

## **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**

### **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, юнивёрсум 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 и модели вычислений**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение фундаментальных основ теории вычислительных алгоритмов и моделей вычислений (A и MB).

#### **Задачи дисциплины:**

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

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач A и MB;
- 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. ( $O$ ,  $\Omega$ ,  $\theta$ ,  $o$ ,  $\omega$ ) 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),  $l_\infty$  (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. Онлайнный 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

### 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. 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 (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В1 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:**

- 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 B1;
- 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. Знакомство, представление. Анкетные данные, семья, страны, национальности.

Коммуникативные задачи: приветствие. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания. Рассказать о себе, семье, родственниках: имя, возраст, степени родства, профессия, хобби. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные – имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия.

Грамматика: личные местоимения. Глагол to be в настоящем времени. Простое повествовательное предложение. Вопросительное предложение. Притяжательные местоимения. Употребление неопределенного и определенного артиклей. Единственное и множественное число существительных.

Фонетика: интонация, произношение.

Письмо: написать краткое CV.

### 2. Описание распорядка дня. Расписание дня по часам. Описание места жительства.

Коммуникативные задачи: описать по часам обычный день учёного. Рассказать о распорядке дня: когда встает, завтракает, идет на работу, рабочее время и т.д. Подготовить сообщение об одном важном дне в жизни ученого.

Лексика: выражения, связанные с обозначением времени. Внутренние часы человека. Указание времени суток, часы. Фразы, используемые, чтобы внести предложение, принять участие в обсуждении и согласовать вопросы.

Грамматика: простое настоящее время (Present Simple), утвердительные и отрицательные предложения, глаголы с предлогом, наречия частоты.

Фонетика: произношение /ə/ или schwa. Знакомство с наиболее важными звуками. Смысловое ударение.

Письмо: составить параграф с описанием какого-либо города или места.

### 3. Работа. Необычные виды работ.

Коммуникативные задачи: описать рабочее место. Кратко описать виды деятельности в суде, в университете, в больнице и в офисе. Рассказать о студенческой жизни. Разыграть сценарий: знакомство с коллегами в офисе. Кратко описать обстановку и оборудование в офисе, а также возможные виды деятельности. Обсудить необычные виды занятости.

Лексика: предметы в офисе, занятия в свободное время. Дни недели, месяцы. Время. Даты. Стандартные фразы, термины и выражения при написании электронных писем.

Грамматика: глаголы в простом настоящем времени (Present Simple). Правила составления вопросительных предложений в простом настоящем времени. Вопросительные слова: what, when, where, why, how, which. Словообразование – применение суффикса -er.

Фонетика: произношение вопросительных слов.

Письмо: написать короткое электронное письмо-запрос.

### 4. Среда проживания. Инфраструктура города. Путеводитель по городу.

Коммуникативные задачи: описание различных городских места и маршрутов. Рассказать/спросить о месте жительства: какие комнаты, мебель, устройство дома, размещение мебели и предметов.

Лексика: типичные фразы-вопросы (как найти нужный объект в городе, какой график работы объекта и т.д.). Прилагательные для описания инфраструктуры города. Синонимы и антонимы.

Грамматика: определенный и неопределенный артикли. Конструкции there is, there are. Вопросительные, утвердительные и отрицательные формы.

Фонетика: произношение schwa /ə/.

#### 5. Покупки. Вкусы покупателей (одежда, еда и т.д.).

Коммуникативные задачи: обсуждение категорий покупателей. Разговор о пристрастиях и покупательских привычках. Описание способов совершения покупок: в магазине, через Интернет и т.д. Обсуждение мест в городе для организации бизнеса: описание расположения предполагаемого бизнеса, преимуществ и недостатков данного расположения. Рассуждение о качестве товара.

Лексика: слова для описания покупателей и товаров. Наиболее распространенные фразы, используемые при общении с продавцом. Прилагательные и наречия. Правила образования наречий от прилагательных.

Грамматика: настоящее продолженное время (Present Continuous) и простое настоящее время (Present Simple) в сравнении. Модальные глаголы can и could в утвердительной и отрицательной формах.

Фонетика: произношение опорных слов.

Письмо: написать короткий отзыв о каком-либо продукте/товаре.

#### 6. Не сдаваться! О значении упорства в достижении цели.

Коммуникативные задачи: обсудить критические этапы жизни разных людей и способы преодоления трудностей. Спросить/рассказать об историческом событии: олимпиада, чемпионат мира. Описать историю возникновения денег. Рассказать об истории создания открытого музея современного искусства Inhotim в Бразилии.

Лексика: слова, связанные с описанием исторического прошлого и выражения о времени (time expressions). Обороты, используемые для выражения заинтересованности в чем-либо.

Грамматика: глагол to be в прошедшем времени. Устойчивые выражения, связанные с прошедшими событиями. Правильные глаголы. Сравнительная степень прилагательных.

Фонетика: произношение окончания -ed после произносимых и непроизносимых согласных /d/, /id/ или /t/.

Письмо: написать твит или текстовое сообщение.

#### 7. Фитнес и здоровье

Коммуникативные задачи: обсудить проблемы здоровья и поддержания хорошей физической формы. Рассказать о способах проведения здорового досуга, занятиях спортом. Обсудить правила здорового образа жизни. Описать разные виды спорта и фитнес.

Лексика: слова, связанные со спортом, разными видами спорта. Устойчивые выражения о спорте и фитнесе. Слова-связки для описания последовательности событий (time sequencers). Значение и правильное использование глаголов: come/go, bring/take, lend/borrow, say/tell, watch/look. Фразы для выражения мнения, согласия и несогласия.

Грамматика: утвердительные и отрицательные предложения в простом прошедшем времени (Past Simple). Правильные и неправильные глаголы.

Фонетика: произношение опорных слов.

## 8. Путешествия и транспорт. Городской транспорт.

Коммуникативные задачи: спросить/рассказать об отдыхе, о предпочтениях при проведении отдыха. Описать способы путешествий разными транспортными средствами. Обсудить способы передвижения по городу, используя метро, такси, автобусы. Кратко рассказать о транспортной системе в своем городе. Разыграть диалог между пассажиром и кассиром при покупке билета.

Лексика: слова и выражения, связанные с путешествиями и соответствующим транспортом. Выражения с глаголами get, take, have.

Грамматика: общие и специальные вопросы в простом прошедшем времени (Past Simple). Модальные глаголы should, shouldn't, have to, don't have to.

Фонетика: произношение did в вопросах. Ударения в предложениях.

Письмо: написать электронное письмо другу о каникулах.

## 9. Приготовление еды и ее употребление

Коммуникативные задачи: описать различные пищевые продукты, полуфабрикаты, блюда и напитки. Рассказать о местах приема пищи. Сравнить приготовление пищи в прошлом и сейчас. Запросить/дать информацию о том, что ешь всегда/иногда на завтрак, обед, ужин и в каком количестве. Заказать еду на конференцию в нужном количестве и принять такой заказ. Обсудить полезную и вредную пищу с указанием причин. Составить полноценный рацион студента.

Лексика: слова для обозначения количественной оценки еды. Показатели значений количества (цифры, дроби, проценты), температуры, даты, расстояния и т.д. Типовые слова и фразы для общения официант-посетитель.

Грамматика: исчисляемые и неисчисляемые существительные. Вопросы типа how much, how many. Употребление артиклей и слов some/any, much/many, a lot of с исчисляемыми и неисчисляемыми существительными.

Фонетика: произношение числительных и характеристик количества.

## 10. Окружающий мир. Погода и природные явления.

Коммуникативные задачи: описать типичные погодные условия в разных городах и странах (Лиссабон, Малайзия, Чикаго). Подготовить краткое описание основных характеристик какой-либо страны. Обсудить способы выживания человека в пустыне.

Лексика: слова для описания чудес природы и частей света. Фразы для выражения предпочтений.

Грамматика: сравнительная и превосходная степень прилагательных. Использование союза *than* в сравнительных предложениях.

Фонетика: произношение *the ...-est* в превосходной степени прилагательных.

#### 11. Общение и совместная деятельность

Коммуникативные задачи: объяснить и рассказать о правилах игры «геокэшинг» (туристская игра с применением спутниковых навигационных систем, состоящая в нахождении тайников, спрятанных другими участниками игры).

Лексика: слова и выражения, связанные с правилами поиска предметов и тайников. Фразы для выражения предложения сделать что-либо.

Грамматика: употребление *going to* для выражения планов и намерений. Слова *really, very* для усиления прилагательных. Инфинитив в функции обстоятельства цели.

Письмо: формальные и неформальные стили оформления текста.

Фонетика: правила произношения оборота *going to*.

#### 12. Культура и искусство

Коммуникативные задачи: обсудить тексты из учебника о музыкантах, танцорах и художниках с ограниченными физическими возможностями. Рассказать о становлении и развитии киноиндустрии: немое кино, черно-белое кино. Описать различные типы фильмов.

Лексика: жанры фильмов - комедия, мелодрама, боевик и т.д. Формальные и неформальные слова и выражения, используемые в телефонном разговоре.

Грамматика: настоящее совершенное время *Present Perfect*. Причастия прошедшего времени (*Past Participle*). Сравнение *Present Perfect* с простым прошедшим временем (*Past Simple*).

Письмо: написать короткий отзыв о фильме, концерте, спектакле.

#### 13. Время. Времяпрепровождение. В каком времени мы живем: в прошедшем, настоящем или будущем? Свободное время. Время и фото. Лучше время для путешествий.

Коммуникативные задачи: рассказать о своем распорядке дня, как часто и что ты делаешь, как проводишь свободное время. Советы куда поехать, что посетить и чем заняться. Обсудить что такое время, какова его власть и влияние, рассмотреть три типологические категории людей, которые живут прошедшим, настоящим и мечтами о будущем. Определить, что означает время для каждого из нас.

Лексика: слова и выражения, связанные с повседневными занятиями, занятиями в свободное время, путешествием, различными видами досуга, хобби, развлечениями, тем, что нравится делать.

Грамматика: употребление грамматического времени *Present Simple*, наречий частотности, вопросов.



Письмо: создать web post (заметку в интернете) о самом благоприятном времени для посещения вашей страны.

14. Жизнь снаружи и внутри. Жизнь на улице – как она выглядит? Жизнь в доме; личное имущество. Жизнь в коллективе; совместное имущество. Жизнь в городах. Местонахождение объектов. Как спросить дорогу и добраться до пункта назначения. Здания, – какими они бывают.

Коммуникативные задачи: обсудить назначение улиц в наши дни - архитектуру, дизайн, использования улиц под различные виды деятельности и развлечения. Рассмотреть два способа проживания в отдельном доме и в жилых комплексах «тулоу» - постройках, традиционных для Китая. Обсудить преимущества и недостатки жизни в городах. Спросить и рассказать маршрут до определенного пункта назначения. Ознакомиться с современными постройками и зданиями, их использованием в наши дни.

Лексика: слова, связанные с различными объектами, зданиями, постройками в городе, личным и коллективным имуществом людей. Выражения, указывающие направление и расположение объектов, связанные с необходимыми средствами обслуживания и удобствами для жизни в городе.

Грамматика: употребление грамматических времен Present Simple, Present Continuous, определительных придаточных предложений.

Письмо: написать текстовое сообщение.

15. Движение вверх и вниз. Экстремальные виды досуга, связанные с высотой. Чувства и состояние людей в экстремальных ситуациях. Рассказы и истории людей об опасностях. Спасение, оказание помощи. Экспедиции в опасные и экстремальные места.

Коммуникативные задачи: выучить предлоги движения, указывающие направление вверх, вниз, другие направления и местоположения людей относительно предметов. Обсудить экстремальные виды досуга людей, связанных с высотой. Рассказать об их чувствах, состоянии, опыте. Ознакомиться с экстренными ситуациями и правилами поведения в таких случаях. Обсудить, какие меры помощи и спасения можно оказать. Посмотреть видео об экспедициях в опасные места и зоны нашей планеты.

Лексика: предлоги местоположения и движения, прилагательные, описывающие чувства и состояния. Лексика, связанная с экстремальными ситуациями, спасением, мерами предосторожности.

