдаемости. Наблюдаемое состояние. Теорема дуальности.

6. Нелинейные системы управления. Точные методы анализа. Приближенные методы анализа.

Нелинейные САУ. Свойства нелинейных систем. Предельные циклы. Автоколебания в нелинейных системах. Особенности анализа нелинейных систем. Метод припасовывания. Методы малого параметра и точечных преобразований. Функции исследования

Исследование периодических режимов в нелинейных системах. Метод гармонической линеаризации. Симметричные, несимметричные и вынужденные колебания. Эффект вибрационного сглаживания. Условия захватывания.

Устойчивость периодических режимов.

7. Статистический анализ систем управления. Линейные системы.

Постановка задачи статистического анализа САУ. Вероятностное описание случайных процессов. Связь между статистическими характеристиками процессов на входе и выходе линейных систем. Статистический анализ многомерных нестационарных линейных систем. Метод Дункана.

8. Статистический анализ систем управления. Нелинейные системы.

Статистический анализ нелинейных САУ. Статистическая линеаризация нелинейных преобразований. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова. Анализ кусочно-линейных систем.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория вероятностей

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями теории вероятностей.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, методов и моделей) теории вероятностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории вероятностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области теории вероятностей.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия теории вероятностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла теории вероятностей;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории вероятностей.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить решения задач теории вероятностей, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области теории вероятностей в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории вероятностей (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории вероятностей;
- предметным языком теории вероятностей и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия теории вероятностей.

Интуитивные предпосылки теории вероятностей.

Множество элементарных исходов опыта, событие.

Классическое и геометрическое определение вероятности.

2. Аксиоматика теории вероятностей.

Аксиоматическое определение вероятности. Алгебра и сигма-алгебра событий. Борелевская сигма-алгебра. Аксиомы теории вероятностей и следствия из них. Вероятностное пространство. Теорема непрерывности вероятности. Теорема сложения вероятностей.

3. Свойства вероятностного пространства.

Зависимые и независимые события. Условная вероятность события. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Леммы Бореля-Кантелли. Формула включений-исключений.

4. Случайная величина как объект теории вероятностей.

Случайная величина как измеримая функция. Функция распределения случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Плотность распределения вероятностей.

5. Основные виды случайных величин.

Конкретные распределения случайных величин. Схема Бернулли, геометрическое и биномиальное распределение. Простейший поток событий и распределение Пуассона.

Показательное, равномерное, нормальное, log-нормальное и отрицательно-биномиальное распределения. Бета-распределение и гамма-распределение.

6. Интеграл Стильеса и его свойства. Моментные характеристики случайных величин.

Интеграл Стильеса и его свойства. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Моменты случайной величины. Условное математическое ожидание. Коэффициент корреляции двух случайных величин.

7. Случайный вектор и его свойства.

Случайный вектор. Функция распределения случайного вектора. Зависимые и независимые случайные величины, условные законы распределения. Корреляционная матрица случайного вектора. Функции случайных величин. Невырожденное функциональное преобразование случайного вектора.

8. Аппарат характеристических функций.

Аппарат характеристических функций. Характеристическая функция и ее свойства. Связь моментов случайной величины с ее характеристической функцией. Разложение характеристической функции в ряд. Производящая функция и ее свойства для дискретных случайных величин. Связь моментов и вероятностей дискретной случайной величины с ее производящей функцией. Разложение производящей функции в ряд. Связь характеристических и производящих функций.

9. Типы сходимости случайных величин.

Сходимость последовательностей случайных величин с вероятностью единица (почти, наверное), в среднем квадратичном, по вероятности, по распределению. Соотношение между различными типами сходимости.

10. Закон больших чисел.

Неравенство Чебышева. Закон больших чисел. Критерий Колмогорова. Теоремы Хинчина и Чебышева. Усиленный закон больших чисел. Теоремы Колмогорова и Бореля. Неравенство Бернштейна. Оценивание скорости сходимости частоты к вероятности в схеме Бернулли.

11. Предельные теоремы.

Интегральная и локальная теоремы Муавра–Лапласа. Дискретная поправка. Теорема Линдберга. Теорема Натана для суммы случайных величин в случайном количестве. Центральная предельная теорема. Условие Ляпунова. Теорема Гливенко.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория и практика многопоточного программирования

Цель дисциплины:

Освоение студентами современных методов разработки и отладки многопоточных программ в вычислительных системах с разделяемой памятью.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний об инструментах параллельной разработки
- формирование знаний об инструментах отладки параллельных программ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- инструменты создания параллельных программ;
- основные типы ошибок и проблем в параллельных программах;
- инструменты отладки параллельных программ.

уметь:

- создавать эффективные параллельные программы;
- находить и исправлять ошибки и проблемы в многопоточных программах.

владеть:

- инструментами создания и отладки многопоточных программ.

Темы и разделы курса:

1. GPGPU.

10. GPGPU. Программирование графических процессоров.

11. Измерение времени в многопоточных программах. Основы OpenMP.

2. Понятие многопоточного программирования.

1. Введение в параллельное программирование. Предпосылки возникновения параллельных систем. Состояние дел на начало XXI века. Парадигмы последовательного и параллельного мышления. Содержание курса. Компетенции после курса. Цель: формирование знания об архитектурах параллельных систем. Основы архитектуры фон Неймана и РС. Компоненты архитектуры, явно влияющие на производительность (CPU, шина, кэш, Interconnect). Программные способы влияния на производительность. Цель: формирование знаний о влиянии аппаратных компонентов на скорость программы.

2. Последовательность исполнения, упорядоченность и атомарность. Процессы и потоки. Инструкции x86. Видимость результатов. Модель упорядоченности доступа к памяти. Атомарность и атомарные примитивы. Цель: формирование знаний о принципе исполнения программы.

3. Формальное представление многопоточной системы. Уровни абстракции программы. Корректность программы. Время как абстракция. Вероятность ошибки. Цель: формирование осведомлённости о заблуждениях в разработке, введение абстрактных понятий.

3. Проблемы многопоточности

4. Проблемы многопоточности. Общие проблемы многопоточности. Проблемы работы с разделяемой памятью. Разделяемые объекты, синхронизация, примитивы синхронизации. Цель: обзор типичных практических ошибок многопоточных программ.

5. Модель исполнения. Математическая модель многопоточной программы. Терминология теории параллельного программирования. Реализация объектов блокировки. Цель: формирование математического аппарата для доказательных рассуждений о многопоточном исполнении.

6. Согласованность, история, линеаризуемость. Свойства согласованности и регистры. История. Линеаризация истории. Цель: формирование представления о типах согласованности программы и о типах регистров памяти.

4. Концепции синхронного исполнения.

7. Консенсус. Число консенсуса. Протокол, состояние протокола. Валентность состояния. Создание консенсуса из примитивов. Цель: ознакомление с концепцией консенсуса как с ключевым понятием синхронизации многопоточных приложений. Универсальный объект. Невозможность консенсуса в системе со сбоями. Цель: закрепление теоретических выкладок о композиционности консенсуса. Ознакомление с ограничениями применимости протокола консенсуса.

8. Подходы к синхронизации. Виды замков. 5 подходов к синхронизации. Цель: обзор практических подходов к синхронизации многопоточных программ.

9. Разделяемые структуры данных и алгоритмы обслуживания. Обзор параллельных структур данных. Особенности реализации замков. Цель: ознакомление с особенностями реализации разделяемых коллекций. Ознакомление с особенностями реализации замков.

5. Инструменты Intel

12. Инструменты Intel. Intel Inspector. Intel VTune Amplifier.

13. Концепции синхронного исполнения. Ошибки синхронизации. Поиск и исправление. Делегаты. Задачи и callback-методы. Invoke-инъекции.

6. Масштабируемость

14. Масштабируемость. Масштабируемость программ и примитивов синхронизации. Распараллеливание классических задач.

15. Пулы потоков. Асинхронные серверы. Кэш.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория и реализация языков программирования

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями теории формальных языков и автоматов в приложении их к задачам дискретной математики, в частности, с методами реализации языков программирования (ТЯП).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области ТЯП;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ТЯП;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области ТЯП.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории формальных языков и автоматов и методов реализации языков программирования (ТЯП);
- современные проблемы соответствующих разделов теории и реализации языков программирования (ТЯП);
- понятия, доказательства основных теорем, алгоритмы в разделах, входящих в базовую часть цикла ТЯП;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории формальных языков и автоматов и применения соответствующих алгоритмов.

уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ТРЯП;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ТРЯП, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ТРЯП в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ТРЯП (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов ТРЯП;
- предметным языком теории и реализации языков программирования и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Формальные языки и их представление.

Алфавиты, цепочки и языки. Представление языков. Грамматики. Формальное определение грамматики. Типы грамматик и их свойства. Машины Тьюринга. Неразрешимость проблемы останова. Класс рекурсивных множеств. Связь машин Тьюринга и грамматик типа 0. Линейно-ограниченные автоматы и их связь с контекстно-зависимыми грамматиками

2. Конечные автоматы и регулярные множества.

Регулярные множества и выражения. Конечные автоматы и алгоритмы их построения.

Связь регулярных множеств, конечных автоматов и регулярных грамматик.

Минимизация и эквивалентность конечных автоматов.

3. Контекстно-свободные грамматики и автоматы с магазинной памятью.

Определения, эквивалентность КС-грамматик и МП-автоматов.

Приведение грамматик.

Общие методы синтаксического анализа.

4. Предсказывающий разбор сверху-вниз.

Функции FIRST и FOLLOW.

Построение таблицы анализатора.

Алгоритм синтаксического анализа.

5. Разбор снизу-вверх типа перенос-свертка.

Каноническая система множеств.

Построение таблицы анализатора.

Алгоритм синтаксического анализа.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория массового обслуживания

Цель дисциплины:

— приобретение теоретических знаний, умений и практических навыков, связанных с моделированием систем массового обслуживания и применением этих моделей.

Задачи дисциплины:

— дать инструментарий, пригодный для описания и моделирования систем массового обслуживания;

— дать теоретические знания, которые нужны для понимания академической литературы, затрагивающей проблемы массового обслуживания;

— познакомить студентов с математическими моделями наступления событий во времени.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

— основные параметры и характеристики систем массового обслуживания;

— типичные области применения ТМО;

— основные вероятностные модели времени наступления событий: пуассоновский поток, поток Эрланга, поток восстановления.

уметь:

— найти стационарное распределение марковской цепи в дискретном и непрерывном времени;

— рассчитать основные характеристики эффективности систем массового обслуживания: $M/M/1$; $M/M/1/K$; $M/M/c$; $M/M/c/c$; $M/M/\infty$; $M/G/1$; $M[X]/G/1$;

— подобрать подходящую модель для описания реальной ситуации;

— реализовать имитационную модель СМО;

— найти стационарное распределение числа заявок в случае возможности отказа от ожидания в очереди (balking) или ухода (reneging).

владеть:

— методами описания систем массового обслуживания, методами нахождения вероятностных характеристик соответствующих случайных процессов.

Темы и разделы курса:**1. Основные понятия теории массового обслуживания**

Система массового обслуживания (СМО) и её составляющие. Параметры СМО: интенсивность входящего потока заявок, интенсивность обслуживания. Нотация Кендалла. Характеристики СМО: среднее число заявок в системе, средняя длина очереди, коэффициент загрузки мощностей, среднее время пребывания в системе, среднее время ожидания в очереди, пропускная способность, вероятность потерь.

2. Моделирование входящего потока заявок

Поток заявок в дискретном времени: схема Бернулли. Простейший (однородный пуассоновский) поток заявок. Распределение числа заявок в простейшем потоке, поступающих за заданный промежуток времени. Время между поступлением заявок в простейшем потоке: экспоненциальное распределение и распределение Эрланга. Неоднородный пуассоновский поток. Не пуассоновские потоки событий и теорема Пальма–Хинчина.

3. Цепи Маркова

Цепи Маркова в дискретном и непрерывном времени. Разложимость, периодичность и эргодичность цепи. Уравнения Колмогорова и стационарное распределение цепи. Процесс размножения и гибели.

4. Экспоненциальные модели СМО

Системы, моделируемые процессом размножения и гибели: $M/M/1$; $M/M/1/K$; $M/M/c$; $M/M/c/c$; $M/M/\infty$. Распределение числа заявок и времени ожидания в очереди в этих системах. Основные числовые характеристики экспоненциальных систем. Формула Литтла.