Грамматика: употребление грамматических времен Past Simple, Past Continuous.

Письмо: написать e-mail с описанием события из жизни.

16. Перемены, испытания и трудности. События и этапы жизни. Значение интернета и жизнь без него. Планирование мероприятий, новый опыт и виды деятельности, приглашение на мероприятия. Новый способ сбора и хранения информации в интернете – Esplorio.

Коммуникативные задачи: обсудить возможные перемены в жизни людей и их причины, рассмотреть этапы в жизни, связанные с новым опытом и событиями. Разобрать, как спланировать мероприятия и пригласить на него других людей. Обсудить плюсы и минусы нового способа общения в интернете – Esplorio.

Лексика: слова и выражения, связанные с описанием событий и этапов жизни, использованием интернета, планированием и проведением мероприятий, приглашением гостей.

Грамматика: употребление инфинитива и герундия после глаголов. Использование going to и грамматического времени Present Continuous для выражения будущего времени.

Письмо: написать e-mail о подготовке мероприятия.

17. Материалы и вещи. Мир предметов, в котором мы живем. Деньги. Наличные деньги, можно ли жить без них? Материальные вещи, их роль в нашей жизни, важны ли они? Заказ и возврат вещей, приобретенных онлайн. Торговые центры.

Коммуникативные задачи: рассмотреть предметы и вещи, которые окружают нас и являются необходимыми в жизни. Обсудить значение денег, использование наличных и электронных средств. Общество потребителей, покупки онлайн, значение супермаркетов в настоящее время.

Лексика: слова и выражения, связанные с вещами, предметами, материалами, покупками, товарами, деньгами.

Грамматика: употребление артиклей, выражение количества.

Письмо: написать e-mail о возврате товара, приобретенного в интернет магазине.

18. Люди. Качества характера. Сходства и различия. Семья, дом. Жизненный опыт, поведение людей. Социальная среда. Известные личности.

Коммуникативные задачи: рассмотреть различные типы людей, их характеры, поведение, личную информацию, предпочтения и увлечения, семейную и социальную жизнь, биографию известных людей.

Лексика: прилагательные, описывающие качества характера, поведение людей. Слова и выражения для сравнения и сопоставления, описывающие семейную жизнь, привычки, привязанности, общую персональную информацию, биографические данные.

Грамматика: сравнение, употребление грамматических времен Present Perfect (с just, already yet), Past Simple.

Письмо: написать ответ на новости в социальных сетях.

19. Путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Посещение различных стран, впечатления и опыт, полученный в путешествии. География. Самое холодное место на земле. Гостиницы - бронирование, сервис. Пути сообщения и метро в Пекине.

Коммуникативные задачи: обсудить виды путешествий, транспорт, поездки по разным странам, привлекательным местам, достопримечательностям. Поделиться новыми впечатлениями, опытом, необычными фактами. Изучить географическое положение некоторых мест и стран, ознакомиться с информацией о самом холодном месте на земле. Разобрать процесс заказа и бронирования гостиниц, хостелов, предлагаемый в них сервис. Обсудить метро в Пекине.

Лексика: географические термины. Слова и выражения, связанные с путешествием, видами транспорта, достопримечательностями, гостиничным сервисом.

Грамматика: употребление модальных глаголов will/might, местоимений something, anyone, everybody, nowhere.

Письмо: написать краткие заметки и сообщения.

20. Язык и обучение. Умения и возможности. Человеческий мозг и компьютеры. Секреты успешного образования. Результаты и достижения образовательной системы в Финляндии и Шанхае. Английский и любимые слова студентов в нем. Проблемы общения. Как заполнить заявление для обучения в Великобритании. Личные данные и детали. Учеба и работа в Лондоне. Карьера.

Коммуникативные задачи: обсудить возможности для получения образования, что могут компьютеры сейчас, способности человеческого мозга. Образование в Финляндии, Шанхае и Великобритании. Обучение за рубежом, карьера, работа.

Лексика: слова и выражения, связанные с образованием, изучением языка, работой, карьерой.

Грамматика: употребление модальных глаголов can to be able to в значении возможности. Must, to have to, can в значении долженствования, необходимости, разрешения.

Письмо: заполнить заявление.

21. Тело и сознание. Движения, рукопожатия – их значение. Традиции и язык жестов в разных странах. Здоровье и спорт. Назад к первобытному строю - жизнь и проблемы здоровья первых людей. Новые пути, как быть спортивным и здоровым. Социальная среда, использование специальных приложений для контроля жизненных функций. Помощь и советы специалистов. Спорт в США.

Лексика: приветствия при встречах, формы прощания. Слова и выражения, связанные со спортом, здоровьем. Медицинские термины.

Грамматика: правила употребления Conditionals 0, 1.

Письмо: написать официальное сопроводительное письмо.

22. Еда. Вопросы вкуса. Дегустаторы. Гурманы. Упаковки и контейнеры, консервы. Пищевые отходы. Проблемы ресторанов. Тайская кухня. Корейская еда.

Коммуникативные задачи: обсудить предпочтения людей в еде, профессию дегустатора, кто такие гурманы, полезны ли консервы, что делать с пищевыми отходами, проблемы ресторанов, тайскую и корейскую кухню.

Лексика: слова, связанные с едой, питанием, ресторанным бизнесом.

Грамматика: использование -ing форм, пассивного залога.

Письмо: написать обзорную статью о ресторане.

23. Мир. Как сделать наш мир лучше? Глобальные вопросы. Памятные даты. Подводное искусство. Конфиденциальность электронных сообщений. Европейский союз.

Коммуникативные задачи: обсудить глобальные вопросы и проблемы современного мирового сообщества, как сделать наш мир лучше. Памятные и значимые даты в истории человечества. Творения природы и человека. Искусство под водой. Вопросы

конфиденциальности, безопасность пересылки электронных сообщений. Жизнь в Европе, члены Евросоюза.

Лексика: слова и выражения, связанные с глобальными проблемами человечества, искусством, историей, безопасности.

Грамматика: правила употребления второго типа условных предложений (Conditionals 2).

Письмо: написать презентацию.

24. Работа. Рабочая обстановка и атмосфера. Рабочее место. Офисы с открытой планировкой. Ответственность и обязанности на рабочем месте. Подбор сотрудников. Как успешно пройти видео интервью. Вопросы и ответы на интервью. Истории кандидатов, проходивших интервью. Как написать резюме. Работа личного секретаря директора школы.

Коммуникативные задачи: обсудить трудовые и должностные обязанности работников офиса, обстановку на работе, как написать резюме, пройти интервью. Разобрать примеры интервью, обсудить преимущества и недостатки.

Лексика: офисная лексика, слова и выражения, связанные с работой, обязанностями сотрудников, интервью, вопросами в резюме.

Грамматика: употребление грамматического времени Present Perfect со словами for и since. Использование инфинитива с частицей to.

Письмо: написать резюме.

25. Тренды. Проблема друзей в Facebook. «Черная пятница» в США. День без покупок. Какие изменения в жизни людей вызвало появление Интернета. Какие бренды называются «брендами без чувства вины».

Коммуникативные задачи: рассказать об изменениях в жизни людей в связи с развитием новых технологий. Рассказать/спросить о друзьях и дружбе. Дискуссия на тему «На что люди тратят деньги в черную пятницу?». Описать состояние, мысли и чувства потребителей. Выразить свое мнение (согласие/несогласие) по проблеме «Бренды без чувства вины».

Лексика: описание взаимоотношений между друзьями, расходов людей на потребительские товары. Наиболее типичные суффиксы для образования существительных от глаголов и прилагательных.

Грамматика: Present Simple, Present Continuous, Present Perfect. Глаголы состояния.

Письмо: написать комментарий для социальной сети.

26. Описание жизненных ситуаций. Трудный рабочий день. Розыгрыши и мистификации.

Коммуникативные задачи: рассказать о событии из своей биографии. Описать невероятную ситуацию или событие.

Лексика: использование повествовательных форм для описания последовательности событий. Наречия для выражения мнения. Глаголы коммуникации. Произношение вспомогательных глаголов (had + was/were). Фразы и выражения для вовлечения слушателя в беседу и проявления интереса к обсуждаемой теме.

Грамматика: Past Simple, Past Continuous, Past Perfect. Употребление слов-связок о времени.

Письмо: использование выражений времени в письменной речи. Написать эссе о случайном стечении обстоятельств.

27. Жизненные навыки. Перед какими искушениями трудно устоять. Как противостоять вызовам и добиться успеха. Какие навыки нужно развивать людям разных профессий. Стрессовые ситуации могут приносить пользу. Необходимость непрерывного обучения как результат быстрого развития технологий.

Коммуникативные задачи: спросить/рассказать о вызовах и успехах. Рассказать о своих способностях в прошлом и о планах развить новые способности в будущем, спросить партнера о его способностях в прошлом и планах на будущее. Дискуссия на тему «Как противостоять искушению/соблазну?». Описать навыки, необходимые для выполнения разных видов работ.

Лексика: описание навыков и умений, необходимых для разных профессий. Устойчивые словосочетания с существительными. Составные прилагательные. Фразы для выражения инструкций/указаний.

Грамматика: модальные глаголы для выражения долженствования, разрешения и вероятности в прошлом и настоящем.

Письмо: написать параграф, выражающий мнение о проблеме.

28. Описание стадий естественных и технологических процессов. Примеры разных процессов (фотосинтез у растений, производство электроэнергии на атомной станции).

Коммуникативные задачи: спросить/рассказать об основных стадиях естественного или технологического процесса.

Лексика: слова-связки для описания стадий процесса. Слова из списка Academic Word List.

Грамматика: пассивный залог в настоящем простом времени. Цепочки существительных.

Письмо: описать стадии процесса.

29. Пространство. Строительство необычных домов на воде в разных странах. Описание ландшафтов. Преимущества проживания в живописных зеленых зонах. Описание жилья и места жительства.

Коммуникативные задачи: описать жизнь людей на разных водоемах. Описать/рассказать о мире природы. Спросить/ответить на возможные вопросы, которые возникают во время путешествия (making enquiries).

Лексика: произношение согласных и гласных в связке. Идиоматические фразы для описания жилья и других мест. Фразы и выражения для официальных запросов в вежливой форме.

Грамматика: сравнение употребления простого будущего времени и оборота going to do smth для предсказаний о будущем и принятии решений. Модальные глаголы will, may, might для выражения вероятности и предсказания будущего. Причастия настоящего и прошедшего времени действительного залога.

Письмо: описать какое-либо место (город, достопримечательность).

30. Развлечения. Наиболее популярные формы развлечений: фильмы, видеоигры, телепрограммы. Отношение к разным видам фильмов. Индустрия видеоигр. Описание популярных видеоигр, их положительные и отрицательные характеристики.

Коммуникативные задачи: описать разные жанры фильмов. Спросить/рассказать о видеоиграх. Дискуссия на тему «Достоинства и недостатки видеоигр». Короткое выступление на тему «Моя любимая музыка, фильм, телесериал».

Лексика: описание фильмов, видеоигр, телепередач. Разные категории слов-связок. Прилагательные с сильной стилистической окраской. Фразы для сравнения, сопоставления и выражения рекомендации/совета. Лексика для выступлений и презентаций.

Грамматика: глаголы с последующим инфинитивом. Глаголы с последующим герундием. Сравнение употребления Present Perfect Simple и Past Simple. Функции и способы перевода герундия.

Письмо: написать отзыв о фильме.

31. Использование техники в современном обществе. Беспилотные машины: преимущества и возможные проблемы. Внедрение интеллектуальных машин в разные области жизни людей. Причины изменения климата и экстремальные погодные условия. Десять самых важных вещей для женщин и мужчин, без которых они не могут жить.

Коммуникативные задачи: описать/рассказать об использовании машин в разных областях жизни. Дискуссия на тему «Аргументы за и против использования искусственного интеллекта». Описать климат и экстремальные погодные условия в разных странах. Обсудить тему «Причины и последствия климатических изменений». Смоделировать диалог по телефону.