5. Модели с общим распределением времени обслуживания и с неординарным потоком заявок

Система $M/G/1$. Формула Полячека–Хинчина. Приоритетное обслуживание в системе $M/G/1$. Заявки, поступающие пакетами: $M[X]/G/1$.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория поля

Цель дисциплины:

Дать студентам знания необходимые для описания различных физических явлений в области приложений специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории относительности и классической электродинамики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять, как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

Задачи дисциплины:

- Изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методов релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;
- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;

- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.

уметь:

- Пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.

владеть:

- Основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами.

Темы и разделы курса:

1. Принцип относительности

Однородность пространства и однородность времени, изотропия пространства, инерциальные системы отсчёта. Ньютонова механика и принцип относительности Галилея. Потенциальность сил и дальноедействие. Постоянство скорости света. Несовместимость

конечности скорости распространения взаимодействий с принципом относительности Галилея. Принцип относительности Эйнштейна. Изменение представлений о свойствах пространства и времени в результате опытов со светом. Преобразования Лоренца, их вывод и следствия из них. Относительность одновременности и промежутков времени. Мысленные опыты по измерению длин, промежутков времени и синхронизации часов. Сокращение длин, замедление времени и собственное время. Релятивистское сложение скоростей и преобразование направлений. Эффект прожектора. Аберрация света.

2. Четырехмерное псевдоевклидово пространство Минковского.

Декартовы координаты. Мировая точка (событие) и мировая линия. Интервалы между событиями как мера расстояния в пространстве Минковского. Пространственно-подобные, временно-подобные и нулевые интервалы. Световой конус. Принцип причинности. Инвариантность интервала и геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. Аффинные преобразования. Понятие 4-вектора. Скалярное произведение. Метрика четырехмерного пространства. Контра- и ковариантное представление. 4-градиент и 4-дивергенция. 4-векторы скорости и ускорения. Ковариантность физических законов относительно преобразования Лоренца как переформулировка принципа относительности. Векторы и тензоры в трехмерном пространстве.

3. Описание движения свободной релятивистской точечной частицы.

Понятие точечной элементарной частицы, её 4-координата и мировая линия. Ковариантная формулировка принципа наименьшего действия в пространстве Минковского, функция Лагранжа свободной частицы. Принцип соответствия. Энергия, импульс и гамильтониан свободной релятивистской частицы. 4-вектор импульса. Частицы с нулевой массой. Ультрарелятивистское движение. Закон сохранения 4-импульса замкнутой системы как следствие однородности пространства-времени. Лабораторная система и система центра масс. Применение закона сохранения 4-импульса для описания упругих столкновений частиц. Эффективная масса системы. Неупругие столкновения и распады с образованием новых частиц. Дефект массы для составных

систем. Порог реакции. Волновой 4-вектор. Эффект Доплера.

4. Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем.

Понятия заряда точечной элементарной частицы и электромагнитного поля. 4-вектор потенциал электромагнитного поля. Действие и лагранжиан для точечной частицы во внешнем векторном поле. Энергия, обобщенный и кинематический импульсы. Уравнение Лагранжа и сила Лоренца. Функция Гамильтона. Градиентная (калибровочная) инвариантность. Ковариантный вывод уравнения движения заряженной частицы в четырехмерном виде. 4-вектор силы.

5. Тензор электромагнитного поля.

Понятие тензора. 4-тензоры и их свойства. Абсолютно антисимметричный и метрический тензоры. Инвариантность 4-объема. Электрическое и магнитное поля как компоненты антисимметричного 4-тензора электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для потенциалов (φ , A) и напряженностей (E , H) из одной системы отсчета в другую. Инварианты поля и их следствия. Дуальный тензор поля.

6. Движение заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

Движение заряженной частицы в постоянных однородных электрическом и магнитном полях. Дрейф в скрещенных полях. Средняя сила и средний момент силы для системы частиц во внешних слабонеоднородных электрическом и магнитном полях. Электрический и магнитный дипольные моменты. Энергия магнитного момента во внешнем магнитном поле. Гиромагнитное отношение. Прецессия магнитного момента во внешнем поле и теорема Лармора. Адиабатический инвариант и движение заряженной частицы в слабопеременном магнитном поле. Движение ведущего центра орбиты и поперечный дрейф заряженной частицы в слабонеоднородном магнитном поле. Магнитные зеркала и примеры осуществления их в природе и технике.

7. Уравнения электромагнитного поля.

Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов и их вывод из первых принципов. Первая пара уравнений Максвелла. Распределенные заряды. Переход от точечных зарядов к распределенной системе зарядов и токов при помощи δ -функции. Плотности заряда и тока системы точечных частиц. Закон сохранения электрического заряда и 3 уравнение непрерывности. 4-вектор плотности тока. Функционал действия и плотность функции Лагранжа для электромагнитного поля. Получение второй пары уравнений Максвелла из вариационного принципа. Уравнения Максвелла в трехмерной и четырехмерной формах. Единственность решений уравнений Максвелла. Свойства симметрии уравнений Максвелла.

8. Энергия и импульс электромагнитного поля. Уравнения для потенциалов.

Плотность энергии поля и вектор плотности потока энергии (вектор Пойнтинга). Баланс энергии системы заряженных частиц и электромагнитного поля. Плотность импульса поля, тензор плотности потока импульса и тензор напряжений Максвелла. Баланс импульса системы заряженных частиц и электромагнитного поля. Плотность силы Лоренца. 4-тензор энергии- импульса. Калибровочная инвариантность уравнений электродинамики. Уравнения для потенциалов. Вид уравнений для 4-потенциалов в кулоновской калибровке и в калибровке Лоренца. Оператор Д'Аламбера. Основные уравнения электро- и магнитостатики. Электростатический потенциал точечного заряда.

9. Электро- и магнитостатика.

Уравнение Пуассона и его решение. Функция Грина уравнения Пуассона. Электрическое поле

системы неподвижных зарядов на больших расстояниях. Мультипольное разложение потенциалов. Электрический квадрупольный момент. Энергия электростатического взаимодействия и устранение самодействия точечных частиц. Выражение энергии системы зарядов во внешнем слабонеоднородном электрическом поле через мультипольные моменты. Решение уравнения Пуассона для векторного потенциала стационарной системы токов. Закон Био–Савара. Магнитное поле усредненного по времени стационарного движения зарядов на больших расстояниях.

10. Свободное поле. Неоднородные волновые уравнения.

Однородные волновые уравнения для потенциалов свободного электромагнитного поля в пустом пространстве и их решения. Плоские монохроматические электромагнитные волны и их поляризация. Линейная, круговая и эллиптическая поляризации. Усреднение по

времени и по поляризации. Решение неоднородных волновых уравнений с помощью функции Грина. Функция Грина в фурье-представлении по времени. Функция Грина волнового уравнения и принцип причинности. Определение запаздывающей функции Грина.

11. Запаздывающие потенциалы. Излучение в дипольном приближении.

Запаздывающая и опережающая функции Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Дипольное приближение, его физический смысл и критерии применимости. Потенциалы поля излучения в дипольном приближении. Поля E и H в волновой и квазистационарной зонах. Интенсивность излучения в дипольном приближении. Угловое и спектральное распределения дипольного излучения и его поляризация.

12. Излучение движущихся зарядов вне дипольного приближения.

Поле в волновой зоне колеблющихся магнитного диполя и электрического квадруполь. Интенсивность излучения магнитного диполя и электрического квадруполь. Излучение релятивистски-движущихся частиц. Потенциалы Лиенара–Вихерта. Формула Лармора. Синхротронное излучение и его полная интенсивность. Оценка длины формирования, углового и спектрального распределения синхротронного излучения в ультрарелятивистском случае.

13. Реакция излучения и рассеяние электромагнитных волн.

Сила радиационного трения. Затухание, вызываемое излучением. Естественная (классическая) ширина спектральной линии. Пределы применимости классической электродинамики на малых расстояниях и в сильных полях. Постановка задачи о рассеянии. Дифференциальное и полное сечение рассеяния монохроматической волны на заряде. Рассеяние света на свободном электроде. Томсоновское сечение рассеяния и классический радиус электрона. Поляризация рассеянного света. Рассеяние электромагнитных волн на связанном электроде как на осцилляторе с затуханием. Резонансное рассеяние.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория разностных схем

Цель дисциплины:

изучение основных понятий, математического аппарата и методов теории разностных схем – одного из фундаментальных разделов вычислительной математики.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами основными теоретическими понятиями вычислительной математики – аппроксимацией, устойчивостью, сходимостью, консервативностью, монотонностью и экономичностью конечно-разностных схем;
- приобретение фундаментальных знаний для корректной постановки вычислительных задач для основных уравнений математической физики;
- овладение студентами современными методами конструирования разностных схем с требуемыми свойствами;
- овладение студентами современными численными методами решения разностных схем;
- овладение студентами математическим аппаратом теории разностных схем для численного анализа дискретных уравнений математической физики, полученных конечно-разностными, вариационными и проекционными методами;
- приобретение практических знаний для оценки точности результатов расчётов, овладение методиками получения численных решений с гарантированной точностью.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия вычислительной математики;
- современные методы построения дискретных моделей математической физики конечно-разностными методами, вариационными и проекционными методами;
- математический аппарат численного анализа дискретных уравнений математической физики.

уметь:

- построить для основных уравнений математической физики разностную схему с требуемыми свойствами;
- корректно поставить вычислительную задачу для основных уравнений математической физики;
- исследовать разностные схемы на аппроксимацию, устойчивость, сходимость, монотонность;
- эффективно решать на ЭВМ дискретные уравнения математической физики;
- производить численные оценки точности результатов расчётов;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач.

владеть:

- навыками построения эффективных алгоритмов численного решения уравнений математической физики;
- способностью корректно поставить вычислительные задачи;
- методикой исследования основных свойств дискретных математических моделей;
- методикой проведения расчётов с гарантированной точностью;
- навыками самостоятельной работы.

Темы и разделы курса:

1. Компактные разностные схемы. Метод дифференциального приближения.

Компактные разностные схемы для уравнения теплопроводности и уравнения переноса. Бикомпактные схемы.

Метод дифференциального приближения разностных схем на примере линейного уравнения переноса. Дисперсия и диссипация схем.

2. Методика расчётов с гарантированной точностью. Методы решения сеточных уравнений.

Методика расчётов с гарантированной точностью. Экстраполяция Ричардсона.

Итерационные методы. Двухслойные итерационные схемы. Итерационные методы простой итерации, Зейделя и верхней релаксации. Условие сходимости стационарных итерационных методов.

Явная итерационная схема с чебышевским набором параметров (ЧНП). Устойчивость схемы с ЧНП и упорядочивание набора итерационных параметров.

Неявный итерационный метод с ЧНП. Попеременно-треугольный метод (ПТМ).

Итерационные методы вариационного типа.

3. Общая теория устойчивости разностных схем.

Классы устойчивых двухслойных схем. Исходное семейство схем. Энергетическое тождество. Устойчивость по начальным данным в НА и НВ. Оценка нормы оператора перехода.

Метод разделения переменных. Устойчивость по правой части, \square -устойчивость. Случай переменного оператора A , кососимметричного оператора A .

Устойчивость по начальным данным трёхслойной разностной схемы. Примеры исследования устойчивости трёхслойных схем.

4. Основные понятия теории разностных схем. Однородные разностные схемы. Методы построения разностных схем.

Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации на сетке. Постановка разностной задачи. Повышение порядка аппроксимации разностной схемы. Аппроксимация краевых и начальных условий.

Разностные уравнения второго порядка. Краевая задача. Метод прогонки, устойчивость прогонки. Принцип максимума для разностного уравнения второго порядка.

Формулы "разностного дифференцирования" произведения и суммирования по частям. Разностные формулы Грина. Пространства сеточных функций, разностные операторы. Условие самосопряжённости разностного оператора второго порядка.

Отыскание собственных функций и собственных значений разностного оператора второго порядка на равномерной сетке. Разностные аналоги теорем вложения. Метод энергетических неравенств.

Понятие устойчивости разностной схемы. Понятие корректности, сходимости и точности разностных схем.

Разностные схемы как операторные уравнения. Устойчивость, аппроксимация и сходимость. Априорные оценки. Негативные нормы.

Понятие об однородных разностных схемах. Трёхточечные схемы. Условие второго порядка аппроксимации.

Консервативные разностные схемы. Пример схемы, расходящейся в классе разрывных коэффициентов. Интегро-интерполяционный метод.

Однородные консервативные разностные схемы. Сходимость и точность консервативных однородных схем на равномерных сетках.

Однородные разностные схемы на неравномерных сетках. Порядок точности на неравномерных сетках. Монотонные схемы.

Методы построения разностных схем. Интегро-интерполяционный метод для задачи с сосредоточенным источником тепла. Методы Ритца и Галеркина. Метод сумматорных тождеств. Метод аппроксимации квадратичного функционала. Понятие о методе конечных элементов.

5. Разностные схемы для гиперболических уравнений.

Уравнение переноса. Явные схемы для задачи Коши. Повышение порядка аппроксимации. Схемы для начально-краевой задачи.

Разностные схемы для уравнения колебаний струны. Постановка задачи, аппроксимация, устойчивость. Метод энергетических неравенств.

6. Разностные схемы для параболических уравнений.

Схемы для одномерного уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами. Постановка задачи. Семейство шеститочечных схем. Устойчивость по начальным данным и правой части. Сходимость и точность.

Асимптотическая устойчивость разностных схем для уравнения теплопроводности.

Однородные разностные схемы для уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами. Устойчивость и сходимость схем с весами.

7. Разностные схемы для эллиптических уравнений.

Разностная аппроксимация оператора Лапласа на регулярном и нерегулярном шаблоне "крест". Разностная задача Дирихле в прямоугольнике и в области сложной формы.

Каноническая, форма разностного уравнения. Принцип максимума. Теоремы сравнения. Мажоранта. Оценка решения неоднородного уравнения.

Сходимость и точность разностной задачи Дирихле. Повышение порядка точности, схемы для уравнения Пуассона.

8. Экономичные разностные схемы.

Экономичные разностные схемы. Экономичные факторизованные схемы: основные понятия и методы построения схем. Метод переменных направлений для уравнения теплопроводности (продольно поперечная схема).

Метод суммарной аппроксимации. Локально-одномерная схема для уравнения теплопроводности в произвольной области.

Эволюционная и двойная факторизация на примере разностной схемы для уравнения теплопроводности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория устойчивости

Цель дисциплины:

Целью дисциплины является формирование у студента способности корректно ставить задачи, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных динамических систем.

Задачи дисциплины:

Задачи дисциплины состоят в изучении основных принципов и методов теории устойчивости, разборе классических и современных иллюстрирующих примеров и формирование у студентов достаточных знаний для анализа соответствующих математических задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные понятия теории устойчивости.

уметь:

решать стандартные задачи по теории устойчивости.

владеть:

методами теории устойчивости.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия теории устойчивости движения

Устойчивость по Ляпунову, постановка общей задачи. Первые представления об устойчивости. Устойчивость по Пуассону и по Лагранжу. Определение Ляпунова. Примеры.

Необходимые и достаточные условия устойчивости линейных стационарных систем. Алгебраические и графические критерии устойчивости. Квадратичные функции Ляпунова. Матричное уравнение Ляпунова.

Устойчивость линейных периодических систем. Преобразование Ляпунова. Приводимые системы. Теория Флоке. Первый метод Ляпунова. Характеристические числа и характеристические показатели. Индексы роста и показатели Ляпунова. Условия устойчивости линейных нестационарных систем.

2. Устойчивость нелинейных стационарных систем.

Второй метод Ляпунова. Знакопостоянные и знакоопределённые функции. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы о неустойчивости Ляпунова и Четаева. Оценивание области притяжения. Устойчивость в целом. Теорема Барбашина-Красовского. Устойчивость потенциальных систем. Теорема Лагранжа. Некоторые примеры из теории колебаний.

3. Устойчивость нелинейных нестационарных систем.

Определения и условия равномерной устойчивости. Асимптотическая устойчивость равномерная по начальным возмущениям. Экспоненциальная устойчивость. Теоремы обращения. Условия существования функций Ляпунова. Неравномерная асимптотическая устойчивость. Устойчивость систем с запаздыванием. Функционалы Красовского.

4. Принцип сравнения.

Устойчивость по первому приближению. Векторные функции Ляпунова. Дифференциальные неравенства. Простейшие конструкции векторных функций Ляпунова. Нелинейные системы сравнения и дифференциальные уравнения Бернулли. Векторные оценки возмущённых движений.

Устойчивость решений дифференциальных включений.

5. Негладкие функции Ляпунова.

Применение аппарата негладкого анализа.

Устойчивость разностных систем. Сходимость и устойчивость дискретных процессов. Дискретные аналоги классических теорем. Устойчивость по заданным переменным. Сходимость в большом и в целом. Признаки равномерной устойчивости и сходимости. Построение сходящихся процессов. Основные понятия теории стохастической устойчивости.

Проблема стабилизации движения. Задача оптимальной стабилизации для линейной системы с квадратичным функционалом.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория формальных систем и алгоритмов

Цель дисциплины:

Изучение основ математической логики и теории алгоритмов.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области математической логики и теории алгоритмов;
- приобретение практических умений и навыков в анализе разрешимости массовых алгоритмических задач и оценке трудоемкости алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в изучении дополнительных разделов математической логики и теории алгоритмов, необходимых для их собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть данной дисциплины;
- основные свойства таких формальных систем как исчисление высказываний и исчисление предикатов;
- основные примеры процедурных универсальных моделей вычисления: машины Тьюринга (одноленточные и многоленточные), машины Минского, машины с произвольным доступом;
- подходы и методы для решения типовых задач математической логики и теории алгоритмов.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач о формальных системах и алгоритмах (ФСТА);

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ФСТА, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ФСТА в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ФСТА (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов ФСТА;
- навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Метод формальных теорий.

Основные понятия исчисления высказываний. Формулы. Схемы аксиом и правило вывода.

2. Вывод в исчислении высказываний.

Теорема дедукции. Теорема о полноте.

3. Модели исчисления высказываний и родственных формальных систем.

Непротиворечивость исчисления высказываний и независимость его схем аксиом.

4. Метод резолюций в исчислении высказываний.

Полнота резолютивного вывода, оценки на длину резолютивного вывода для специальных классов КНФ.

5. Основные понятия логики первого порядка.

Основные понятия логики первого порядка: кванторы, термы, формулы, свободные и связанные вхождения переменных в формулы. Замкнутые формулы.

6. Интерпретации. Общезначимые формулы.

Определение интерпретации. Определение общезначимой формулы. Предваренная нормальная форма. Аксиомы исчисления предикатов и их общезначимость.

7. Выразимость формулами логики первого порядка.

Примеры предикатов, выражаемых формулами первого порядка. Формальная арифметика. Бета-функция Гёделя. Выразимость в формальной арифметике предиката завершения алгоритмического процесса.

8. Уточнение понятия алгоритма.

О формальном и содержательном понятии алгоритма. Определение машин Тьюринга, шага работы, конфигурации МТ, входа и результата работы МТ.

Тезис Чёрча-Тьюринга. Аргументы в пользу тезиса Чёрча-Тьюринга.

9. Основные алгоритмически неразрешимые проблемы.

Нумерация машин Тьюринга (МТ). Диагональный метод. Неразрешимость проблемы остановки и проблемы самоприменимости.

10. Проблема тождества слов в полугруппах.

Постановка задачи достижимости в ассоциативном исчислении и тождества слов в полугруппе. Примеры разрешимых случаев. Неразрешимость задачи достижимости в ассоциативном исчислении и проблемы тождества слов в полугруппе. Неразрешимость проверки общезначимости.

11. Процедурные модели вычисления.

Моделирование одной модели вычисления на другой. Многоленточные машины Тьюринга. Двоичные машины Тьюринга. Машины Минского. Машины с произвольным доступом.

12. Трудоемкость алгоритмов.

Временная и емкостная сложность алгоритма. Примеры оценки трудоемкости алгоритмов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Теория функций комплексного переменного

Цель дисциплины:

изучение методов и овладение аппаратом анализа функций комплексного переменного для их применения при решении задач математической физики, гидродинамики, аэродинамики и др.

Задачи дисциплины:

- изучение свойств регулярных функций, разложение регулярных функций в кольце в виде суммы ряда Лорана;
- умение исследовать изолированные особые точки функции и применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- владение методом конформных отображений при решении задач уравнений математической физики на плоскости.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- условия Коши-Римана, интегральную теорему Коши, интегральную формулу Коши;
- критерии регулярности функций: теоремы Морера и Вейерштрасса, представление регулярной функции, заданной в кольце, в виде суммы ряда Лорана; типы изолированных особых точек;
- понятие вычета в изолированной особой точке;
- теорему Коши о вычислении интегралов через сумму вычетов;
- понятие регулярной ветви многозначной функции;
- понятие конформного отображения, дробно-линейные функции и функции Жуковского;
- теорему Римана о конформной эквивалентности односвязных областей;
- решение классической задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости методом конформных отображений.

уметь:

- представлять регулярную функцию, определенную в кольце, в виде суммы ряда Лорана;
- находить и исследовать изолированные особые точки функции;
- применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- находить функции, осуществляющие конформные отображения заданных областей;
- применять метод конформных отображений при решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости.

владеть:

- методами комплексного анализа, применяемыми при вычислении интегралов с помощью вычетов;
- методами комплексного анализа, применяемыми при решении задач гидродинамики, аэродинамики, математической физики и др.

Темы и разделы курса:

1. Элементарные функции комплексного переменного, их дифференцируемость и интегрируемость по контуру. Условия Коши-Римана. Теорема об обратной функции. Многозначные функции. Главные регулярные ветви функций. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

1.1. Комплексные числа. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Последовательности и ряды. Понятие функции комплексного переменного. Непрерывные функции.

1.2. Дифференцирование по комплексному переменному. Условия Коши--Римана. Понятие функции, регулярной в области. Сопряженные гармонические функции двух переменных.

1.3. Элементарные функции комплексного переменного: степенная, рациональная, показательная и тригонометрическая, их свойства. Теорема об обратной функции (невыврожденный случай). Понятие о многозначной функции и ее регулярных ветвях. Главные регулярные ветви многозначных функций.

1.4. Интегрирование по комплексному переменному. Интегральная теорема Коши для регулярных функций (доказательство для случая кусочно-гладкого контура в односвязной области). Интегральная формула Коши (интеграл Коши). Интеграл типа Коши, его регулярность.

1.5. Первообразная. Достаточное условие существования первообразной. Формула Ньютона--Лейбница. Теорема Морера.

1.6. Приращение аргумента z вдоль гладкого контура, его интегральное представление и свойства. Приращение аргумента функции $f(z)$ вдоль непрерывного контура и его свойства. Общий вид регулярных ветвей многозначных функций и в односвязной области, не содержащей нуля. Условия существования и общий вид регулярных ветвей многозначных функций.

2. Интегральная теорема Коши.

Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Первообразная.

3. Степенные ряды. Ряд Тейлора для регулярной функции. Ряд Лорана для регулярной функции в кольце.

2.1. Степенные ряды, первая теорема Абеля, радиус и круг сходимости. Разложение в степенной ряд функции, регулярной в круге. Теоремы Вейерштрасса для равномерно сходящихся рядов из регулярных функций.

2.2. Ряд Лорана и его кольцо сходимости. Разложение в ряд Лорана функции, регулярной в кольце, его единственность и неравенство Коши для коэффициентов ряда Лорана. Теорема единственности для регулярных функций.

4. Изолированные особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов.

3.1. Изолированные особые точки однозначного характера, их классификация. Определение характера особой точки по главной части ряда Лорана.

3.2. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Лемма Жордана.

5. Геометрические принципы регулярных функций. Конформные отображения в расширенной комплексной плоскости.

5.1. Лемма об открытости. Принцип сохранения области. Однолиственность и многолиственность в малом. Принцип максимума модуля регулярной функции. Принцип максимума и минимума гармонической функции. Лемма Шварца.

5.2. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие конформного отображения в расширенной комплексной области.

5.3. Дробно-линейные функции и их свойства.

5.4. Конформные отображения с помощью элементарных функций. Функция Жуковского и ее свойства. Теорема Римана о конформной эквивалентности односвязных областей и принцип соответствия границ (без доказательства).

5.5. Теорема о стирании разреза. Принцип симметрии при конформных отображениях.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Технологии организации данных

Цель дисциплины:

изучение теоретических основ информационного моделирования и технологий организации информационных ресурсов в вычислительных системах с учетом специфики и ограничений различных проблемных областей и возможностей программного обеспечения.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области информационного моделирования и технологий организации информационных ресурсов;
- приобретение теоретических знаний в создании технологий организации данных, обеспечивающих решение задач в различных предметных областях;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области информационного моделирования и организации информационных ресурсов в вычислительных системах;
- приобретение навыков работы с современными средствами и программными продуктами моделирования и обработки данных, а также с прикладными системами обработки пространственных данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия информационного моделирования;
- теоретические основы технологий организации информационных ресурсов в вычислительных системах;
- основные инструментальные средства обработки данных;
- основные области применения различных информационных моделей;
- современные проблемы организации информационных ресурсов и проектирования прикладных информационных систем.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач информационного моделирования;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и практики;
- видеть в технических задачах математическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и практические методики;
- работать на современном компьютерном оборудовании и с новыми программными системами;
- эффективно использовать технологии организации данных и компьютерную технику для достижения практически значимых результатов.