Лексика: описание основных характеристик машин и техники. Слова-связки в устной речи. Суффиксы для образования прилагательных от глаголов и существительных. Выражения и фразы, используемые в разговоре о переносе встречи.

Грамматика: определительные придаточные предложения. Сравнение Present Perfect Simple и Present Perfect Continuous. Функции инфинитива.

Письмо: написать деловое электронное письмо.

32. Робототехника. Описание технических возможностей роботов и их использование в разных отраслях промышленности.

Коммуникативные задачи: спросить/рассказать о значении робототехники и видах роботов. Описать характеристики, возможности и принцип действия робота. Презентация на тему «Последние достижения в области науки и техники».

Лексика: академический и специальный английский язык. Слова из списка Academic Word List. Фразы и выражения для академической презентации.

Грамматика: причастия и функции инфинитива.

Письмо: описать график или столбчатую диаграмму.

33. Амбиции. Работа и ее место в жизни человека. Карьера. Зарплата. Причины увольнения и условия труда. Люди, достигшие вершин в своей профессии. Собеседование. Работа за границей.

Коммуникативные задачи: обсудить перспективы успешной работы для молодых специалистов, как найти интересную работу, социальные пакеты и бонусы, пути карьерного роста, заработную плату. Рассказать об известных людях, которые сделали успешные карьеры. Высказать мнение о значении командной работы, лидерстве, повышении квалификации за границей. Участие в ролевой игре «Оформление на работу». Дискуссия о преимуществах и недостатках работы за рубежом.

Лексика: слова и выражения, связанные с работой, условиями и обстановкой на работе, карьерным ростом, работой в команде, наймом на работу, социальными бонусами и программами. Данные для заполнения заявления на получения работы.

Грамматика: конструкция used to и would для описания привычек в прошлом и состояний. Прямые и косвенные вопросы.

Письмо: написать заявление или письмо о приеме на работу.

34. Возможность выбора. Счастье. Его слагаемые для разных народов. Личность и поступки. Герои – кто они? Страничка страноведения: быть счастливым в Мексике.

Коммуникативные задачи: обсудить факторы, приносящие людям счастье, уровень жизни в различных странах. Рассказать и сравнить жизнь людей в Дании, Исландии и Мексике. Обсудить, что делает людей счастливыми. Обсудить поступки людей, как люди становятся героями, чувства и личные качества характера людей. Обменяться мнениями о том, какие бывают важные решения, их типы, сколько человек принимает решений, принятие неверных решений.

Лексика: слова и выражения, характеризующие личные качества людей, чувства, поступки, жизненные ценности, культуру и обычаи за рубежом.

Грамматика: условные предложения первого типа. Второй тип условных предложений.

Письмо: составление конспекта.

35. Внешность. Физические параметры. Особенности восприятия внешности разными людьми – психологические аспекты. Внешность и социум. Живопись, художники. Зрение как феномен (особенности восприятия) с научной точки зрения. Селфи.

Коммуникативные задачи: обсудить внешность людей, физические характеристики и параметры, что делает людей красивыми, как воспринимают внешность люди разных наций и национальностей. Искусство и красота, виды рисунков, зрительные иллюзии. Одежда людей, дресс-код. Высказать мнение о том, что модно в наши дни. Спросить/рассказать о национальной портретной галерее в Лондоне.

Лексика: слова и выражения для описания внешности людей, физических характеристик, искусства, моды, дресс-кода.

Грамматика: сравнительные конструкции. Использование отрицательных форм при сравнении. Усилительные слова для детального сравнения. Модальные глаголы для выражения предположения. Фразовые глаголы.

Письмо: написать об участии в онлайн дискуссиях.

36. Последствия. Преступление и преступность. Современные средства массовой информации. Блогеры и их влияние на массовое сознание. Кибер преступления. Их виды. Способы защиты. Развитие технологий.

Коммуникативные задачи: обсудить, почему люди совершают преступления, высока ли преступность в наши дни, наказания и последствия. Социальные сети, их влияние на мир и массовое сознание людей. Высказать мнение о киберпреступности, путях борьбы, способах защиты интернет пространства, разработки новых технологий для пресечения компьютерного мошенничества.

Лексика: криминальная лексика, компьютерная терминология.

Грамматика: активный и пассивный залого. Употребление определенного и неопределенного артиклей. Устойчивые словосочетания без артиклей.

Письмо: написать формальное/неформальное письмо, принести свои извинения.

37. Воздействие. Реклама в нашей жизни. Виды рекламы, способы воздействия. Влияние на нашу жизнь. Как оказывать влияние на людей? Методы убеждения в маркетинге и в жизни. Как быть убедительным для аудитории во время выступления. Политика «мягкой силы» - как она меняет мир, отдельные страны (на примере Южной Кореи). Культура, наука и искусство разных стран как факторы сближения народов. Моды. Ее влияние на людей и их взаимоотношения. Непостоянство/ изменчивость моды. Современные тренды. Гаджеты, предпочтения социума.

Коммуникативные задачи: обсудить рекламу, ее виды и способы воздействия на людей, стратегии и методы убеждения, выступления, как завладеть аудиторией, что такое политика «мягкой силы», каково ее влияние на Южную Корею. Рассмотреть культуру, науку и искусство разных стран как факторы сближения народов, а также современную моду, ее значение и влияние на людей, современные тренды и предпочтения социума.

Лексика: слова и выражения, связанные с рекламой, модой, современными трендами и предпочтениями общества.

Грамматика: третий тип условных предложений для описания нереальных событий в прошлом. Модальный глагол should с перфектным инфинитивом.

Письмо: написать эссе о преимуществах и недостатках современной моды.



## **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 (уровень В2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2 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;
- 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. Время

Повседневная жизнь. Свободное время. Ваши любимые занятия. Погода. Спорт.

Коммуникативные задачи: уметь рассказать о повседневной жизни, о том, как часто вы занимаетесь теми или другими занятиями. Уметь задавать и отвечать на вопросы о своих любимых занятиях. Выяснить информацию о погоде. Поговорить о различных видах спорта.

Лексика: слова и выражения, необходимые для описания повседневной жизни, любимых занятий, погоды, различных занятий спортом.

Грамматика: Present Simple - утвердительные и отрицательные предложения. Типы вопросов.

Письмо: написать о самом лучшем времени для посещения вашей страны.

## 2. Внутри и снаружи

Уличная жизнь. Работа на улице. Способности людей. Ваш дом, ваши родственники. Предметы в вашем доме. Расположение тех или других зданий в городе.

Коммуникативные задачи: уметь рассказать о жизни и работе на улице, о способностях и талантах людей, о своем доме и своих родственниках. Уметь спросить дорогу или объяснить дорогу к определенному месту.

Лексика: слова и выражения, необходимые для описания жизни и работы на улице, домашнего обихода и расположения различных зданий в городе.

Грамматика: время Present Simple and Present Continuous.

Письмо: написать сообщение своему другу с предложением встретиться в кафе. Объяснить где это кафе находится и как туда добраться.

## 3. Движение наверх и вниз

Движения в различных направлениях. Чувства и ощущения. Рассказ о событии в вашей жизни.

Коммуникативные задачи: уметь описать движения в различных направлениях, чувства и ощущения людей. Уметь рассказать о важном событии в своей жизни.

Лексика: слова и выражения, необходимые для описания движений в различных направлениях, чувств и ощущений человека.

Грамматика: время Past Simple and Past Continuous. Irregular Verbs.

Письмо: написать рассказ о важном событии в вашей жизни.

## 4. Путеводитель по науке. Физика.

Физика: введение в физику, закон всемирного тяготения, общая теория относительности, квантовая механика, электричество, магнетизм.

Коммуникативные задачи: овладеть различными стратегиями чтения текстов научного характера - ознакомительного, изучающего, просмотрового, поискового. Развить умение аудирования информации научного характера. Уметь обсуждать роль физики в научно-техническом прогрессе человечества: магнитные и электрические эффекты, основы квантовой механики и постулаты теории относительности, закон всемирного тяготения.

Лексика: основные физические понятия и законы, терминология.

Письмо: обосновать ответ на вопрос «Что заставляет вас гордиться достижениями в физике».

#### 5. Перемены и трудности

Перемены и трудности: важные события и перемены в вашей жизни, использование интернета, преодоление трудностей, приглашения и приготовления к встрече.

Коммуникативные задачи: уметь рассказать о важных событиях и переменах в своей жизни, о преодолении трудностей, о том, что можно сделать с помощью интернета. Уметь пригласить друзей в кафе или ресторан и сделать все необходимые приготовления.

Лексика: слова и выражения, необходимые для описания важных этапов своей жизни, возможностей интернета, планов и приготовлений.

Грамматика: время Present Continuous for the future, going to. Глаголы с -ing and to.

Письмо: написать сообщение своему другу с извинениями и объяснениями, почему вы не можете встретиться с ним в назначенное время, предложить другое место или время.

#### 6. Предметы и материалы

Вещи и предметы вокруг вас: их форма, размер и материалы, из которых они сделаны. Деньги.

Коммуникативные задачи: уметь описать форму и размер окружающих вас вещей. Рассказать об их использовании. Поговорить о значении денег в вашей жизни.

Лексика: прилагательные для описания размера и формы окружающих вас предметов. Деньги.

Грамматика: articles. Adjectives for describing objects.

Письмо: написать письмо о возврате товара, купленного в интернете, объяснить причины возврата.

#### 7. Люди

Характер ч

## **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 (уровень В2/С1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2/С1 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. Тенденции

Тенденции в дружеских отношениях: дружба на Facebook, работе, вне работы, настоящая дружба. Тенденции в покупательском поведении: черная пятница, онлайн покупки.

Влияние интернета на поведение. Тенденция использования экологически чистых товаров. Влияние социальных сетей на развитие рекламы.

Коммуникативные задачи: дать объяснение дружеским отношением разного уровня как-то дружба в социальных сетях, на работе, вне работы, настоящая дружба. Расспросить собеседника о его отношении к дружбе и влиянию групп друзей на жизнь. Объяснить тенденции в покупательских привычках, зависимости от интернета. Объяснить свое мнение об экологически чистых и этически произведенных товарах. Умение делать письменные заключения на основе сравнения определенных ситуаций при покупке товаров и иллюстрации примерами. Умение делать заметки при чтении текста.

Лексика: слова и выражения на тему дружбы и общения. Покупательский выбор и привычки, интернет-покупки. Речевые клише, используемые для выражения согласия, несогласия, высказывания собственного мнения.

Лексика, характерная для неформального письменного высказывания в социальной сети. Сокращения, используемые в посте. Слова и выражения необходимые для сравнения и противопоставления фактов, для приведения аргументов «за» и «против».

Грамматика: словообразование, суффиксы существительных -ity, -ment, -ion, -ship. Времена Present Simple, Present Continuous, Present Perfect Simple, State verbs.

Письмо: написание комментария на пост в интернете, используя неформальный язык на тему «Этично ли покупать дешевую одежду?». Написание рекламного объявления в социальной сети о публичном мероприятии, продукте, компании или благотворительной акции.

## 2. Невероятные истории

Выжить в смертельной опасности. Невероятные события в науке и окружающем мире. Проведение экспертизы случившегося на предмет правдоподобности. Случайны или закономерны совпадения. Знаменитые истории.

Коммуникативные задачи: уметь рассказать о незабываемом дне, как человек избежал смертельной опасности. Отличить выдумку от истины, анализируя и сопоставляя события. Обосновать свое мнение и быть экспертом. Заинтересовать слушателя необыкновенной историей. Обсудить принадлежность истории к определенному типу сюжета.

Лексика: слова и выражения, связанные с передачей опасных для жизни событий, случившихся в прошлом. Выстраивание событий в правильном порядке, используя связки. Использование ссылок в тексте. Слова и выражения для привлечения внимания слушателя и демонстрации своей заинтересованности в рассказе. Слова и выражения, используемые для описания структуры повествования. Термины, используемые при определении типа сюжета.

Грамматика: времена Present Perfect, Past Simple, Past Continuous для повествовательных форм. Временные связки when, while, within, up to, immediately after в повествовании. Наречия, используемые для комментирования.

Письмо: написать историю-повествование о неожиданном совпадении, расположить события в логическом порядке с использованием временные связки.