владеть:

- навыками освоения больших объемов информации, представленной в традиционной и электронной форме;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- навыками грамотной обработки результатов информационного моделирования и сопоставления их с апробированными данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с представлением и обработкой данных в вычислительных системах.

Темы и разделы курса:

1. Базовые понятия геоинформатики. Задачи, решаемые с помощью геоинформационных систем.

Классификация по назначению использования и по средствам отображения. Метрическая и семантическая компоненты пространственных данных.

Растровое и векторное представление метрической информации. Топологическое и нетопологическое векторное представление. Обменные и рабочие форматы данных: назначение и взаимосвязь. Проблема стандартизации обменных форматов.

2. Введение в системы, использующие информационные ресурсы. Методы обработки информационных ресурсов.

Краткая история развития компьютерных технологий и методов хранения информации.

Методы сбора данных. Определение проблемы и формулирование целей исследования.

Интеллектуальный анализ данных (Data Mining), история и предпосылки возникновения
Классификация и кластеризация данных. Функции сходства. Коэффициенты подобия.
Специфика обработки неструктурированных данных. Системы сбора и хранения текстовых документов. Примеры информационных систем.

3. Задачи трех уровней проектирования информационных ресурсов. Управление базами данных.

Задача проектирования информационных ресурсов в терминах модели проблемной области – концептуальная модель. Присвоение имен типовым объектам, спецификация атрибутов, типы запросов. Концептуальное, логическое и физическое представления данных на этапах проектирования баз данных и при сопровождении информационной модели. Достижение единого уровня представления программ и данных. Функции администратора банка данных.

Основные виды поддерживаемых структур данных, схема и подсхема, схема схем (метамодель), интеллектуальный интерфейс пользователя. Адресация и поиск, способы адресации, хеширование, индекс. Взаимодействие пользователя с СУБД, схема функционирования СУБД, система управления передачей данных, распределенная обработка, языковые средства СУБД. Организация данных на носителях в среде хранения, указатели, цепи и кольцевые структуры, физическое представление древовидных и сетевых структур.

4. Обзор методов доступа к данным: DAO, ADO, RDO. Технология XML. Технология RDF.

Ядро баз данных Microsoft Jet. Коллекции объектов DBEngine модели объектов доступа к данным DAO. Доступ к источникам данных ODBC. Модель объектов рабочего пространства ODBC Direct. Объектная модель ADO.

Создание и обработка XML-документов. XML-генераторы. Спецификация схем данных для XML-документов. Создание DTD – определения. Спецификация Namespaces. Объектная модель документа DOM. XML-база данных (Native XML Database, NXD) и база данных, поддерживающая XML как тип данных (XML Enabled Database, XED). Язык запросов XPath.

RDF - способ представления распределенных данных. Использование форматов XML и N3 для записи RDF. Отличительные особенности RDF. Определение RDF как совокупности трёх правил. Области применимости RDF. Информация, представляемая в RDF, как набор утверждений и как граф. Пример сведения распределённой информации в общую систему на основе RDF представления.

5. Проектирование и реализация ООСУБД.

Проектирование распределенных БД. Объектно-ориентированные модели данных. Языки программирования и запросов ООСУБД. Примеры ООСУБД. Моделирование и реализация ООСУБД. Основные понятия ODL. Объектно-ориентированное проектирование. Интерфейс, атрибуты и связи. Множественность связей в ODL на примере описания классов. Типы в ODL. Множества, мультимножества и списки.

6. Теоретические основы реляционных систем. Язык SQL. Создание информационных объектов. Администрирование.

Реляционная модель, базовые таблицы и представления, домены и кортежи. Значения отношений, переменные отношений, виды отношений. Алгебра отношений и исчисление

отношений, реляционные операции: выборка, проекция и соединение. Языки QBE и SQL, семейство SQL-подобных СУБД.

Спецификация и детализация SQL, соглашения и терминология. Язык определения данных DDL (data definition language): CREATE, ALTER, DROP, язык модификации данных DML (data modification language): INSERT, UPDATE, DELETE, язык манипулирования данными DML (data manipulation language): SELECT, язык управления данными DCL (data control language): GRANT, REVOKE, SET ROLE.

Корректное отображение естественно-языковых запросов в язык манипулирования данными. Синтаксис и семантика операции SELECT, определение выборки – предложение WHERE. Использование реляционных и булевых операторов для создания сложных предикатов, элементы мат. логики.

Табличная и операторная модификация данных. Ввод значений, именованное столбца для INSERT, вставка результатов запроса, исключение строк из таблицы, изменение значения полей, UPDATE для множества столбцов. Использование подзапросов с командами обновления INSERT, DELETE, UPDATE.

Создание: TABLE, VIEW, INDEX, TRIGGER, SYNONYM, ROLE, ASSERTION. Корректное удаление и обновление информационных ресурсов.

Определение прав доступа к данным, передача привилегий, одновременная работа с множеством пользователей, типы блокировок. Системный каталог, использование представлений для таблиц каталога.

7. Функциональные особенности и архитектура SQL Server. SQL ServerExpress 2012.

История SQL Server Основные компоненты SQL Server. TRANSACT-SQL. Архитектура базы данных SQL Server. Объекты базы данных. Столбцы. Индексы. Представления. Ограничения целостности. Правила. Значение по умолчанию. Триггеры. Встроенные процедуры. Средства администрирования SQL Server.

Настройка SQL ServerExpress 2012. Установка SQL Server. Каталоги и базы данных. Инструменты. Диспетчер конфигурации SQL ServerExpress. Настройка свойств среды SQL Server Management Studio.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Технологии программирования и архитектура компьютера

Цель дисциплины:

овладение студентами технологических приемов, повсеместно применяемых при разработке программного обеспечения.

Задачи дисциплины:

приобретение студентами навыков работы в командной строке, инструментами сборки и системами контроля версий;

овладение студентами современными практиками разработки и типовыми шаблонами проектирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные принципы работы в Unix-системах,

шаблоны проектирования программного обеспечения.

основные понятия и терминологию современных систем контроля версий, виртуализации, компьютерных сетей.

уметь:

работать с интерфейсом командной строки;

выполнять сборку программ из исходных текстов и их отладку, без использования интегрированных средств разработки;

пользоваться системами контроля версий;

настраивать окружение для непрерывной интеграции разработки проекта;

проектировать программное обеспечение таким образом, чтобы его поддержка осуществлялась коллективом из нескольких разработчиков.

владеть:

инструментарием командной строки Unix, современными системами контроля версий и платформами виртуализации.

Темы и разделы курса:**1. Семейство ОС Unix. Современные инструменты для работы в консоли**

Семейство ОС Unix, основные дистрибутивы и их отличия. Основные командные интерпретаторы, их отличия. Утилита sed, язык awk. Использование Python как заменителя shell. Jupyter и TmpNb как его модификация. Терминальные мультиплексоры, автоматизация работы с ними.

2. Системы контроля версий

Системы контроля версий в современных проектах. CVS – первая система контроля версий. SVN. Современные VCS – Git, Mercurial и работа с ними. Работа над проектами в команде. Автоматизация работы с Git..

3. Виртуализация

Виртуализация. Её виды (контейнерная, на уровне ОС). Современные платформы виртуализации и работа с ними. Автоматизация работы с виртуальными окружениями.

4. Непрерывная интеграция

Непрерывная интеграция (continuous integration) и её этапы. Основные инструменты CI и их связь с VCS.

5. Оркестрация контейнеров. Kubernetes

Компьютерные сети, модель OSI, её уровни. Сетевые протоколы обмена информацией.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Технологии разработки программного обеспечения

Цель дисциплины:

Изучение технологий разработки ПО для создания современных приложений.

Задачи дисциплины:

- получение студентами базовых знаний в области жизненного цикла ПО;
- приобретение знаний в области построения собственных программных средств и их отладки;
- приобретение практических навыков в создании приложений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- характеристики качества ПО;
- шаблоны проектирования;
- стадии жизни ПО;
- Разнообразие инструментария для CI/CD;
- Основы менеджмента процесса разработки ПО;
- Принципы проектирования ПО;
- различные подходы к тестированию.

уметь:

- писать читаемый и сопровождаемый код (включая комментарии и заметки к review);
- работать в команде;
- разрабатывать расширяемый код;
- формулировать техническое задание;

- использовать системы контроля версий;
- думать в терминах качества ПО с самого начала проектирования.

владеть:

- методологиям разработки ПО;
- использовать отладчики, средства измерения производительности и энергоэффективности;
- настраивать и эксплуатировать системы автоматизации разработки;
- писать функциональные unit-тесты.

Темы и разделы курса:

1. Жизненный цикл ПО

1. Жизненный цикл ПО. Source control, bugtrackers
2. Coding style. Рефакторинг. Простейшие оптимизации: накладные расходы на виртуальные методы и абстрактные классы,
3. Простейшие ошибки: приоритеты операторов, выходы за границы массива, неправильное использование средств языка, недопустимые пресуппозиции
4. Разработка диагностического инструментария. Логгинг, обработка ошибок, структурированные исключения

2. Проектирование и разработка ПО

5. Работа с отладчиком. Как устроен отладчик изнутри, архитектура Intel, дебаг регистры
6. Отлаживаем утечки памяти в приложениях, знакомство с WinDbg
7. Свой аллокатор памяти: повторное использование, неинициализированные переменные. Инструментарий для встроенных проверок
8. Race condition-ы, ошибки синхронизация. Объекты синхронизации в различных ОС.
9. Real-life ошибки: ошибки версий, ошибки формата представления структур, 32-64 совместимость

3. Тестирование и поддержка ПО

10. Написание простейших тестов. Gray-Box, White-Box, Black-Box. Составление спецификаций на тестирование

11. Оптимизация приложений. Как работают профилировщики, особенности архитектуры Intel, узкие места приложений
12. Оптимизация программ. Работа с памятью
13. Написание эффективных спецификаций (vision, тех условия, презентации, детальные описания)
14. Выпуск ПО в срок (инициация проекта, планирование, менеджмент, релиз)

4. Проектная работа

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Управление полетом

Цель дисциплины:

Изучение физических основ сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), его возможностей и ограничений свойственных СЗМ.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области теории автоматического управления полетом беспилотных летательных аппаратов;
- приобретение теоретических знаний в области анализа и проектирования систем управления полетом;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области проектирования автоматических систем управления полетом беспилотных летательных аппаратов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия аэродинамики летательных аппаратов, теории автоматического управления;
- современные проблемы физики, теории управления, математики.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических процессов;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить априорные экспертные оценки по возможным результатам работы проектируемой системы;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с исследованием и проектированием систем управления.

Темы и разделы курса:

1. Классификация летательных аппаратов.

Классификация летательных аппаратов по назначению, по принципам построения систем управления, по способу создания подъемной силы и момента относительно центра масс.

Системы координат. Матрицы перехода.

Уравнения движения летательного аппарата. Уравнения сил. Уравнения моментов.

Структурная схема математической модели летательного аппарата.

Аэродинамические характеристики летательного аппарата.

Классификация реактивных двигателей.

Системы с управляемым вектором тяги.

2. Контур телеуправления. Контур самонаведения.

Структура. Элементы. Принцип действия.

Контур телеуправления и характеристики отдельных его звеньев. Методы наведения и кинематические соотношения. Синтез оптимального закона телеуправления.

Понятие о контуре самонаведения. Структура. Элементы. Принцип действия. Характеристики точности самонаведения. Формирование алгоритма самонаведения.

3. Линеаризация уравнений движения.

Линеаризация уравнений движения летательного аппарата. Упрощенные математические модели каналов летательного аппарата.

Передаточные функции летательного аппарата.

Частотные характеристики и переходные процессы летательных аппаратов различных аэродинамических схем.

4. Принципы построения инерциальных систем навигации и управления.

Принцип действия, состав и особенности инерциальной системы управления автоматического маневренного ЛА. Принцип действия и структурная схема инерциальной навигационной системы. Уравнение идеальной инерциальной системы в различных системах координат. Уравнение ошибок инерциальной системы.

5. Система стабилизации. Рулевые приводы.

Назначение, основные элементы. Общие требования к системе стабилизации. Принцип действия рулевых машин. Уравнения приводов различных типов. Частотные характеристики Датчики линейных ускорений. Передаточные функции. Датчики угловой скорости. Передаточные функции.

6. Схемы автопилота. Контур стабилизации.