## 3. Навыки жизни

Трудности и успех. Трудовые навыки: обязанности, разрешение и возможности сделать что-то. Польза и вред стресса. Инструкции по использованию. Жизненные навыки в прошлом и в настоящее время. Как женщины преодолевали трудности их социального положения в Англии.

Коммуникативные задачи: говорить достижения успеха через преодоление соблазнов и трудностей. Рассказать о способах приобретения трудовых навыков путем понимания обязанностей, разрешения и возможностей. Уметь описать состояние стресса и его роль в жизни. Уметь дать практический совет или объяснить инструкцию. Уметь объяснить развитие прав женщин в свете жизненных навыков, необходимых для жизни сто лет назад и в настоящее время.

Лексика: слова и выражения, связанные с описанием трудностей, стрессовых ситуаций с противостоянием соблазну и трудностям. Сложные прилагательные для описания рабочих навыков, решения проблем, постановки целей. Лексика, необходимая для написания практических инструкций. Словарь для написания параграфа-мнения (фразы для добавочной информации, введения примеров для аргументации).

Грамматика: can, to be able to для выражения возможности сделать что-то. Must, have to для выражения необходимости и обязанности сделать что-то. Could, couldn't для выражения разрешения или возможности сделать что-то. Сложные прилагательные.

Письмо: написать параграф-мнение в поддержку идеи.

#### 4. Пространство для жизни

Жизнь у воды. Лесные ванны. Что из того, что мы имеем, нам действительно необходимо. Описание места путешествия. Разговор по телефону для выяснения деталей путешествия. Где лучше жить: в огромном городе или небольшом развивающемся городе.

Коммуникативные задачи: уметь рассуждать о преимуществах и недостатках жизни у воды. О предположениях и принятии решений. Уметь описывать природу природные явления, как лес, горы, времена года, водопады, утренние рассветы и вечерние закаты. Говорить о пользе времяпрепровождения вне дома. Говорить о вещах, которыми мы владеем: нужны ли они нам на самом деле. Уметь задавать вопросы по телефону для получения необходимой информации. Сравнить качество жизни в большом мегаполисе и небольшом городе.

Лексика: слова и выражения, описывающие жизнь у воды, преимущества и недостатки. Слова для выражения планов и решений. Словарь для описания природы и экологических проблемах. Идиоматические выражения для описания места. Фонетические особенности соединений согласных и гласных звуков. Лексика при разговоре по телефону для выяснения необходимой информации. Слова для описания городской жизни.

Грамматика: will, be going to для выражения предположений и решений. Will, make, might для выражения вероятности действия. Наречия и прилагательные для выражения вероятности действия.

Письмо: описать место, куда можно поехать отдохнуть: как оно выглядит, что там можно посмотреть и где можно поесть.

#### 5. Развлечения



Фильмы, пользующиеся всеобщей популярностью, посещение кино. Убийца москитов: Видеоигры. Появление второго экрана: телевидение в век гаджетов. Рецензия на фильм. Как делают кино: ступени производства.

Коммуникативные задачи: уметь описать кинематографические жанры по рецензии, обсудить героев фильма и содержание. Описать видеоигру, используя прилагательные. Объяснить производство и распространение видеоигр, их положительные и отрицательные черты. Вести беседу о создании игр. Обсуждение поведения людей в обществе при включенных гаджетах. Сравнить два фильма и рекомендовать фильм к просмотру. Создание квиза о индустрии кино.

Лексика: названия жанров в кино, слова и выражения для обсуждения персонажей, производства и содержания фильмов. Прилагательные, используемые в описании видеоигр и слова, связанные с их производством. Слова-связки, добавляющие информацию, выделяющие информацию, дающие противоположные стороны аргумента, выражающие одновременность действия. Слова-связки, используемые для контраста и сравнения.

Грамматика: использование -ing form and infinitive with to. Использование Present Perfect Simple and Past Simple. Выражения времени, используемые с данными временными формами.

Письмо: написание рецензии на фильм, включая свое мнение, пересказ истории, имя продюсера, исполнителей главных ролей, сравнение с книгой.

## 6. Под контролем

Человек и машина. Машина без водителя. Управление погодой? Климат и экстремальная погода. Без чего человек не может жить в наше время. Написание официального электронного письма. Изменение договоренностей. Проблема отсутствие воды в пустыне.

Коммуникативные задачи: уметь говорить на темы, связанные с машинами дорожными ситуациями и современных машинах без водителя, новыми технологиям и умными машинами (дронами). Дать аргументы за и против использования «умных машин». Говорить о климате и экстремальной погоде, используя сложные существительные. Беседовать о возможностях управления погодой.

Лексика: слова и выражения о машинах, их современных разновидностях. Слова для описания экстремальной погоды. Слова-связки в беседе (actually, in fact, in other words, anyway, anyhow), словообразование с помощью суффиксов -ful, -less, -ous, -able, -al, -y.

Грамматика: относительные придаточные предложения и их типы (defining, non-defining), правила использования относительных союзов и правила пунктуации, связанные с типами относительных придаточных предложений. Present Perfect Simple and Continuous.

Письмо: написать официальное электронное письмо согласно правилам формального письма.

## 7. Амбиции

Хорошие перспективы в работе за рубежом. Спросите эксперта и успешных людей. Почему неудача в работе может быть полезной. Сопроводительное письмо или электронное письмо

при устройстве на работу. Вопросы рабочего интервью. Причины для выезда на работу в другую страну.

Коммуникативные задачи: уметь обсудить условия работы, выбор места работы, удовлетворенность/неудовлетворенность работой. Уметь рассказать о людях, достигших успехов и ставших экспертами в сфере своей деятельности. Уметь говорить о неудачах в работе и преодолении трудностей. Уметь отвечать на вопросы собеседования при приеме на работу. Обосновать причины для переезда в другую страну для работы.

Лексика: слова и выражения, описывающие условия работы и рабочие перспективы. Выражения *used to* and *would* для передачи прошлых привычек и состояний. Лексика, необходимая для характеристики успешных людей в профессии. Слова для перефразирования и словосочетания для описания неудач в работе (*verb+noun*, *adjective+noun*, *verb+adverb* or *adverb+verb*, *adverb+adjective*). Выражения для оформления сопроводительного письма и рабочего собеседования.

Грамматика: использование выражений *used to* and *would*. Формы вопросов, прямые и косвенные вопросы.

Письмо: написание делового или сопроводительного письма на бумаге или в электронном виде с использованием формальной лексики.

## 8. Проблема выбора

Доклад о состоянии счастья в мире. Как человек становится героем. Самая счастливая страна. Культурный шок. Механизм принятия решений. Факторы, влияющие на уровень счастья в стране.

Коммуникативные задачи: уметь вести беседу о качестве жизни в категориях состояния здоровья, финансов, социально-семейных отношений, досуга. Уметь говорить о чертах героической личности. Уметь описать условия жизни в стране, стадии адаптации, включая культурный шок. Понимание речи на слух и конспектирование. Уметь обосновать принятое решение. Публичное выступление. Обсуждение факторов, влияющих на уровень счастья.

Лексика: слова и выражения, связанные с характеристикой качества жизни в стране. Уметь рассуждать о героизме и о героических личностях, о проблеме выбора в экстремальных ситуациях. Уметь объяснить четыре стадии состояния человека при жизни в чужой стране. Уметь описать страну, используя слова с приставками. Слова, используемые для объяснения принятых решений. Выражения, помогающие акцентировать структуру публичного выступления.

Грамматика: условные предложения с *if* – *real conditionals*, *unreal conditionals*. Использование *would*, *could*, *might* для выражения неуверенности. Словообразование – приставки, меняющие значение слова.

Письмо: уметь делать записи при прослушивании лекции, система сокращений. Создание записей при подготовке к публичному выступлению.

## 9. Внешний вид

Описание внешности. Картины. Ведение блога в интернете. Участие в онлайн дискуссиях. Как пожаловаться эффективно. Решение проблем. Селфи.

Коммуникативные задачи: описать внешность человека. Описать картину: пейзаж, портрет, абстракцию и обменяться мнениями об этих художественных жанрах. Размышление,

рассуждение и вывод на их основе. Обсудить дресс-код в некоторых компаниях и высказать свое мнение.

Лексика: словосочетания для описания внешности. Прилагательные в сравнительной и превосходной степени. Модальные глаголы для выражения разной степени уверенности. Лексика для написания интернет-блога. Фразовые глаголы.

Грамматика: образование сравнительной и превосходной степени прилагательных. Модальные глаголы для выражения разной степени уверенности.

Разговорные клише: как пожаловаться эффективно, описать проблему, предложить способы ее решения и извиниться.

Письмо: написать интернет-блог.

## 10. Состязание и сотрудничество

Бизнес в 21 веке. Организация малого бизнеса. Спортивные соревнования. Поддержка болельщиков во время спортивных состязаний. Изменения и различия: Стамбул. Футбол: Дортмундская Боруссия.

Коммуникативные задачи: обсудить, какие формы и области охватывает малый бизнес. Какую продукцию могут производить предприятия малого бизнеса. Обменяться информацией о соревновательных и несоревновательных видах спорта и о том, какую поддержку оказывают болельщики. Сравнить несколько городов в разных странах. Обменяться мнениями о современном футболе.

Лексика: слова и словосочетания, связанные с бизнесом, Фразы с глаголами to take и to have. Фразы для сравнения. Лексика для составления рекомендации.

Грамматика: активный и пассивный залог. Употребление артиклей (определенного и неопределенного), отсутствие артикля. Разговорные клише: фразы для формулирования рекомендации и ответа на рекомендацию.

Письмо: сравнить и описать различия на примере нескольких городов мира.

## 11. Последствия

Преступники и преступления. Поведение людей при личном общении и общении через социальные сети в интернете. Непредсказуемые последствия поступков. Принятие решений. Кибер-преступления.

Коммуникативные задачи: обсудить различные преступления как способ стать популярным в социальных сетях и интернете. Выразить свое мнение о поведении людей при реальном общении и общении через интернет. Обменяться информацией о том, что влияет на принятие решений.

Лексика: слова, связанные с разными видами преступлений. Лексика для выражения сожаления в прошлом. Многозначные слова. Фразы для выражения сожаления и извинения.

Грамматика: повторение пройденных типов условных предложений. Третий тип условных предложений. Модальные глаголы should, shouldn't have для выражения сожаления о совершении действия в прошлом.

Разговорные клише: фразы для обсуждения проблемы при принятии решения.

Письмо: выразить извинения в формальном и неформальном электронном письме.

## 12. Влияние

Реклама и ее влияние на граждан. Способы и методы убеждения и влияния на людей. Использование «мягкой силы» для повышения рейтинга и престижа страны. Модные и немодные вещи. Недостатки и преимущества покупки технических новинок и гаджетов. Сеть кафетериев «Старбагз».

Коммуникативные задачи: обсудить методы и приемы, используемые рекламодателями для привлечения потенциальных покупателей. Выразить свое мнение о возможности психологического убеждения и влияния на людей. Согласиться или не согласиться с возможностью использования «мягкой силы» для повышения престижа страны на примере Северной Кореи. Обменяться мнениями о модных и немодных вещах.

Лексика: слова и выражения, используемые в рекламе. Фразы для убеждения и влияния на собеседника. Сложные существительные. Зависимые предлоги; лексика для описания недостатков и преимуществ.

Грамматика: косвенная речь. Разговорные клише: фразы для выражения согласия или несогласия с чем-либо; словосочетания для описания недостатков и преимуществ.

Письмо: сочинение о недостатках и преимуществах так называемых компаний «быстрой моды», предлагающих одежду на пике моды по доступной цене и часто обновляющих ассортимент.

## 13. Старое и новое

Современные технологии. Люди разных поколений и их отношение к жизненным ценностям. Старый и Новый Свет. Впечатления о событии. Традиционные умения.

Коммуникативные задачи: обсудить понятие «Интернет вещей» и его влияние на безопасность персональных данных, пользу и потенциальные риски, связанные с частым выходом в Интернет. Выразить свое мнение по проблеме «отцов и детей» и причинах, влияющих на формирование различных характеров и точек зрения на одни и те же понятия у представителей разных поколений. Описать свои впечатления о недавно посещенном мероприятии в письменной и устной форме.

Лексика: слова и выражения, дающие характеристику современным технологиям. Прилагательные для описания характера человека. Продукты питания. Устойчивые сочетания прилагательных с предлогами, фразы для описания своих впечатлений о событии (положительных и отрицательных).

Грамматика: относительные придаточные предложения, причастный оборот.

Письмо: написать онлайн отзыв о недавно посещенном мероприятии.

## 14. Ночная жизнь

Климат и его влияние на образ жизни. Факторы, определяющие качество сна. Влияние фаз луны на различные сферы деятельности человека в прошлом и сейчас, мифы и факты. Ночная жизнь и развлечения, способы проведения вечернего досуга. Город в тени: влияние географического положения и погодных условий на активность людей на примере небольшого городка в Норвегии.

Коммуникативные задачи: обсудить положительные и отрицательные аспекты проживания в том или ином климатическом поясе. Подготовить мини-презентацию о любимом времени года; рассказать о своем режиме сна и факторах, влияющих на его качество. Распознавать референс в тексте. Уметь выстраивать синонимический и антонимический ряд. Выслушать аргументы и высказать свои предложения по переустройству города с последующим написанием отчета.

Лексика: наречия и прилагательные для описания образа жизни в зависимости от климата, идиомы, описывающие типы сна, синонимы и антонимы, фразы для вежливого или более неформального прерывания собеседника.

Грамматика: прилагательные и существительные, использование *used to*, *would*, *be / get used to* для выражения настоящих и прошлых привычек.

Письмо: написать отчет о проведенной встрече.

## 15. Медиа

Зрительские привычки. Хорошие и плохие новости. Вебсайты и статьи. Громкие новостные события. Вирусные ролики.

Коммуникативные задачи: обсудить изменение зрительских привычек за последние несколько лет, составить анкету для опроса, сравнить свой результат с партнером. Обсудить различные новостные заголовки, поделиться своим мнением по поводу приемов, используемых издателями для привлечения внимания читателей. Проинтервьюировать партнера о влиянии онлайн новостных ресурсов. Пересказать последние новости, используя соответствующие лексические структуры. Уметь выявлять признаки формального стиля письма, его отличия от неформального, написать эссе-мнение в формальном стиле.

Лексика: словосочетания для описания зрительских привычек, передачи новостных сводок, суффиксы прилагательных, фразы, используемые при пересказе событий (в том числе новостей).

Грамматика: косвенная речь, глаголы для передачи чужой речи, структура сложных предложений.

Письмо: написать эссе-мнение.

## 16. Стадии жизни

Взаимоотношения в семье. Жизненные события и выбор. Сожаления и размышления о произошедших событиях. Хипстеры и их образ жизни. Династия: Черчилли.

Коммуникативные задачи: обсудить состав семьи и взаимоотношения между ее членами, порассуждать о возможностях, используя сослагательное наклонение. Поделиться своими размышлениями о самых больших жизненных сожалениях. Уметь распознать в тексте «неопределенный» (*vague*) язык. Написать биографию выдающейся личности.

Лексика: члены семьи, фразовые глаголы, отражающие взаимоотношения людей. «Неопределенный» язык (*vague language*). Составные прилагательные. Фразы для выражения удовлетворения или сожаления и обреченности, связанные с событиями в прошлом.

Грамматика: условные предложения 2, 3 и смешанного типа, сослагательное наклонение с *if only* и *I wish*.

Письмо: написать биографию знаменитой или вдохновляющей личности.

## 17. Общение

Что необходимо для успешного общения? Общение в разных странах; письменное общение; языки общения; мужчины и женщины в общении; как говорить по телефону.

Коммуникативные задачи: участвовать в беседе, посвященной общению и проблемам в общении. Обсудить последние изменения и тенденции в общении. Какие вопросы можно и нельзя задавать при знакомстве. Выразить свою точку зрения о проблемах в общении с мужчинами и женщинами. Уметь высказывать свое мнение по научным и научно-техническим вопросам в рамках будущей специальности, участвовать в диспутах, семинарах и конференциях

Лексика: слова и выражения, необходимые для успешного общения и для публичного выступления. Идиоматические выражения. Лексика, характерная для дискуссии и презентации. Слова и выражения из «Словаря-минимума для перевода научно-технической литературы».

Грамматика: видовременные формы глаголов. Глаголы с предлогами.

Письмо: написать текст публичного выступления на одну из предложенных тем. Написать аннотацию англоязычной научной статьи.

## 18. Уединение (Путешествия)

Туризм и путешествия, приключения, воспоминания о поездках, путешественники прошлого, необычное путешествие, новые навыки из путешествий.

Коммуникативные задачи: дать характеристику места, города, страны с точки зрения их привлекательности для туристов. Дать рекомендации туристам, путешествующим по той или иной стране. Рассказать об известном путешественнике. Поделиться впечатлениями о собственной поездке.

Лексика: слова и выражения, связанные с путешествиями и туризмом, в том числе фразовые глаголы. Речевые клише, типичные для перечисления достоинств и недостатков, высказывания предложений; американский английский. Слова и выражения из «Словаря-минимума для перевода научно-технической литературы».

Грамматика: эмфаза. Past Perfect.

Письмо: написать о путешествии своей мечты.

## 19. Инвестирование

Вклад в свое будущее. Обучение, знания. Работа; что важнее: время или деньги? Прогнозы на будущее, как лучше управлять своим временем, планы на будущее.

Коммуникативные задачи: рассказать о своих предпочтениях при выборе работы и обосновать их. Обсудить планы на будущее. Цели в профессиональной деятельности.

Лексика: слова и выражения, связанные со словами time и money. Слова и выражения из «Словаря-минимума для перевода научно-технической литературы».

Грамматика: Future Continuous, Future Perfect Continuous. Суффиксы существительных. Инфинитив, его формы и функции. Объектный инфинитивный оборот (Complex Object). Субъектный инфинитивный оборот (Complex Subject).

Письмо: написать эссе на тему «How I see my future». Аннотация научной статьи.

## 20. Правила

Преступление и справедливость. Как часто вы пользуетесь телефоном. Справедливые или несправедливые правила в офисе. Мотивация. Законы.

Коммуникативные задачи: обсудить справедливость законов и правил. Принять участие в обсуждении: мешают ли мобильные телефоны в работе и учебе. Как найти мотивацию.

Лексика: слова и выражения по теме, слова с суффиксами. Аргументы для выражения согласия и несогласия. Слова и выражения из «Словаря-минимума для перевода научно-технической литературы».

Грамматика: модальные глаголы и их эквиваленты в различных функциях. Модальные глаголы с перфектным инфинитивом.

Письмо: эссе на тему “Странные законы в мире”.

## 21. Мышление

Детские воспоминания. Когда воспоминания стираются. Типы памяти; эмоции и поведение. Когда людям скучно, 5 видов скуки. Почему мы зеваем. Бывает ли скучно животным. Левое и правое полушарие мозга. Решение проблем, советы.

Коммуникативные задачи: участвовать в беседе об эмоциях и поведении. Обсудить в группе детские воспоминания. Обменяться мнениями что делать, когда скучно. Дать совет по решению психологических проблем.

Лексика: идиомы, фразовые глаголы, определение понятий. Слова и выражения из «Словаря-минимума для перевода научно-технической литературы».

Грамматика: использование инфинитива с “to” и употребление глаголов с “-ing”, причастие, причастные конструкции. Независимый причастный оборот.

Письмо: реферирование статьи с русского на английский по теме.

## 22. Общество

Культура и сообщества. Семья. Страны. Образ жизни. Традиции. Обычаи.

Коммуникативные задачи: участвовать в беседе о культуре и тех предметах, которые отражают национальную культуру. Обобщить и сравнить описания меняющихся культур. Обсудить традиции и обычаи в разных странах. Как начать разговор с иностранцем. Культурный шок. Туризм.

Лексика: идиомы. Фразовые глаголы. Речевые клише. Слова и выражения из «Словаря-минимума для перевода научно-технической литературы».

Грамматика: герундий, герундиальный комплекс. Артикли. Детерминаторы и квантификаторы.

Письмо: написать письмо другу, советуя, как можно адаптироваться к жизни за границей. Описать свой опыт общения в зарубежной поездке. Изложить на английском языке русскоязычную статью по теме «Чувство национального самосознания». Описание диаграммы.

### 23. Восприятие

Органы чувств. Чувство юмора. Ассимиляция пищевых привычек.

Коммуникативные задачи: обсудить спектакль или иное представление, или фильм. Разговор об актерам. Участвовать в дискуссии о национальной кухне. Описание фото.

Лексика: идиомы. Фразовые глаголы. Речевые клише.

Грамматика: сослагательное наклонение. Порядок прилагательных в предложении. If-clauses.

Письмо: описать фото или сцену. Реферирование научной статьи.

### 24. Креативность

Изобретательность, интересные изобретения. Творческое окружение, креативная работа.

Коммуникативные задачи: обсудить изобретения, как стать творческой личностью. Обмен впечатлениями о креативной работе.

Лексика: идиомы, фразовые глаголы, речевые клише.

Грамматика: пассивный залог, каузативные глаголы have и get.

Письмо: сочинение-выражение мнения.



## **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 (уровень С1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на уровне С1 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 С1;
- 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. Коммуникация

Речевой этикет в культурах разных стран, письменная коммуникация, редкие и исчезающие языки, особенности общения по телефону, языки национальных меньшинств.

Коммуникативные задачи: научиться выявлять и уметь охарактеризовать отличия в речевом этикете культур разных стран, знать особенности межкультурного общения. Уметь охарактеризовать и сравнить традиционные письма, SMS-сообщения и электронные письма, описать их преимущества и недостатки. Сделать сообщение о редких и исчезающих языках. Разрешить проблемную ситуацию во время телефонного разговора.

Лексика: выражения (фразеологические выражения и идиомы) на тему межличностного (вербального и невербального) и межкультурного общения. Выражения, связанные с традиционным письмом, SMS-сообщениями и электронным письмом. Лексика, описывающая редкие и необычные языки. Управление глаголов. Речевые клише. Типичные разрешения проблемной ситуации во время телефонного разговора. Типичные выражения для использования в личном письме.

Грамматика: типы вопросов (вопрос к подлежащему, косвенный вопрос, вопросы с предлогами). Времена Present Perfect Simple, Present Perfect Continuous. Эллипсис.

Фонетика: вспомогательные глаголы have, been.

Письмо: написать личное письмо другу.

Чтение/аудирование: способы распознавания значения неизвестных слов. Разрешение проблемных ситуаций во время телефонных разговоров.

## 2. Путешествия

Путешествия и приключения, чувства и эмоции, поездки с образовательными целями, организация поездок, проблемные ситуации во время путешествий.

Коммуникативные задачи: уметь рассказать об известном путешественнике и составить биографический очерк, рассказать о собственной поездке и поделиться впечатлениями о ней. Рассказать о людях, совершивших необычные поступки, дать им характеристику. Рассказать об обучающих поездках, составить и описать план обучающей поездки.

Лексика: слова и выражения, связанные с места отдыха, видами деятельности во время путешествий. Прилагательные, описывающие чувства и эмоции. Американский и британский варианты лексики по теме путешествия. Лексика, описывающая качество оказания туристических услуг. Речевые клише, используемые для выражения жалобы.

Грамматика: времена Past Simple, Past Continuous, Past Perfect Simple, Past Perfect Continuous.

Фонетика: ударение в прилагательных. Фонетические особенности американского и британского вариантов английского языка. Интонация в восклицательных выражениях.

Письмо: написать письмо жалобу.

## 3. Будущее: работа, образ жизни, отдых

Профессии будущего, образование и знания, организация времени, планирование будущего, технологии будущего и образ жизни, работа и условия работы.

Коммуникативные задачи: уметь рассказать о профессиях будущего. Обсудить, какие качества необходимы, чтобы оставаться востребованным специалистом на рынке труда. Обсудить соотношение рабочего и свободного времени, описать планы на год. Обсудить соотношение денежной ценности и нематериальной ценности вещей. Высказать

предположения об изменениях образа жизни людей через пять лет. Обсудить произошедшие изменения в условиях работы и высказать предположение о будущих изменениях в условиях работы.