Усилительные и корректирующие схемы автопилота.

Требования к контуру стабилизации. Примеры расчета.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Уравнения математической физики

Цель дисциплины:

- формирование знаний и навыков в области математического моделирования процессов, описываемых уравнениями в частных производных и интегральными уравнениями, для дальнейшего использования в дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области уравнений математической физики;
- формирование общематематической культуры;
- формирование навыков самостоятельно:
 - 1) ставить математическую задачу,
 - 2) обосновывать корректность постановки,
 - 3) применять алгоритмы поиска решений,
 - 4) анализировать и обосновывать результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- все используемые определения;
- формулировки всех именованных теорем.

уметь:

- воспроизводить доказательства всех именованных теорем;
- решать и обосновывать все типовые задачи.

владеть:

- используемой терминологией;
- используемым математическим аппаратом.

Темы и разделы курса:

1. Классификация и приведение к каноническому виду в точке.

Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка в точке. Замена декартовой системы координат на криволинейную. Приведение уравнения к каноническому виду в точке; алгоритм приведения.

2. Метод характеристик на плоскости.

Характеристическое уравнение. Характеристика. Уравнение характеристик на плоскости. Приведение к каноническому виду в окрестности для гиперболического и параболического уравнений. Решение уравнений в каноническом виде.

3. Уравнение малых колебаний струны.

Формула Даламбера решения задачи Коши для уравнения колебаний струны. Область зависимости решения от начальных данных. Понятие корректности постановки задачи и пример Адамара некорректной задачи. Корректность задачи Коши для волнового уравнения. Смешанная задача для полубесконечной струны. Необходимые и достаточные условия согласования.

4. Задача Коши для волнового уравнения в R^2 , R^3 .

Энергетическое неравенство. Принцип Дюамеля. Полная формула Кирхгофа. Метод спуска и полная формула Пуассона. Полная формула Даламбера. Корректность задачи Коши. Принцип Гюйгенса.

5. Задача Коши для уравнения теплопроводности в R^n .

Принцип максимума в R^n . Принцип Дюамеля. Фундаментальное решение. Полная формула Пуассона. Корректность задачи Коши.

6. Смешанная задача для волнового уравнения.

Интеграл энергии и единственность решения. Метод Фурье на отрезке; существования решения.

7. Уравнение колебаний круглой мембраны; метод Фурье; функции Бесселя.

Определение функций Бесселя в виде степенного ряда и их цилиндричность. Рекуррентные соотношения. Свойства нулей и ортогональность с весом. Собственные функции оператора Лапласа в полярной система координат. Метод Фурье построения формального решения

уравнения колебаний круглой мембраны, закреплённой по краю. Представление функций Бесселя в виде комплексного интеграла и асимптотика функций Бесселя на бесконечности.

8. Интегральные уравнения.

Эквивалентность интегрального уравнения в вырожденном ядром алгебраической системе и алгоритм построения решений. Три теоремы Фредгольма для интегрального уравнения с вырожденным ядром. Разрешимость интегрального уравнения с малым непрерывным ядром и резольвента. Эквивалентность интегрального уравнения с непрерывным ядром интегральному уравнению в вырожденном ядром и четыре теоремы Фредгольма для интегрального уравнения с непрерывным ядром. Теорема Арчела-Асколи. Наименьшее характеристическое число. Теорема Гильберта-Шмидта для симметричных ядер.

9. Задача Штурма-Лиувилля.

Существование и единственность функции Грина задачи Штурма-Лиувилля. Обратимость и положительность оператора Штурма-Лиувилля. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральным уравнениям. Кратность и счётность собственных значений оператора Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова. Полнота собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.

10. Уравнение Лапласа в R^3 .

Вторая формула Грина. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Основная интегральная формула. Теорема о среднем и строгий принцип максимума для гармонической функции.

11. Краевые задачи для уравнения Лапласа в R^3 .

Вторая формула Грина. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Основная интегральная формула. Теорема о среднем и строгий принцип максимума для гармонической функции; единственность решения внутренней задачи Дирихле. Единственность решения внешней задачи Дирихле. Неединственность решения внутренней задачи Неймана и необходимое условие разрешимости. Единственность решения внешней задачи Неймана. Функция Грина внутренней задачи Дирихле для оператора Лапласа. Основное интегральное представление. Функция Грина и формула Пуассона для шара.

12. Уравнение Лапласа в шаровых областях; метод Фурье; шаровые функции.

Разложение в степенной ряд производящей функции для полиномов Лежандра. Ортогональность и полнота присоединённых функций Лежандра. Собственные функции угловой части оператора Лапласа. Ортогональность и полнота сферических функций. Гармоничность шаровых функций. Интегральная формула для сферических функций и их полнота. Формула сложения для полиномов Лежандра. Формула Лапласа. Метод Фурье для шара.

13. Потенциалы оператора Лапласа.

Свойства объёмного потенциала, потенциала двойного слоя и потенциала простого слоя. Сведение краевых задач Дирихле и Неймана к интегральным уравнениям.

14. Смешанная задача уравнения теплопроводности.

Принцип максимума для ограниченной области и единственность решения. Метод Фурье на отрезке и существование решения.

15. Внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.

Принцип максимума для уравнения Лапласа. Метод Фурье; формула Пуассона для круга.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Уравнения математической физики

Цель дисциплины:

- формирование знаний и навыков в области математического моделирования процессов, описываемых уравнениями в частных производных и интегральными уравнениями, для дальнейшего использования в дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области уравнений математической физики;
- формирование общематематической культуры;
- формирование навыков самостоятельно:
 - 1) ставить математическую задачу,
 - 2) обосновывать корректность постановки;
 - 3) применять алгоритмы поиска решений;
 - 4) анализировать и обосновывать результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- все используемые определения;
- формулировки всех именованных теорем.

уметь:

- воспроизводить доказательства всех именованных теорем;
- решать и обосновывать все типовые задачи.

владеть:

- используемой терминологией;
- используемым математическим аппаратом.

Темы и разделы курса:

1. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Симметричные операторы и их свойства.

Область определения линейного оператора. Плотно определённые операторы. Симметричные операторы, свойства их собственных значений и собственных функций. Симметричные линейные операторы в гильбертовом пространстве, обладающие ортогональным базисом из собственных функций. Замыкание, спектральное разложение и функциональное исчисление таких операторов.

Тензорное произведение двух гильбертовых пространств и построение в нём ортогонального базиса с помощью ортогональных базисов в сомножителях.

Оператор Лапласа в прямоугольнике Π с однородными граничными условиями Дирихле или Неймана как симметричный плотно определённый оператор в $L_2(\Pi)$ Ортогональный базис в $L_2(\Pi)$ из его собственных функций, спектральное разложение замыкания этого оператора.

2. Метод Фурье решения начально-краевых задач. Оператор эволюции.

Начально-краевая задача в гильбертовом пространстве с замкнутым симметричным линейным оператором, обладающим ортогональным базисом из собственных функций, метод Фурье её решения. Начально-краевая задача для уравнений Шрёдингера, теплопроводности и волнового, условия их разрешимости, оператор эволюции.

3. Сопряжённый оператор линейного оператора в гильбертовом пространстве, самосопряжённые операторы.

Сопряжённое гильбертово пространство, теоремы Рисса о проекции и об ортогональном дополнении, теорема Рисса-Фреше. Сопряжённый оператор для линейного оператора в гильбертовом пространстве, его область определения. Теорема Фредгольма о связи множества значений линейного оператора и ядра его сопряжённого. Теорема о связи графиков линейного оператора и его сопряжённого. Замкнутость сопряжённого оператора. Критерий замыкаемости плотно определённого линейного оператора в гильбертовом пространстве. Замыкаемость плотно определённого симметричного оператора. Пример незамыкаемого плотно определённого оператора.

Самосопряжённый линейный оператор в гильбертовом пространстве, его плотная определённость, замкнутость и симметричность. Пример несамосопряжённого замкнутого плотно определённого симметричного оператора. Критерий самосопряжённости замыкания плотно определённого симметричного оператора. Самосопряжённость замыкания симметричного оператора, обладающего ортогональным базисом из собственных функций.

4. Задачи Дирихле в круге и шаре для уравнения Лапласа. Сферические функции.

Формулы Грина для оператора Лапласа в ограниченной области с кусочно-гладкой границей, замыкаемость этого оператора. Неравенство Фридрихса для непрерывно-дифференцируемой функции в выпуклой ограниченной области с кусочно-гладкой границей.

Задача Дирихле в круге уравнения Лапласа, существование и единственность её решения.

Собственные числа и собственные функции оператора Лапласа-Бельтрами на сфере S , сферические функции. Ортогональный базис в пространстве $L_2(S)$ из сферических функций. Задача Дирихле в шаре для уравнения Лапласа, существование и единственность её решения.

5. Спектр линейного оператора в гильбертовом пространстве.

Спектр линейного оператора в гильбертовом пространстве. Вещественность спектра самосопряжённого оператора. Критерий принадлежности вещественного числа спектру самосопряжённого оператора. Непустота спектра непрерывного линейного оператора в гильбертовом пространстве.

Теорема о спектральном радиусе непрерывного самосопряжённого оператора в гильбертовом пространстве.

6. Компактные самосопряжённые операторы в гильбертовом пространстве.

Компактные самосопряжённые операторы в гильбертовом пространстве. Теорема о спектре компактного самосопряжённого оператора. Теорема Гильберта-Шмидта. Резольвента компактного самосопряжённого оператора.

7. Оператора Лапласа в круговом секторе или круге при однородных граничных условиях. Функции Бесселя.

Собственные числа и собственные функции оператора Лапласа в круговом секторе или круге при однородных граничных условиях. Функции Бесселя и свойство их ортогональности. Свойства нулей функций Бесселя.

8. Метод Фурье решения задачи о колебаниях закреплённой круглой мембраны.

Ортогональный базис в пространстве $L_2(K)$ из собственных функций оператора Лапласа в круговом секторе или круге K при однородных граничных условиях. Спектральное разложение замыкания этого оператора. Постановка задачи о колебаниях закреплённой круглой мембраны и её решение методом Фурье.

9. Метод характеристик решения классических задач Коши и Гурса гиперболического уравнения на плоскости.

Классические линейные уравнения в частных производных второго порядка, их преобразование с помощью гладкой замены переменных. Гиперболические уравнения и понятие их характеристической поверхности. Преобразование гиперболического уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными с помощью характеристической замены. Постановка классических задач Коши и Гурса для гиперболического в области уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Теоремы о существовании единственного решения этих задач.

10. Классическая задача Коши для волнового уравнения и уравнения теплопроводности.

Классическая задача Коши для волнового уравнения в пространстве произвольной размерности. Теорема единственности решения этой задачи. Классическая задача Коши для уравнения теплопроводности в пространстве произвольной размерности. Принцип максимума и теорема единственности решения этой задачи в классе ограниченных функций.

Решение классической задачи Коши для уравнения колебаний струны, формула Даламбера и принцип Дюамеля. Смешанная задача для полубесконечной струны. Условия согласования начальных и граничных данных для существования классического решения.

11. Элементы теории обобщённых функций Л.Шварца. Обобщённое решение линейного уравнения в частных производных.

Пространства Л.Шварца основных и обобщённых функций. Обобщённое дифференцирование и его корректность по отношению к дифференцированию классическому. Обобщённое решение линейного дифференциального уравнения в частных производных и его корректность по отношению к классическому решению на произвольном открытом множестве. Обобщённое преобразование Фурье и свёртка обобщённых функций, и их свойства, связанные с обобщённым дифференцированием.

12. Функции Грина линейных дифференциальных операторов в частных производных.

Функция Грина (или фундаментальное решение) линейного дифференциального оператора. Вычисление обобщённого решения линейного дифференциального уравнения в частных производных с помощью функции Грина. Вычисление функции Грина с помощью обобщённого преобразования Фурье. Достаточное условие существования единственной функции Грина. Вычисление методом регуляризации функций Грина операторов Лапласа, Гельмгольца, Даламбера, Шрёдингера. Обобщённое решение уравнения Пуассона с абсолютно интегрируемым источником, формула Пуассона. Обобщённое решение волнового уравнения с источником медленного роста, запаздывающий потенциал.

13. Обобщённая задача Коши для линейных дифференциальных уравнений в частных производных.

Обобщённая постановка задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в частных производных с постоянными коэффициентами. Корректность решения обобщённой задачи Коши по отношению к решению классической задачи. Обобщённая задача Коши для волнового уравнения, формулы Даламбера и Кирхгофа решения этой задачи соответственно на оси и в трёхмерном пространстве. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности, обобщённая задача Коши для уравнения теплопроводности и формула Пуассона решения этой задачи.