Лексика: профессии. Лексика по теме обучение, мышление и знания. Устойчивые выражения с *time* и *money, gold*. Лексические единицы, используемые для выражения вероятности. Связующие слова и выражения для написания эссе-мнения. Слова и выражения, описывающие условия работы и рабочую среду.

Грамматика: способы выражения будущего времени (*be going to do smth, Present Simple, Present Continuous, Future Simple, Future Continuous, Future Perfect, Future Perfect Continuous*), словообразование - префиксы *-ance, -dom, -ence, -ery, -ity, -ment, -tion*.

Фонетика: особенности произношения звука 'l', ударение в существительных, интонационные особенности выражения определённости.

Письмо: написать эссе-мнение.

#### 4. Способность к творчеству

Изобретательность и творческие идеи, креативная среда, необычные способы самовыражения, роль методов обучения и личности учителя в развитии творческих способностей, творческие личности периода Прекрасной эпохи во Франции.

Коммуникативные задачи: уметь описать и представить изобретение. Описать свои впечатления, касающиеся организации творческой деятельности и сравнить их с впечатлениями других участников коммуникации. Уметь объяснить выбор или предпочтение. Выразить свое мнение и попытаться изменить чужое мнение. Сделать короткую презентацию о творческой личности.

Лексика: слова и выражения для описания изобретения и принципов его функционирования. Прилагательные для описания рабочего места, способствующего развитию творческого потенциала работника. Лексемы, схожие по смыслу или звучанию, которые необходимо различать. Абстрактные существительные, описывающие определенную историческую эпоху.

Грамматика: переходные/непереходные глаголы, прямое и косвенное дополнение, пассивный залог личных форм глаголов и его употребление, глаголы *have* и *get* в каузативной функции.

Фонетика: редуцированные формы глагола *to be*, произношение схожих по звучанию слов, восходяще-нисходящий и восходящий тон для смягчения категоричности несогласия.

Письмо: написание краткого изложения (*summary*). Разговорные клише: слова и фразы для выражения мнения и переубеждения.

Аудирование: умение распознавать фразы с опущенными согласными на стыке слов.

#### 5. Разум

Память и внимание, эмоции и поведение, состояние скуки и классификации видов скуки, мифы о лево- и право-полушарности, виды проблем и способы их решения.

Коммуникативные задачи: уметь говорить о детских воспоминаниях, эмоциях и поведении в моменты переживания состояний скуки. Уметь предложить выход, дать совет как

поступать в критической ситуации, аргументировать свое предложение. Обсудить в парах и малых группах за и против высказанных предложений, принять наиболее оптимальный вариант и изложить в краткой форме принятое решение всему классу.

Лексика: слова и выражения, связанные с описанием воспоминаний и механизмов работы памяти, а также чувств и эмоций, связанных с воспоминаниями. Лексические единицы, используемые для описания состояния скуки, переживаемой в разных ситуациях. Связующие фразы для логической организации устного и письменного дискурса. Фразовые глаголы с частицами *up* и *out*.

Грамматика: глаголы, требуемые после себя форм инфинитива или герундия. Другие использования инфинитива и герундия после существительных и прилагательных.

Фонетика: умение произносить фразовые глаголы с правильным ударением. Умение расставлять фразовое ударение в устойчивых выражениях.

Письмо: написание абзаца-инструкции. Разговорные клише: слова и выражения для предложения выхода из проблемной ситуации, согласия или несогласия с предложенным решением, обоснование решения, выражения совета.

Чтение: распознавание фраз, используемых для логической организации текста.

## 6. Сообщество

Смешение культур, тематические онлайн-сообщества, плюсы и минусы индивидуального и совместного проживания, зависимость проводимого с семьей времени от возраста, процесс джентрификации на примере Сан-Франциско.

Коммуникативные задачи: уметь описать происхождение и сегодняшнее состояние культур, привнесенных из других регионов. Проанализировать и обсудить причины и положительные и отрицательные стороны таких современных явлений, как изменение типичного домохозяйства, перенос существенной части общения в сферу онлайн, одновременное повышение качества и стоимости жизни в городах.

Лексика: слова и выражения, необходимые для описания процесса привнесения культуры и традиций в сегодняшний культурный контекст, а также лексемы для описания различных типов домовладений. Распространенные устойчивые сочетания с глаголами *do*, *get*, *have* и т.д. Лексика, необходимая для раскрытия графически представленной информации.

Грамматика: артикли; детерминативы, квантификаторы.

Фонетика: варианты произнесения *of*, появление в беглой речи согласных между соседствующими гласными.

Письмо: описание диаграммы. Разговорные клише: слова и выражения для начала неформальной беседы с незнакомым человеком.

Аудирование: умение распознавать и понимать изученный в разделе лексический и фонетический материал.

## 7. Правила, нормы

Преступление и правосудие. Правила на работе, трудовая дисциплина. Мотивация. Социальные проблемы.

Коммуникативные задачи: поговорить о преступлении и правосудии, обсудить с собеседниками виды преступлений, их тяжесть, высказать свое мнение о правосудии, неотвратимости и адекватности наказания. Выслушать мнение собеседника о правилах, устанавливаемых в компаниях для сотрудников. Сформулировать и аргументировано обосновать свою точку зрения на проблему использования социальных сетей в рабочее время. Расспросить собеседника о его отношении к мотивации сотрудников методом кнута и пряника. Сравнить с помощью организованных дебатов системы управления компаниями в западных, восточных компаниях и в России.

Лексика: слова и выражения, относящиеся к преступлению и наказанию. Глаголы с управлением, используемые для описания рабочих отношений. Приставки, добавляющие оттенки смысла существительным. Речевые клише, используемые для выражения согласия, несогласия, высказывания собственного мнения. Слова и выражения, убеждающие собеседника.

Грамматика: использование модальных глаголов, имеющих отношение к настоящему времени и выражающим рекомендацию, обязательство, необходимость, отсутствие необходимости, разрешение, запрет, возможность. Модальные глаголы, выражающие предположение, относящиеся к прошлому. Разговорное клише: выражение согласия/несогласия, собственного мнения.

Фонетика: ударение в многосложных словах, словах с приставками.

Письмо: написать убедительное электронное письмо с использованием эффективных слов и выражений для достижения цели.

ЕАР: модальные глаголы и их эквиваленты в научно-техническом тексте.

## 8. Старое и новое

Интернет вещей. Умные технологии. Поколения X, Y и Z. Еда и ее происхождение. Развлекательные мероприятия. Ремесла.

Коммуникативные задачи: обменяться информацией об удобстве интернета, обсудить преимущества и недостатки умных технологий. Описать людей, принадлежащих к поколениям X, Y и Z. Расспросить собеседника о еде и ее происхождении. Аргументировать свои предпочтения относительно развлекательных мероприятий. Просмотреть фильм о традиционных ремеслах и подискутировать о влиянии ремесел на мышление и национальный характер.

Лексика: слова и выражения, связанные с умными технологиями. Прилагательные, описывающие людей, слова, обозначающие еду. Слова и словосочетания, выражающие впечатления от увиденного. Выражения, обозначающие ремесла и деятельность с ними связанную.

Грамматика: относительные придаточные предложения, причастные обороты. Разговорные клише: фразы для высказывания впечатления о событии.

Фонетика: интонирование предложения.

Письмо: написание в интернете обзора о недавно посещенном мероприятии.

ЕАР: причастные обороты в научно-техническом тексте.

## 9. Ночная жизнь

Темные дни и белые ночи. Различный климат и стиль жизни. Сон, типы сна. Влияние луны на жизнедеятельность человека. Вечерние развлечения. Влияние погоды на физическое и умственное состояние человека.

Коммуникативные задачи: обсудить особенности продолжительности дня и ночи в нашей стране в зависимости от времени года и связанный с этим стиль жизни. Высказать свое мнение о том, насколько важен для человека дневной/ночной сон. Аргументированно изложить факты о сне, интересные для собеседника. Совместно с партнером составить список советов о том, как сбалансировать свою жизнедеятельность и выработать стратегию здорового образа жизни. Обменяться информацией о видах вечерних развлечений. Обсудить в группах наиболее интересное времяпрепровождение. Посмотреть фильм о влиянии погоды на физическое и умственное состояние человека, выразить согласие/несогласие с версией авторов фильма,

Лексика: абстрактные прилагательные и наречия. Синонимы и антонимы. Слова и выражения, относящиеся к привычкам человека, слова, относящиеся ко сну и бодрствованию.

Грамматика: прилагательные и наречия, конструкции, выражающие привычки человека в настоящем и прошлом. Разговорные клише: фразы, используемые для того, чтобы прервать собеседника.

Фонетика: интонационное построение вежливого предложения.

Письмо: написание доклада (отчета).

ЕАР: вводные конструкции в научно-техническом тексте.

## 10. Чувства

Чувства, ощущения. Вы можете доверять своим глазам? Чувство юмора. Вкусовые ощущения. Кафе, рынок. Цвет, почему мы видим цвет, значение цветов в различных культурах.

Коммуникативные задачи: обсудить с партнером особенности восприятия одной и той же картинки. Выяснить в группе, что понимается под иллюзией. Обменяться информацией о великих мистификаторах. Проявить чувство юмора, вспомнив забавную историю. Поделиться с партнером своими вкусовыми пристрастиями. Поделиться воспоминаниями о своем наиболее запомнившемся визите в кафе, на рынок. Просмотреть фильм о том, почему мы видим цвет и что он обозначает в разных культурах. Обсудить в группах свой любимый цвет и выяснить у других их предпочтения с обоснованием выбора.

Лексика: слова-синонимы, обозначающие смотреть, взгляд. Описательные прилагательные. Глаголы чувственного восприятия.

Грамматика: порядок следования прилагательных перед существительным, предложения с союзами, условные предложения 0 и 1 типа. Разговорные клише: фразы вежливые уточняющие вопросы.

Фонетика: интонация в вопросительных и условных предложениях.

Письмо: написать подробное описание сцены с использованием прилагательных, концентрируясь на своих ощущениях.

ЕАР: союзные предложения в научно-технической литературе.

## 11. Средства массовой информации

Телевидение, предпочтения при просмотре программ. Новости, позитивные новости. Современные способы распространения новостей. Интернет. Вирусные видео.

Коммуникативные задачи: обсудить свои привычки в просмотре телевизионных программ, рассказать о любимой программе. Обменяться информацией о современных способах получения последних новостей. Выразить свое мнение о роли интернета в современном обществе. Выяснить в группе, что такое вирусное видео, привести аргументы в пользу или против вирусных видео. Обсудить перспективы развития интернета и других способов получения информации. Показать презентацию в группе по средствам массовой информации.

Лексика: слова и выражения, относящиеся к презентации новостей. Слова, относящиеся к формальному/неформальному регистру. Прилагательные, образованные при помощи суффиксов. Глаголы, употребляемые в косвенной речи.

Грамматика: косвенная речь, сложноподчиненные предложения. Разговорные клише: фразы для получения информации, фразы, используемые во время публичных выступлений.

Фонетика: произношение сложноподчиненных предложений.

Письмо: написать эссе-мнение, используя формальный регистр лексики.

ЕАР: сложноподчиненные предложения в научно-технической литературе.

## 12. Этапы жизни

Семья и взаимоотношения в семье. Этапы жизни и выбор, который совершают люди. Самые большие сожаления в жизни. Хипстеры. Рефлексия. Династии.

Коммуникативные задачи: поговорить с партнером о семье и выявить идеальную модель взаимоотношений в семье. Поговорить об этапах жизненного пути и важных решениях, которые принимают люди. В малых группах обсудить свои самые большие сожаления в жизни, сделать обобщения о чем больше всего сожалеют люди. В форме организованных дебатов обсудить хипстеров и их стиль жизни. Просмотреть фильм о Черчилле, обсудить в парах достижения и сожаления политика. Выступить с презентацией биографии известной личности, обсудить в группе.