14. Интегральные операторы и интегральные уравнения.

Интегральные операторы в гильбертовом пространстве $L_2(K)$ для компакта K из R^m . Компактность интегрального оператора. Интегральный самосопряжённый оператор в $L_2(K)$, ортогональный базис в $L_2(K)$ из его собственных функций. Резольвента интегрального самосопряжённого оператора в $L_2(K)$. Решение интегрального уравнения Фредгольма в $L_2(K)$ с интегральным самосопряжённым оператором.

15. Оператор и задача Штурм-Лиувилля.

Симметричный оператор Штурма--Лиувилля и критерий его обратимости. Замыкание оператора, обратного к оператору Штурма-Лиувилля, как самосопряжённый компактный оператор. Теорема Стеклова. Задача Штурм-Лиувилля и её решение методом Фурье.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Физическая культура

Цель дисциплины:

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

Задачи дисциплины:

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

уметь:

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

владеть:

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

Темы и разделы курса:**1. ОФП (общая физическая подготовка)**

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, быстроте, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовой прием. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.
2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)
3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбозу.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-

39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потопотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

Выносливость.

Выносливость определяет возможность выполнения длительной работы, противостояния утомлению. Выносливость решающим образом определяет успех в таких видах спорта, как лыжи, коньки, плавание, бег, велоспорт, гребля.

В спорте под словом «выносливость» подразумевается способность выполнять интенсивную мышечную работу в условиях недостатка кислорода. Разные люди по-разному справляются со спортивными нагрузками. Кому-то они достаются легко, кому-то с напряжением, так как все зависит от индивидуальной устойчивости человека к кислородной недостаточности.

Кислородная недостаточность возникает при значительной физической нагрузке. Не успевая получить из атмосферного воздуха необходимый кислород, организм спортсмена вырабатывает энергию за счет анаэробных реакций, при этом образуется молочная кислота. Для восстановления нарушенного равновесия и используется получаемый после финиша «кислородный долг». Ученые установили, что, чем выше кислородный долг после предельной работы, тем он обладает большими возможностями работать в бескислородных условиях.

Секрет выносливости – в направленной подготовке организма. Для развития общей выносливости необходимы упражнения средней интенсивности, длительные по времени, выполняемые в равномерном темпе. С прогрессивным возрастанием нагрузки по мере усиления подготовки.

В значительной мере выносливость зависит от деятельности сердечно-сосудистой, дыхательных систем, экономным расходом энергии. Она зависит от запаса энергетического субстрата (мышечного гликогена). Запасы гликогена в скелетных мышцах у нетренированных людей составляет около 1,4%, а у спортсменов – 2,2%. В процессе тренировки на выносливость запасы гликогена значительно увеличиваются. С возрастом выносливость заметно повышается на при этом следует учитывать не только календарный, но и биологический возраст.

Чем выше уровень аэробных возможностей, то есть выносливость, тем лучше показатели артериального давления, холестерина обмена, чувствительности к стрессам. При понижении выносливости повышается риск ишемических болезней сердца, появления злокачественных новообразований.

Ловкость и методы ее воспитания.

Под ловкостью подразумевается способность человека к быстрому овладению новыми движениями или к быстрой перестройке двигательной деятельности в соответствии с требованиями внезапно изменившейся ситуации.

Воспитание ловкости связано с повышением способности к выполнению сложных по координации движений, быстрому переключению от одних двигательных актов к другим и с выработкой умения действовать наиболее целесообразно в соответствии с внезапно изменившимися условиями или задачами (т.е. способность быстро, точно и экономно решать сложную двигательную задачу).

Координирующие способности:

- 1) способность координировать движения при построении действия;
- 2) способность перестроить их для изменения параметров действия или переключение на другое действие при изменении условий.

Ловкость характеризуется координацией и точностью движений. Координация движений - основной компонент ловкости: способность к одновременному и последовательному согласованному сочетанию движений. Она зависит от четкой и соразмерной работой мышц, в которой строго согласованы различные по силе и времени мышечные напряжения.

Некоторые авторы определяют координацию движений по-разному, акцентируя внимание на одной из ее сторон. Н.А. Бернштейн, принимая во внимание внешнюю сторону координации движений, определяет ее как преодоление избыточных ступеней свободы движущегося органа, т.е. превращение его в управляемую систему. Звено тела движется по равнодействующей внутренних, внешних и реактивных сил. Центральная нервная система получает от проприорецепторов движущегося органа информацию об отклонении его траектории от “надлежащей” и вносит соответствующие поправки в эффекторный процесс. Данный принцип координирования он назвал принципом сенсорной коррекции.

Ведущее место принадлежит ЦНС. Создание сложнейших координаций, необходимых для осуществления трудных задач, происходит за счет высокой пластичности нервных процессов, обуславливающих быстрое переключение с одних реакций на другие и создание новых временных связей (Н.В. Зимкин, 1970).

Ловкость в значительной степени зависит от имеющегося двигательного опыта. Владение разнообразными двигательными умениями и навыками положительно сказывается на функциональных возможностях двигательного анализатора. Следовательно, ловкость можно считать проявлением дееспособности функциональных систем управления движением и распределения энергозатрат.

К основным факторам, определяющим ловкость, относятся: деятельность ЦНС, богатство динамических стереотипов, степень развития систем, умение управлять мышечным тонусом, полноценность восприятия собственных движений и окружающей обстановки. Все эти факторы тесно взаимосвязаны.

Ловкость может измеряться временем овладения или выполнения двигательного действия (мин, с), координационной сложностью выполняемого действия (оценка элементов в гимнастике из 8,9 и 10 баллов), точностью выполняемого действия (слалом - количество сбитых флажков, акробатика - высота, группировка, градусы в поворотах, устойчивость в приземлении), результатом (прыжки в высоту с шестом-м, см).

Средства развития ловкости.

Наиболее эффективным средством считают следующие упражнения: гимнастические, акробатические, легкоатлетические, спортивно-игровые, единоборства, горнолыжные. У акробатов и гимнастов высока точность движений, и зависит она от уровня спортивной подготовленности. Эта зависимость проявляется в точности оценки пространственно-временных интервалов и дозирования мышечных усилий. Гимнастические и акробатические упражнения развивают анализаторные системы, повышают вестибулярную устойчивость (особенно ТСО: лопинг, качели, батут, гимнастическое колесо), улучшают координационные возможности занимающихся. Специально подобранные ОРУ на согласование и точность движений особенно эффективны для воспитания координации движений рук.

Тройной прыжок, прыжки с шестом, в длину и высоту способствуют развитию прежде всего координации движений занимающихся. Наиболее эффективным и доступным средством воспитания ловкости у занимающихся являются подвижные и спортивные игры. Они развивают координацию, точность и соразмерность движений, анализаторные системы. В спортивно-игровых упражнениях приобретаются навыки быстрых и эффективных движений в неожиданно сложившейся ситуации.

Упражнения в единоборствах развивают ловкость. Бокс, борьба, фехтование развивают точность и быстроту реакции. Они формируют такие тонкие ощущения, как “чувство дистанции”, “чувство времени”, расширяя тем самым двигательные возможности человека. Варьирование тактических условий в спортивных играх и единоборствах способствует своевременной перестройке двигательной деятельности.

Скоростные спуски, слалом выполняются в непрерывно меняющихся условиях и также способствуют развитию ловкости.

Методика воспитания ловкости.

Общими методическими требованиями в процессе обучения является “новизна” упражнений и постепенное повышение их координационной сложности. Для развития ловкости можно использовать любые новые упражнения или изученные упражнения с элементами новизны. Это обучение новому должно осуществляться постоянно. Простое повторение изученных упражнений не ведет к развитию ловкости, а длительные перерывы приводят к потере способности обучаться (при длительных перерывах мастера спорта проигрывают I-разрядникам по времени освоения нового элемента). Автоматизация динамического стереотипа аналогична, в известной степени, скоростному барьеру и не способствует развитию ловкости.

Постепенное повышение координационной трудности упражнения может заключаться в повышении требований:

- 1) к точности движений;
- 2) к их взаимной согласованности;
- 3) к внезапности изменения обстановки.

Методические приемы, с помощью которых реализуются общие методические положения:

- выполнение I раз показанных комплексов ОРУ или несложных гимнастических и акробатических элементов;
- выполнение упражнений оригинальным (необычным) способом (выполнение подъема не силой, а махом; преодоление препятствий нетрадиционным способом);
- зеркальное выполнение упражнения (соскок в “чужую” сторону, метание или прыжок “чужой” ногой или толчок “чужой” рукой);
- применение необычных исходных положений (прыжки или бег спиной вперед). Приемы необычных двигательных заданий развивают способность быстро обучаться новым движениям, т.е. “тренируют тренированность ЦНС”;
- изменение скорости или темпа движений;
- изменение пространственных границ (увеличение размеров препятствий или высоты снаряда, уменьшение площадок для игры);
- введение дополнительных движений (опорный прыжок с последующим кувырком или поворотом в воздухе);
- изменение последовательности выполняемых движений (элементов в комбинации);
- комплексирование видов деятельности (ходьба и прыжки, бег и ловля);
- выполнение движений без зрительного анализатора.

Данные методические приемы повышают координационную сложность упражнений. Координация движений зависит от точности движений, устойчивости вестибулярного аппарата, умения расслаблять мышцы.

Точность и соразмерность движений - это способность выполнять их в максимальном соответствии с требуемой формой и содержанием. Они предполагают наличие не только точно согласованной мышечной деятельности, но и тонких кинестезических, зрительных

ощущений и хорошей двигательной памяти. Соответствие пространственных параметров действия заданному эталону достигается взаимосвязью пространственной, временной и динамической точности движений в различных двигательных действиях.

Воспитание точности обеспечивается систематическим развивающим воздействием на восприятие и анализ пространственных условий, а одновременно и на управление пространственными параметрами движений.

Рекомендуемые методические приемы и подходы:

- ОРУ на точность движений по командам;
- разметка дистанции, постановка дополнительных ориентиров в прыжках или соскоках;
- метание по цели (на указанное расстояние, в корзину, по мишени);
- прыжки и соскоки на точность приземления (0,5 x 0,5 м);
- бег с различной величиной и частотой шага;
- сочетание контрастных заданий (метание на разные расстояния или предметов разного веса на одно расстояние, удары по воротам с 10 и 20 м);
- улучшение пространственн

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Фундаментальные принципы современных методов глубокого обучения

Цель дисциплины:

Дать понимание ключевых методов современного глубокого обучения и фундаментальных предпосылок, позволившим этим методам существенно превзойти подходы других типов в ряде задач анализа данных.

Задачи дисциплины:

- изучение основных методов и алгоритмов глубокого обучения;
- детальное изучение научных работ, в которых были предложены методы, существенно повлиявшие на текущее состояние предметной области.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные задачи, решаемые современными глубокими сетями;
- ключевые архитектуры сетей, используемые для решения основных задач;
- основные методы обучения глубоких нейронных сетей.

уметь:

- формулировать мотивацию авторов ключевых методов глубокого обучения;
- соотносить полученные экспериментальные результаты с исходной мотивацией;
- оценивать новизну предложенных алгоритмических решений.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач.

Темы и разделы курса:

1. Методы обучения глубоких сетей

Обучение глубоких сверточных сетей. Нормализация батча для ускорения обучения. Методы стохастического отключения связей для повышения обобщающей способности сетей. Методы оптимизации параметров сети (включая метод Adam). Различные функции активации (включая ReLu, PReLU).

2. Сверточные сети для классификации

Эволюция сверточных сетей в конкурсе ImageNet. AlexNet - глубокая сверточная сеть, VGG - очень глубокая нейронная сеть, GoogleLeNet - опускаясь еще глубже. Остаточные соединения (resnet), их мотивация и сравнения с альтернативами. Resnet как способ построения ансамбля сверточных сетей.

3. Сверточные сети для сегментации и детектирования объектов

Методы семантической сегментации. Полносверточные сети Обучение иерархических признаков. Пространственный пирамидальный пулинг. Сегментация биомедицинских изображений (Unet, DeepMedic). Методы детектирования объектов на изображении. Эволюция подходов и их ускорение: Fast R-CNN, Faster R-CNN, Mask R-CNN.

4. Генеративные модели

Генеративно-состязательные сети и методы их обучения. Генеративно-состязательные сети Вассерштейна. Циклические генеративно-состязательные сети.

5. Методы для задач анализа видео, звука, медицинских изображений

Адаптированные архитектуры для анализа видео, звука, медицинских изображений, классификации лиц.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Фундаментальные теоремы машинного обучения

Цель дисциплины:

– научиться строго формулировать задачи машинного обучения и показать роль математического подхода.

Задачи дисциплины:

- получить основные навыки для написания квалификационных работ бакалавра, магистра и кандидата наук.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные ключевые теоремы машинного обучения, а также методы их доказательства.

уметь:

формулировать строгие математические утверждения и теоремы в своей области исследований.

владеть:

навыками написания строгого теоретического текста, уметь формулировать и проверять теоретические гипотезы на практике;

культурой постановки и моделирования практически значимых задач;

практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Теорема Гаусса-Маркова

Доказательство теоремы

2. Теорема о сингулярном разложении

Доказательство теоремы

3. Метод главных компонент и разложение Карунена-Лоэва

Описание метода и его применимости

4. Теорема Каруша-Куна-Таккера

Доказательство теоремы

5. Теоремы Колмогорова и Арнольда, теорема об универсальном аппроксиматоре Цыбенко, теорема о глубоких нейросетях

Доказательства трех теорем

6. Теорема о бесплатных обедах в машинном обучении, Волперт

Доказательство теоремы

7. Метрические пространства: RKHS Аронжайн, теорема Мерсера

Доказательство теоремы. Описание метрического пространства

8. Теорема схем, Холланда

Доказательство теоремы

9. Теорема о свертке, теорема Парсеваля

Доказательство теоремы

10. PAC-learning, сжатие предполагает обучаемость

Определения. Схема сжатия. Доказательство теоремы

11. Теорема представлений

Доказательство теоремы

12. Теоремы о бустинге, бутстрепе

Определения. Доказательства теорем

13. Вариационная аппроксимация

Описание алгоритма. Доказательство теоремы

14. Теорема о вложениях Такенса

Доказательство теоремы

15. Теоремы Грина, Стокса, де Рама в геометрическом обучении

Доказательства теорем

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Функциональный анализ данных

Цель дисциплины:

изучение методов научной работы и выполнения исследовательских проектов в области машинного обучения и анализа данных. Результат: научная статья, поданная в рецензируемый журнал из списка ВАК.

Задачи дисциплины:

- исследование свойств алгоритмов прогнозирования;
- написание научной статьи с элементами математической новизны с последующей подачей в научный журнал.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории интеллектуального анализа данных и свойства алгоритмов прогнозирования;
- современные проблемы интеллектуального анализа данных и алгоритмов прогнозирования.

уметь:

- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- применять современные математические методы и алгоритмов прогнозирования для интеллектуального анализа данных;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования прикладных задач;

- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач интеллектуального анализа данных;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Мотивационная часть, цели. Знакомство со структурой и расписанием курса, системой консультирования и оценивания.

Задание: установить необходимые инструменты, ознакомиться, прочитайте рекомендованные статьи.

2. Обзор основных инструментов, Введение в Матлаб.

Обзор основных инструментов, демонстрация интерфейсов. Выбор задачи пробного программирования. План работы. Рекомендации по сбору литературы, основные требования к списку литературы.

Задание: решить задачу пробного программирования, оформить результаты в виде графиков. (Общий рассказ о роли Матлаба в программировании).

3. Обзор задач, предлагаемых для исследования.

Обзор задач, предлагаемых для исследования. План написания аннотации и введения с обзором собранной литературы.

Задание: выбрать задачу для исследования, связаться с консультантом. Собрать литературу по выбранной теме и написать на ее основе аннотацию и введение.

4. Формат поставки задачи и план базового вычислительного эксперимента.

Формат поставки задачи и план базового вычислительного эксперимента.

Задание: написать постановку задачи и провести базовый вычислительный эксперимент. Написать краткий отчет с описанием проведенного эксперимента, использованных данных и комментарием к результатам.

5. Обсуждение результатов.

Обсуждение результатов, способов визуализации результатов.

Задание: поставить вычислительный эксперимент на основе предлагаемого алгоритма с учетом предыдущих результатов, результаты описать в разделе “Вычислительный эксперимент”.

6. Доклады на основе промежуточных результатов.

Доклады на основе промежуточных результатов. Обсуждение результатов.

Задание: сделать описание теоретической части статьи, описать предлагаемый алгоритм.

7. Разбор структуры статьи в целом.

Разбор структуры статьи в целом. Рекомендации по описанию рисунков, выводов, заключения.

Задание: завершить вычислительный эксперимент, написать раздел “Заключение”.

8. Обзор математических методов анализа ошибки.

Обзор математических методов анализа ошибки.

Задание: дописать раздел “Вычислительный” эксперимент с использованием одного из предложенных методов анализа ошибки. Подготовить доклад о завершённой работе.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Функциональный анализ

Цель дисциплины:

Изучение аппарата и методов функционального анализа, которые широко применяются для решения современных задач математической физики, квантовой механики, теории экстремальных задач, оптимального управления, и др.

Задачи дисциплины:

- изучение топологических и метрических пространств, исследование их полноты, сепарабельности, пополнения;
- изучение компактных множеств в топологических и метрических пространствах, овладение методами исследования компактности;
- изучение линейных нормированных пространств, сильной и слабой топологии в них;
- изучение пространств интегрируемых по Лебегу функций и их сопряженных;
- изучение теории линейных ограниченных операторов, в частности, сопряжённых операторов и компактных операторов;
- изучение элементов теории банаховых алгебр и ее приложение к спектральной теории операторов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- определение частично упорядоченного множества, теорему Хаусдорфа о максимальнойности и лемму Цорна
- определения топологического пространства, базы и предбазы топологии, топологические и секвенциальные определения замкнутости и замыкания множеств, непрерывности отображений топологических пространств, и связь между этими определениями;
- определение метрического пространства, определения его полноты и сепарабельности, определение пополнения неполного метрического пространства;

- принцип Банаха сжимающих отображений полного метрического пространства и технику его применения;
- определения топологического, счётного и секвенциального компакта в топологическом пространстве и их связь, критерий Фреше компактности в метрическом пространстве;
- критерии вполне ограниченности множеств в стандартных метрических пространствах, теоремы Арцела – Асколи и Рисса – Колмогорова;
- определения линейного нормированного, банахова и гильбертова пространств, и их свойства;
- стандартные пространства интегрируемых по Лебегу функций и их свойства полноты и сепарабельности;
- определение линейного ограниченного оператора, действующего в нормированных пространствах, определения нормы оператора, пространства линейных ограниченных операторов и его свойства;
- определение пространства, сопряжённого к линейному нормированному пространству, теореме Хана–Банаха, слабую и слабую* топологию, теоремы Мазура и Банаха – Алаоглу;
- пространства, сопряженные к малым лебеговым пространствам и стандартным пространствам интегрируемых по Лебегу функций;
- определение оператора, сопряжённого к линейному ограниченному оператору, и его свойства;
- теоремы Банаха об открытом отображении, обратном операторе и замкнутом графике;
- определение и классификацию компонент спектра линейного ограниченного оператора и его свойства;
- определение компактного оператора и его свойства, теоремы Фредгольма и теореме о спектре компактного оператора;
- определение самосопряжённого оператора в гильбертовом пространстве, теореме Гильберта – Шмидта;
- понятие банаховой алгебры, спектра элемента банаховой алгебры и его свойства, теореме Гельфанда – Мазура;
- определение максимальных идеалов и комплексных гомоморфизмов коммутативной банаховой алгебры и связь между ними, критерий принадлежности комплексного числа спектру элемента коммутативной банаховой алгебры.
- определение преобразования Гельфанда в коммутативной банаховой алгебре, понятие инволюции и коммутативной V^* -алгебры, теореме Гельфанда – Наймарка;
- спектральную теорему для нормального оператора в гильбертовом пространстве и функциональное исчисление нормального оператора;

□ критерий собственного значения нормального оператора и свойства собственных векторов нормального оператора со счетным спектром.

уметь:

- исследовать полноту и сепарабельность метрического пространства, строить пополнение неполного метрического пространства;
- исследовать ограниченность, вполне ограниченность и компактность множества метрического пространства;
- исследовать эквивалентность норм в линейном пространстве, и уметь сравнивать топологии, порождённые разными нормами в линейном пространстве;
- вычислять норму и исследовать ограниченность линейного оператора, действующего в нормированных пространствах;
- исследовать различные сходимости последовательности линейных ограниченных операторов: по операторной норме и поточечную;
- вычислять сопряжённый оператор для заданного линейного ограниченного оператора;
- вычислять спектр линейного ограниченного оператора, действующего в банаховом пространстве;
- исследовать компактность линейного ограниченного оператора, действующего в банаховых пространствах;
- вычислять норму самосопряжённого оператора, действующего в гильбертовом пространстве, с помощью его спектрального радиуса;
- вычислять резольвенту компактного самосопряжённого оператора, действующего в гильбертовом пространстве, с помощью теоремы Гильберта–Шмидта;
- вычислять спектр и спектральное разложение нормального оператора в гильбертовом пространстве.

владеть:

- методами исследования полноты, сепарабельности и пополнения метрического пространства;
- методами исследования вполне ограниченности множеств в стандартных метрических пространствах;
- методами вычисления нормы линейного оператора;
- методами вычисления сопряжённого пространства стандартных банаховых пространств;
- методами исследования слабой и слабой* сходимости последовательности в стандартных банаховых пространствах и в сопряжённых к ним;

- методами вычисления сопряжённого оператора для заданного линейного ограниченного оператора, действующего в стандартных банаховых пространствах;
- методами исследования компактности линейного оператора, действующего в стандартных банаховых пространствах;
- методами вычисления спектра и резольвенты линейного ограниченного оператора, действующего в стандартных банаховых пространствах;
- методами вычисления спектра и спектрального разложения нормального оператора в гильбертовом пространстве;
- функциональным исчислением нормального оператора в гильбертовом пространстве.

Темы и разделы курса:

1. Частично упорядоченные множества.

Аксиома выбора. Лемма о неподвижном множестве. Частично упорядоченные множества. Теорема Хаусдорфа о максимальнойности и лемма Цорна.

2. Топологические пространства, база и предбаза топологии.

Топологические пространства, база и предбаза топологии. Критерии базы и предбазы для семейства подмножеств. Топологические и секвенциальные определения замкнутости и замыкания множеств топологического пространства и связь между ними, аксиома счётности. Топологическое и секвенциальное определение непрерывности отображения топологических пространств и связь между ними. Декартово произведение топологических пространств и топология Тихонова в нём.

3. Метрические пространства, полнота, сепарабельность, пополнение.

Метрическое пространство и метрическая топология. Примеры неметризуемых топологий. Полнота метрического пространства, принцип вложенных шаров и теорема Бэра. Сепарабельность метрического пространства, критерий несепарабельности. Пополнение неполного метрического пространства. Теорема Хаусдорфа о существовании пополнения. Принцип Банаха сжимающих отображений в полном метрическом пространстве.

4. Компактные множества в топологических и метрических пространствах.

Топологическая, счётная и секвенциальная компактность множеств топологического пространства и связь между ними. Теорема Александра о предбазе и теорема Тихонова о топологической компактности декартова произведения компактных топологических пространств. Вполне ограниченность множества метрического пространства. Критерий Фреше топологической и секвенциальной компактности множества в метрическом пространстве. Критерии вполне ограниченности множеств в малых лебеговых пространствах. Теорема Арцела–Асколи о вполне ограниченности множества из пространства непрерывных функций, заданных на метрическом компакте.

5. Линейные нормированные пространства и пространства интегрируемых по Лебегу функций.

Линейные нормированные пространства. Лемма Рисса о почти перпендикуляре и теорема Рисса о не вполне ограниченности сферы в бесконечномерном линейном нормированном пространстве. Теорема об эквивалентности норм в конечномерном линейном пространстве. Полнота конечномерного подпространства линейного нормированного пространства. Пространства интегрируемых по Лебегу функций, их полнота и сепарабельность. Критерий Рисса–Колмогорова о вполне ограниченности множества в пространствах интегрируемых по Лебегу функций.

6. Евклидовы и гильбертовы пространства.

Евклидовы и гильбертовы пространства. Равенство параллелограммов. Теорема о существовании единственной метрической проекции вектора на выпуклое замкнутое множество в гильбертовом пространстве. Ортогональное дополнение подпространства евклидова пространства. Теорема о разложении гильбертова пространства в прямую сумму замкнутого подпространства и его ортогонального дополнения. Полная ортогональная система векторов и ортогональный базис в гильбертовом пространстве. Критерий полноты ортогональной системы векторов в гильбертовом пространстве.

7. Линейные операторы в линейных нормированных пространствах, норма оператора.