Лексика: слова и выражения, относящиеся к семье и взаимоотношениям в семье. Выражения, относящиеся к выбору жизненного пути. Слова, выражающие восхищение. Разговорные клише: фразы для уточнения информации, выражения своей точки зрения, для прерывания собеседника.

Грамматика: нереальные условные предложения 2,3 и смешанного типа, предложения с I wish, if only, сложные прилагательные.

Фонетика: произношение сложных прилагательных.

Письмо: написать изложение по предложенной статье.

ЕАР: сложные слова в научно-технической литературе.

## 13. Изменение



Деятельность человека и ее изменения в истории, основные тренды в ведении бизнеса, сравнение жизни вчера и сегодня.

Коммуникативные задачи: описание и сравнение стилей жизни в 20-м и 21-м веках с точки зрения транспорта, общения, работы, учебы. Подготовка мини-презентации об изменениях работы предложенной компании в современных бизнес реалиях. Обсуждение в группе основных тенденций в модернизации и развития города или страны, умение делать заметки при чтении текста. Развитие навыков передачи графической информации в устной и письменной форме.

Лексика: фразы, идиомы, описывающие время. Термины, используемые при ведении личного словаря. Грамотная работа с существующими интернет-источниками для определения необходимого значения искомого слова. Речевые клише, типичные для описания графика, гистограммы. Работа с фразовыми глаголами, определение верного и нужного значения слова в словаре.

Грамматика: способы и типы сравнения прилагательных и наречий, Continuous forms (продолженные формы).

Письмо: написать отчет о росте населения в трех предложенных странах на основе графиков.

#### 14. Подвиги

Интересные и необычные существа из дикой природы. Инженерные достижения прошлого и настоящего. Неформальные сообщения на темы повседневной жизни: переезд, успешная карьера, поддержание баланса работы и личной жизни, приобретения.

Коммуникативные задачи: выражения с наречиями, используемые для описания необычного в природе. Проведение интервью партнера на тему достижений в инженерии. Определение уровня сложности предлагаемых коммуникативных ситуаций (лекция, неформальное общение, участие в формальном разговоре). Умение делать заметки при прослушивании аутентичного текста, обсуждение прослушанного с партнером. Краткое сообщение о личных достижениях с опорой на изученный словарь.

Лексика: использование коллокаций. Речевые клише, используемые для описания проблем и способов их решения. Работа со словарем и интернет-ресурсами для правильного выбора слова в словосочетании. Фразы, используемые в ведении интервью, опросе или собеседовании.

Грамматика: словосочетания с существительными, Perfect forms (перфектные формы).

Письмо: написать краткое содержание прослушанного, умение объединить и суммировать сжатое сообщение об информации в аудировании и тексте.

#### 15. Команда

Обсуждение поведения человека в предлагаемых ситуациях. Различные способы выражения отношения к обстоятельствам, проблемам. Успех и неудачи в работе и личной жизни.

Коммуникативные задачи: идиомы/фразы с закрепленными предлогами. Обсуждение в парах или мини-группах достижений в работе и/или учебе. Верное интонационное использование вспомогательных глаголов для усиления высказывания. Интервью партнера по темам, связанным с работой, успехами и неудачами.

Лексика: коллокации, используемые для описания успеха и неудач. Фразовые глаголы, синонимичные по значению глаголам академического английского. Ассоциативное соотнесение синонимов, основанное на контексте и без использования словаря. Определение значения фразы/коллокации, изменяемое использованным предлогом.

Грамматика: использование вспомогательных глаголов для построения вопросительных/отрицательных предложений и для утвердительных с целью усиления высказывания.

Письмо: написать предложение об улучшении работы компании.

## 16. Ответственность

Определение степени необходимости выполнения указания или приказа, дифференциация позитивного или негативного оттенков значения высказывания в бизнес среде, корректное использование формальных и разговорных фраз для описания заботы и внимания.

Коммуникативные задачи: паузы и скорость речи в естественной коммуникации, т.е. в разговоре с работодателем, бизнес-партнером или коллегой. Произнесение определенных звуков при смешении с теми или иными – ассимиляция, редукция и т.д.

Лексика: слова и выражения, используемые для описания ответственности говорящего. Фразы, различающиеся значением или его оттенком в ситуациях с нейтральной, негативной, позитивной эмоциональной окраской. Умение определить высказывание по вышеуказанным параметрам. Различия значений одного и того же слова в зависимости от контекста.

Грамматика: модальность в выражении необходимости и долженствования. Passive constructions (пассивные конструкции).

Письмо: написать эссе, представляющее двусторонние аргументы.

## 17. EAP (Английский для академических целей)

Основные навыки общения в научной среде, понимание и анализ текста научного и околонаучного характера, умение сформулировать цель и задачу собственного высказывания по теме специализации.

Коммуникативные задачи: минимальный словарь, подходящий для коммуникации на научные темы.

Лексика: изучение и отработка слов и выражений, типичных для статей. Характерные речевые клише, используемые в научном дискурсе. Основные термины, употребляемые в академическом английском.

Грамматика: participle (причастие), infinitive constructions (инфинитивные конструкции), gerund (герундий).

Письмо: написание аннотации к статье. Устное сообщение содержание статьи научного характера.

## 18. Власть

Власть индивидуальностей в обществе. Мощь и влияние природных явлений на деятельность человека. Зависимость от интернета, интернет-технологий. Вклад информационных технологий в развитие сфер деятельности человека.

Коммуникативные задачи: описание преимуществ и недостатков урбанизации с применением слов и выражений, предложенных УМК для количественной и качественной характеристик. Использование составных прилагательных и существительных с последующим внедрением их в обсуждении утверждений в парах и малых группах. Ведение разговора с партнером с учетом согласия, несогласия, противоречий, возмущения, негодования и других эмоций.

Лексика: фразы, указывающие на верное использование союза в сложноподчиненном предложении. Выражения с предлогом of для выражения количества, числа чего-то/кого-то. Составные прилагательные и существительные для описания новаторства в интернете.

Грамматика: придаточные предложения в ряду сложноподчиненных, quantifiers (квантификаторы), emphasis (эмфаза).

Письмо: написать форум по предложенным темам, обязательно использование активной грамматики раздела.

## 19. Игра

Обсуждение предпочтений в различных сферах жизни человека, использование неформального и академического словаря для рассуждения о приоритетах, проведение свободного времени, различные виды отдыха, влияние стрессовых ситуаций на трудоспособность и здоровье.

Коммуникативные задачи: выражения, характерные для описания предпочтений. Идиомы, описывающие способы расслабления и факторы стресса. Обсуждение с партнером ситуаций, приводящих в негодование. Многозначные слова и их разновидности. Игра в малых группах: предсказание эмоций партнера в предложенных ситуациях, вероятность и возможность использования разговорного английского в диалоге с партнером.

Лексика: использование would не только в условных предложениях, глаголы и глагольные конструкции для описания предпочтений, разные значения одного и того же слова в зависимости от контекста, применимые в академической среде разговорные клише.

Грамматика: would в различных выражениях, verb patterns (глагольные паттерны).

Письмо: написать ревью фильма, книги или спектакля по примеру предложенного и рассмотренного.

## 20. Эмоции и рацию

Обсуждение эмоциональных состояний, предложение гипотез, реакция на события, использование связующих слов и конструкций в тексте или высказывании, метафорическое описание событий в академическом английском.

Коммуникативные задачи: выражение вероятности в прошлом, настоящем и будущем. Прилагательные и причастия, описывающие эмоциональную окраску высказывания. Речевые клише для мгновенной, а также обдуманной реакции на события. Высказывания, анализ и понимание метафорических конструкций.

Лексика: набор фраз для участия в официальных переговорах на темы, связанные с бизнесом, учебой и работой. Наречия, подкрепляющие высказывание как негативное, так и позитивное. Фразовые глаголы, часто используемые в описании мыслительной деятельности и эмоциональных проявлений.

Грамматика: выражение нереальности, linkers (слова-связки).

Письмо: написать параграфы или части эссе для сайта, представляющего рекомендации в сложных жизненных ситуациях.

## 21. Пластик

Описание свойств материалов. Корректное использование академического и разговорного языка в зависимости от ситуации. Умение сконцентрироваться на главном в аудировании. Рассуждение, сравнение и сопоставление фактов и деталей.

Коммуникативные задачи: обсуждение отличий в медицине, одежде и домохозяйстве в прошлом и настоящем. Проведение беседы с партнером с использованием фразовых глаголов. Рассуждение с партнером на тему важности языка тела при публичном выступлении. Различия в выражении вероятности и возможности.

Лексика: прилагательные, описывающие свойства материалов. Фразовые глаголы для описания прошлых привычек. Различные колокации, характерные для разговорного языка, но применимые в академическом.

Грамматика: participle clauses (конструкции с причастием).

Письмо: написать эссе «проблема-решение».

## 22. EAP (Английский для академических целей)

Основные навыки общения в научной среде, понимание и анализ текста научного и околонаучного характера, умение сформулировать цель и задачу собственного высказывания по теме специализации.

Коммуникативные задачи: минимальный словарь, подходящий для коммуникации на научные темы.

Лексика: изучение и отработка слов и выражений, типичных для статей. Характерные речевые клише, используемые в научном дискурсе. Основные термины, употребляемые в академическом английском.

Грамматика: gerund (герундий), relative clauses (относительные придаточные предложения), formal English (формальный стиль в английском).

Письмо: написать gendering русскоязычной статьи, устное сообщение содержание статьи научного характера.

## **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:**

- формирование у студентов знаний и навыков по созданию и работе с современными базами данных и системами управления базами данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области современных баз данных;
- изучение основ построения систем баз данных, моделирования данных и методов управления данными с помощью языка SQL и других средств современных СУБД;
- закрепление полученных навыков и умений в ходе лабораторных занятий.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, концепции, методы и модели в области современных баз данных;
- основы построения систем баз данных, моделирования данных и методов управления данными с помощью языка SQL и других средств современных СУБД.

##### **уметь:**

- понимать поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения задач в области современных баз данных;
- оценивать корректность постановок задач;
- самостоятельно находить алгоритм решения задач БД, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками работы с современными базами данных;
- методами моделирования схем реляционных баз данных;
- методами управления данными с помощью языка SQL и других средств современных СУБД;
- основными компонентами программных средств типа СУБД MS SQL Server 2005.

**Темы и разделы курса:****1. Среда Microsoft SQL Server; SQL-запросы.**

Введение в SQL и MS SQL Server. Основные понятия реляционных БД. Домены. Отношения, атрибуты. Потенциальные, первичные, альтернативные, внешние ключи. Ссылочная целостность. Таблицы. Представления. Запросы. Примеры простейших SQL-запросов. Знакомство со средой MS SQL Server при помощи учебной базы данных "King Corporation".

Моделирование схемы реляционной БД. Модель "сущность-связь" (ER-модель). Основные понятия модели "сущность-связь". Характеристика связей и язык моделирования. Классификация сущностей. Первичные и внешние ключи. Ограничения целостности. Построение инфологической модели. Концептуальные и физические ER-модели. Нормальные формы. Процедура нормализации. Процедура проектирования. Создание ER-модели БД по индивидуальному варианту. нормальная форма и совершенная конъюнктивная нормальная форма. Преобразование одной в другую. Существенные и фиктивные переменные.

Создание таблиц и связей между ними в MS SQL Server. Определение схем данных. Оператор CREATE TABLE, типы данных SQL, декларативные ограничения целостности. Переход от ER-диаграмм к концептуальной схеме реляционной БД. Составление и запуск SQL-скрипта для создания таблиц модельной реляционной БД по индивидуальному варианту.

**2. Управление данными на языке SQL.**

Операторы манипулирования данными языка SQL. Классификация операторов манипулирования данными в SQL. Оператор вставки данных: определение, примеры. Оператор выборки данных: определение, простая выборка, исключение дубликатов, выборка вычисляемых значений, ограниченная выборка, выборка с упорядочиванием. Оператор изменения данных: определение, примеры. Оператор удаления данных: определение, примеры. Срабатывание ограничений целостности при вставке/изменении/удалении данных. Составление и запуск SQL запросов в модельной БД по индивидуальному варианту.