Линейные операторы в линейных нормированных пространствах, норма оператора. Пространство линейных ограниченных операторов, нормированное операторной нормой, и его полнота. Теорема Банаха–Штейнгауза и полнота пространства линейных ограниченных операторов относительно поточечной сходимости. Обратный оператор, критерий ограниченности обратного оператора. Теоремы Банаха об открытом отображении, об обратном операторе и о замкнутом графике. Компактные операторы, компактность конечномерного линейного непрерывного оператора. Теорема о приближении компактного оператора конечномерным линейным непрерывным оператором по операторной норме.

8. Сопряжённое пространство, теоремы Хана–Банаха и Рисса–Фреше.

Сопряжённое пространство к линейному нормированному пространству. Теорема Хана–Банаха и её следствия. Теорема об отделимости выпуклых множеств в линейном нормированном пространстве. Теорема Рисса–Фреше об общем виде линейного ограниченного функционала в гильбертовом пространстве. Рефлексивные и нерефлексивные пространства. Рефлексивность гильбертова пространства. Вычисление сопряжённого пространства для пространства интегрируемых по Лебегу функций. Исследование рефлексивности пространств интегрируемых по Лебегу функций.

9. Слабая и слабая* топология.

Слабая топология и слабая сходимость в линейном нормированном пространстве. Теорема Мазура о б эквивалентности сильной и слабой замкнутости выпуклого множества линейного нормированного пространства и её следствия. Критерий слабой сходимости последовательности в линейном нормированном пространстве. Метризуемость слабой топологии на шаре линейного нормированного пространства. Пример фон Неймана неметризуемости слабой топологии на всём пространстве. Слабая* топология и слабая* сходимость в сопряжённом пространстве. Критерий слабой*-непрерывности линейного функционала, действующего на сопряжённом пространстве. Критерий слабой* сходимости последовательности в сопряжённом пространстве. Метризуемость слабой* топологии на шаре сопряжённого пространства. Теорема Банаха–Алаоглу и слабая компактность замкнутого шара в рефлексивном нормированном пространстве.

10. Сопряжённые операторы, спектр оператора.

Оператор, сопряжённый к линейному ограниченному оператору. Равенство норм линейного ограниченного оператора и его сопряжённого. Аннуляторы подпространств линейного нормированного пространства и его сопряжённого, и их свойства. Теоремы Фредгольма о связи ядра и множества значений оператора и его сопряжённого. Резольвента и резольвентное множество линейного ограниченного оператора в банаховом пространстве. Тождество Гильберта и аналитические свойства резольвенты. Спектр линейного ограниченного оператора в банаховом пространстве и его компоненты. Теорема о непустоте и компактности спектра. Спектральный радиус линейного ограниченного оператора. Теорема о спектральном радиусе.

11. Компактные операторы, теоремы Фредгольма, спектр компактного оператора.

Теорема об эквивалентности компактности линейного оператора и компактности его сопряжённого. Четыре теоремы Фредгольма для компактных операторов в банаховом пространстве. Теорема о спектре компактного оператора.

12. Самосопряжённые операторы, теорема Гильберта–Шмидта.

Самосопряжённые операторы в гильбертовом пространстве. Вещественность спектра самосопряжённого оператора. Теорема о равенстве спектрального радиуса норме самосопряжённого оператора. Критерий принадлежности числа спектру самосопряжённого оператора. Компактные самосопряжённые операторы. Теорема Гильберта–Шмидта о существовании ортогонального базиса из собственных векторов компактного самосопряжённого оператора в сепарабельном гильбертовом пространстве. Вычисление резольвенты компактного самосопряжённого оператора.

13. Банаховы алгебры, спектр элемента банаховой алгебры, группа обратимых элементов банаховой алгебры.

Банаховы алгебры, пространство линейных непрерывных операторов в нормированном пространстве как банахова алгебра. Спектр и резольвента элемента банаховой алгебры, непустота и компактность спектра. Теорема о спектральном радиусе. Группа обратимых элементов банаховой алгебры и ее свойства. Теорема Гельфанда–Мазура.

14. Коммутативные банаховы алгебры, максимальные идеалы и комплексные гомоморфизмы, преобразование Гельфанда и теорема Гельфанда – Наймарка

Коммутативные банаховы алгебры, идеалы и комплексные гомоморфизмы в коммутативной банаховой алгебре. Множество максимальных идеалов и его связь с множеством комплексных гомоморфизмов коммутативной банаховой алгебры. Теорема о спектре элемента коммутативной банаховой алгебры и преобразование Гельфанда. Инволюция и V^* -алгебры, теорема Гельфанда–Наймарка. Эрмитовы (самосопряжённые) элементы V^* -алгебры и их спектральные свойства.

15. Спектральная теорема для нормального оператора в гильбертовом пространстве.

Пространство линейных ограниченных операторов в гильбертовом пространстве как V^* -алгебра. Ограниченные нормальные, самосопряжённые, унитарные операторы. Ортогональные проекторы в гильбертовом пространстве. Разложения единицы. Спектральная теорема для нормальных операторов в гильбертовом пространстве. Функциональное исчисление нормальных операторов. Критерий собственного значения

нормального оператора и свойства собственных векторов нормального оператора со счетным спектром.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Численные методы в механике космического полета

Цель дисциплины:

– введение в современные численные методы небесной механики и механики космического полета с учетом особенностей ее задач в части орбитального и углового движения космических аппаратов.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами базовых знаний в области численного моделирования орбитального и углового движения космических аппаратов;
- знакомство со спецификой методов численной оптимизации в задачах механики космического полета.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы интегрирования, применяемые при численном моделировании орбитального и углового движения космического аппарата, их возможности, различия и случаи применения;
- особенности дифференциальных уравнений орбитального движения космического аппарата, а также его углового движения вокруг центра масс;
- методы решения систем нелинейных уравнений, краевых задач, методы продолжения по параметру и дифференциальной коррекции;
- постановку и методы решения задачи нелинейного программирования в случаях как малой, так и большой размерности;
- генетические алгоритмы оптимизации.

уметь:

- учитывать специфику и особенности задач механики космического полета, использовать на их основе современные и эффективные методы решения задач;

- выбирать подходящие переменные и методы интегрирования уравнений движения, а также предпочтительные методы оптимизации траекторий космических аппаратов.

владеть:

- культурой постановки и моделирования механических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками численного анализа реальных задач, связанных с осуществлением космических миссий;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Численное моделирование движения космического аппарата.

Уравнения орбитального движения космического аппарата. Задачи регуляризации и стабилизации. Регуляризирующие преобразования времени и координат: сглаживающие, Шперлинга-Бюрде, Кустаанхеймо-Штифеля. Методы численной стабилизации: консервативный и диссипативный, методы траекторной коррекции. Вариационный метод Энке. Уравнения движения космического аппарата в форме Энке. Метод вариации параметров. Уравнения движения в вариациях элементов орбиты.

Различные формы записи уравнений углового движения космического аппарата и особенности их интегрирования. Недостатки использования углов Эйлера. Нормализация кватерниона.

2. Методы решения нелинейных уравнений и систем. Численное решение задачи Коши и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Методы Ньютона, Гаусса-Ньютона, Левенберга-Марквардта.

Вложенные методы Рунге-Кутты. Методы Рунге-Кутты 5(4) Дормана-Принса и 4(5) Фельберга, а также сравнение их алгоритмов. Многошаговые методы Адамса-Башфорта и Адамса-Мультона. Симплектические методы. Многооборотные методы интегрирования. Совместное интегрирование орбитального и углового движений космического аппарата. Интегрирование с выходом на ограничение. Сравнительный анализ работы методов.

Метод простой пристрелки, метод параллельной пристрелки, примеры их применения. Метод продолжения по параметру. Метод дифференциальной коррекции.

3. Методы оптимизации траекторий.

Постановка задачи нелинейного программирования. Последовательное квадратичное программирование. Метод внутренней точки. Метод доверительных областей.

Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина и примеры его использования.

Концепция генетического алгоритма. Классический генетический алгоритм и его улучшения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

Численный анализ

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области приближенного решения краевых задач и математического моделирования, изучение современных методов дискретизации дифференциальных уравнений и областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области дискретизации дифференциальных уравнений и математического моделирования как дисциплин, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов двум классам современных методов дискретизации и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы численного интегрирования;
- методы численного решения нелинейных дифференциальных уравнений;
- методы численного решения интегральных уравнений;
- методы оценки сходимости решений.

уметь:

- осуществлять математическую постановку физических задач;
- применять методы численного анализа к решению физических задач;
- исследовать полученные решения в сопоставлении с особенностями решаемой задачи;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических данных и понятий.

владеть:

- базовыми знаниями в области численного анализа и методами их использования в профессиональной деятельности;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Интегральные уравнения. Функциональные пространства и свойства интегральных операторов. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Метод Галеркина. Интегральные уравнения и структурированные матрицы.

Интегральные уравнения. Функциональные пространства и свойства интегральных операторов. Эллиптичность. Уравнение с логарифмическим ядром. Теорема Шо-Ведланда.

Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Метод Галеркина. Роль строгой эллиптичности. Компактные возмущения.

Интегральные уравнения и структурированные матрицы. Циркулянтные предобусловливатели. Методы быстрого приближенного умножения.

2. Квадратичные функционалы и линейные системы. Минимизация на подпространствах и проекционные методы. А-норма и А-ортогональность. Метод сопряженных градиентов. Метод Арнольди и метод Ланцоша. Сходимость метода сопряженных градиентов.

Квадратичные функционалы и линейные системы. Минимизация на подпространствах и проекционные методы. Подпространства Крылова. Оптимальность подпространств Крылова. Метод минимальных невязок.

А-норма и А-ортогональность. Метод сопряженных градиентов. Метод Арнольди и метод Ланцоша. Псевдоскалярное произведение и метод биортогонализации. Квазиминимизация.

Сходимость метода сопряженных градиентов. Классическая оценка сходимости и ее уточнения. "Сверхлинейная" сходимость и "исчезающие" собственные значения. Числа Ритца и векторы Ритца. Теорема Вандерсюиса-Вандерворста. Предобусловливание в неэрмитовом и эрмитовом случае. Спектральная эквивалентность и кластеры.

3. Проблема собственных значений. Степенной метод. Приближение функций. Полиномиальная интерполяция. Сходимость интерполяционного процесса. Алгебраические и тригонометрические полиномы.

Проблема собственных значений. Степенной метод. Итерации подпространств. QR-алгоритм. QR-алгоритм со сдвигами. Глобальная сходимость. Квадратичная и кубическая сходимость. Организация вычислений. Как найти сингулярное разложение.

Приближение функций. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный полином Лагранжа. Погрешность лагранжевой интерполяции. Разделенные разности. Формула Ньютона. Разделенные разности с кратными узлами. Обобщенные интерполяционные условия. Таблица разделенных разностей.

Сходимость интерполяционного процесса. Алгебраические и тригонометрические полиномы. Проекторы, связанные с рядами Фурье. Интерполяционные проекторы для чебышевских сеток.

4. Сплайны. Вариационное свойство естественных сплайнов. Минимизация нормы. Равномерные приближения. Метод наименьших квадратов. Ортогональные полиномы.

Сплайны. Вариационное свойство естественных сплайнов. Как строить естественные сплайны. Аппроксимационные свойства естественных сплайнов. В-сплайны. Квазилокальность и ленточные матрицы.

Минимизация нормы. Равномерные приближения. Полиномы Чебышева. Ряд Тейлора и его дискретный аналог.

Метод наименьших квадратов. Ортогональные полиномы. Трехчленные рекуррентные соотношения. Корни ортогональных полиномов. Трехчленные соотношения и трехдиагональные матрицы. Соотношения разделения между корнями. Ортогональные полиномы и разложение Холецкого.

5. Численное интегрирование. Интерполяционные квадратурные формулы. Нелинейные уравнения. Метод простой итерации. Методы минимизации.

Численное интегрирование. Интерполяционные квадратурные формулы. Алгебраическая точность. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Формулы Гаусса. Составные квадратурные формулы. Правило Рунге для оценки погрешностей. Как интегрировать "плохие" функции.

Нелинейные уравнения. Метод простой итерации. Сходимость и расходимость метода простой итерации. Оптимизация метода простой итерации. Метод Ньютона и эрмитова интерполяция. Многомерный вариант метода Ньютона. Прямая и обратная интерполяция. Сравнение метода секущих и метода касательных.

Методы минимизации. Метод Ньютона. Релаксация. Дробление шага. Существование и единственность точки минимума. Градиентный метод с дроблением шага. Метод скорейшего спуска. Быстрое вычисление градиента. Понятие об овражном методе, методе сопряженных направлений, квазиньютоновских методах, релаксационном методе "глобализации" сходимости.