Создание и использование представлений. Представление: определение, примеры. Оператор создания представления. Использование представлений в SQL-запросах. Создание и использование представлений в модельной БД согласно индивидуальному варианту.

Управление транзакциями в MS SQL Server. Понятие транзакции. Управление транзакциями. Уровни изоляции. Сценарии проверок. Поддержка транзакций в языке SQL. Команды COMMIT и ROLLBACK. Проверка изолированности транзакций в модельной БД по индивидуальному варианту.

Управление доступом в MS SQL Server. Обязательное и избирательное управления доступом к базе данных. Аутентификация и авторизация. Методы аутентификации в MSSQL. Роли и группы. Уровни объектов и привилегии, объектные и командные права доступа в MSSQL. Директивы GRANT и REVOKE в T-SQL. Управление доступом к модельной БД с помощью директив согласно индивидуальному варианту.

### 3. Метаданные о структуре БД.

Обеспечение целостности данных с помощью триггеров. Ограничения целостности. Триггеры. Примеры триггеров. Функции триггеров. Синтаксис создания триггеров. Использование триггеров для аудита. Реализация триггеров в модельной БД по индивидуальному варианту, проверка их действия при запусках запросов.

Использование метаданных о структуре БД. Метаданные о структуре базы данных в MSSQL, их использование. Примеры. Составление запросов на выборку сведений о таблицах, представлениях, триггерах, созданных в процессе выполнения практических заданий №№3-8.

Индексы, средства оптимизации запросов. Основные принципы построения индексов. Структура индексов в Microsoft SQL Server. Рекомендации по использованию индексов. Средства оптимизации запросов в среде Microsoft SQL Server. Использование профилировщика Microsoft SQL Profiler и мастера Index Tuning Wizard. Использование функций сбора статистики по результатам выполнения запроса. Оптимизация запросов в модельной БД по индивидуальному варианту.

## **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.

Цель данной дисциплины также состоит в формировании представлений:

- об устойчивой связи эффективной профессиональной деятельности с требованиями обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- о взаимосвязи здоровья человека и качеством окружающей среды, т.ч. санитарно-гигиенических норм;
- об алгоритме поведения в экстремальных и чрезвычайных ситуациях в том числе, о применении различных правовых норм по выявленным фактам коррупционных нарушений;
- о противодействии терроризму и экстремизму.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство студентов с теоретическими основами и практическими вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами подходов и методов системного анализа сложных, комплексных, междисциплинарных проблем, к которым относится обеспечение безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, закономерностей, концепций, методов и моделей) в области БЖД;
- 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.
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области 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.

В данном курсе будут рассмотрены различные виды опасностей и угроз, способных нанести неприемлемый ущерб жизненно важным интересам человека и природной среде. Сведения о возможных опасностях и изученные алгоритмы поведения уменьшат вероятность или предотвратят возникновение экстремальных и чрезвычайных ситуаций, обусловленных «человеческим фактором», и уменьшат нежелательные последствия при их наступлении.

Программа курса включает краткий обзор основных правил поддержания индивидуального здоровья (обеспечения здорового образа жизни (ЗОЖ), санитарно-гигиенических требований и правил поведения в нормальных и экстремальных условиях жизнедеятельности. В программе курса также рассмотрены социально-экономические проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности, связанные с вопросами устойчивого развития, включая такую актуальную для России задачу как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

Реализация полученных знаний поможет слушателям обеспечивать безопасность в быту, в своей профессиональной деятельности, поддерживать работоспособность и здоровье в течение длительного периода.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- естественно-научные и социально-экономические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- основы теории рисков, устойчивого развития, экологической, технологической, социально-экономической и медико-демографической безопасности;
- правила поведения в нормальных, экстремальных и чрезвычайных ситуациях и оказания первой помощи при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях и террористических актах;
- принципы и основы управления технологическими и социальными рисками, прогнозирования, предупреждения, уменьшения и ликвидации последствий несчастных случаев, аварий, чрезвычайных ситуаций и террористических актов;
- государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, включая правовые категории, терминологию, современного законодательства в сфере противодействия коррупции, противодействия терроризму и экстремизму.

**уметь:**

- анализировать антропогенную деятельность и её связь с эколого-экономическими проблемами и проблемами обеспечения БЖД;
- находить, анализировать и обобщать информацию по конкретным вопросам, связанным с проблематикой безопасности жизнедеятельности;
- находить и анализировать связь между задачами своей профессиональной деятельности и задачами обеспечения БЖД;
- использовать знания в сфере обеспечения БЖД в быту и в своей профессиональной деятельности
- применять основные методы профилактики предупреждения и защиты производственного персонала и населения от наступления и возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, террористических актов, а также успешно противодействовать коррупции, терроризму и экстремизму;
- 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:**

- системным подходом к анализу современных проблем обеспечения БЖД и к вопросам защиты производственного персонала и населения от возможных последствий чрезвычайных ситуаций: аварий, стихийных бедствий, катастроф;
- 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;
- навыками самостоятельного физического воспитания и укрепления здоровья, необходимыми для ведения здорового образа жизни.
- навыками применения основ правового регулирования в различных его отраслях в сферах, направленных на противодействие коррупции, противодействие терроризму и экстремизму.

**Темы и разделы курса:****1. Естественнонаучные основы обеспечения БЖД**

Условия существования жизни. Естественная и искусственная среда обитания и безопасность жизнедеятельности. Биосфера.

Взаимодействие биосистем и человека современного индустриального общества с компонентами среды обитания - биосферой, техносферой и социальной средой. Человек, природа и экономика. Экологический подход к анализу потребностей человека. Человечество и человек как большие системы. Классификация и иерархия потребностей



человека. Экология, физика и безопасность жизнедеятельности. Рассмотрение потоков вещества, свободной энергии, информации – основа анализа безопасности и устойчивого существования живых систем.

Химические и биологические факторы, влияющие на безопасность жизнедеятельности.

Условия обеспечения химической и биологической безопасности. Качество воздуха, воды, почвы, продуктов питания. Вредные химические вещества, нормирование: предельно допустимые концентрации и выбросы, ориентировочно безопасные уровни воздействия (ПДК, ПДВ, ОБУВ). Причины химического загрязнения, способы контроля и очистки, методы защиты. Сильно действующие ядовитые и канцерогенные вещества, примеры специфических воздействий на организм человека. Химические и экологические опасности современных технологий, промышленных и бытовых отходов, регулярных и аварийных выбросов. Современные технологии утилизации жидких, газообразных и твердых отходов. Мониторинг химического и биологического состояния окружающей среды. Нормы и стандарты качества окружающей среды. Биологические угрозы: инфекционные заболевания, инвазии.

Физические факторы, влияющие на безопасность жизнедеятельности. Антропогенная деятельность, техносфера и безопасность. Ионизирующее излучение и радиоактивные вещества, электромагнитное излучение, звуковое и механическое воздействие. Примеры специфических механизмов воздействия на организм человека различных физических факторов: радиации (потоков ионизирующего излучения) электромагнитных полей, шумов, искусственного освещения и т.д. Реакция организма человека на эти воздействия. Нормирование и допустимые воздействия физических факторов. Методы и способы контроля и защиты.

2. Самосохранительное поведение, здоровый образ жизни (ЗОЖ) и индивидуальные действия в ситуациях повышенной опасности

Гомеостаз и неспецифические реакции организма на неблагоприятные воздействия, стресс.

Гомеостаз. Динамическое состояние человеческого организма, характеризующееся полной психофизической и социальной гармонией в нормальных условиях и экстремальные условия жизнедеятельности. Механизмы адаптации человеческого организма к потокам энергии, вещества, информации и пределы его выживаемости. Неспецифические реакции организма человека на внешние воздействия. Стресс. Механизмы и стадии развития стресса.

Методы повышения устойчивости к стрессу и здоровый образ жизни (ЗОЖ).

Профилактика и повышение устойчивости организма человека к внешним воздействиям. Способы повышения устойчивости организма при краткосрочном и хроническом стрессе.

Роль активного образа жизни и самосохранительного поведения в формировании здоровья, ЗОЖ и БЖД. Вредные привычки: биологические, медицинские и социально-экономические аспекты. Способы эффективного мониторинга стресса.

Индивидуальные действия в экстремальных ситуациях и оказание первой помощи пострадавшим.

Образ действий и самосохранительное поведение в экстремальных и опасных ситуациях. Оказание самопомощи и первой помощи пострадавшим при несчастных случаях, авариях и катастрофах.

### 3. Основы теории рисков

Понятие, факторы, сферы возникновения и классификации опасности.

Опасность, как угроза природной, техногенной, социальной, военной, экономической и другой направленности, осуществление которой может привести к ухудшению состояния здоровья или смерти человека, а также нанесению ущерба окружающей среде.

Классификации опасности:

- по происхождению факторов: природные, социальные, военные, техногенные, экологические и смешанные;
- по механизмам реализации: физические, химические, биологические и психофизиологические (по официальному стандарту (ГОСТ 12.1.0.003-74));
- по формам проявления: стихийные бедствия (землетрясения, сели, ураганы, смерчи и др.), промышленные и транспортные аварии, случайные отравления и др.
- по видам: природная, пожарная, химическая, радиационная, промышленная, демографическая, социальная, астероидно-кометная и др.
- по локализации: опасности связанные с литосферой, гидросферой, атмосферой и космосом.
- по видам ущерба: социальным, техническим, экологическим и др.
- по масштабу распространения и размерам ущерба

Риск как мера опасности.

Классификации рисков и подходы к определению его уровня: инженерный, модельный, экспертный, социологический. Факторы, определяющие ранжирование степени опасности (риска): контролируемые, неконтролируемые, видимые, невидимые риски, выборы систем рассмотрения для оценки рисков. Добровольная и принудительная опасность, приемлемый риск. Классификации рисков: по происхождению; по виду опасности; по характеру и числу источников; по реципиентам риска; по масштабу зоны поражения; по единицам измерения риска. Техногенный индивидуальный и социальный (групповой) риски. Уровни опасности (риска) и их количественная оценка. Структура рисков смерти. Характеристики для измерения опасности, связанные с учётом качества жизни.

Проблема количественной оценки опасности и статистика катастроф.

Традиционный подход к оценке риска и статистика катастроф. Законы распределения вероятности наступления аварий, катастроф и кризисов. Распределения с тяжёлыми хвостами. Пример распределения Парето и усечённого распределения Парето. Примеры неустойчивости и слабой информативности средних значений ущерба при катастрофах, примеры оценок повторяемости и масштабов «наибольших» ущербов.

#### 4. Безопасность и её количественная оценка, концепции и инструменты обеспечения безопасности

Измерение, виды и условия обеспечения безопасности.

Пути, задачи и методы управления безопасностью. Алгоритмы обеспечения личной безопасности и алгоритм общей схемы действий государственных систем безопасности.

Критерии, определяющие уровень безопасности: популяционный и экологический подходы. Медико-демографические показатели опасности и безопасности: средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни, индексы здоровья населения, DALY, QALY и др.

Классические концепции обеспечения безопасности.

- Концепция абсолютной безопасности (ALAPA), инструменты обеспечения безопасности и особенности нормативно-правовой базы — следствия использования данной концепции: предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимые уровни воздействия (ПДУ), предельно допустимые выбросы и сбросы (ПДВ и ПДС), требования по безопасности к объектам хозяйственной деятельности. Достоинства и ограничения концепции абсолютной безопасности.
- Концепция «затраты-выгода» в традиционном денежном рассмотрении: достоинства, принципиальные проблемы и недостатки. Инструменты и особенности нормативно-правовой базы, учитывающие данную концепцию.
- Концепция приемлемого риска (ALARA). Процедуры согласования уровня приемлемого риска и возможности его законодательного регулирования. Оптимизация продолжительности жизни и устойчивости экологических систем.

Концепции устойчивого развития и экологической безопасности.

Концепция устойчивого развития и экологической безопасности и концепции, основанные на анализе потоков вещества, энергии и информации. Подходы к пониманию приоритетов и путей обеспечения устойчивого развития: технократическая, ресурсно-технологическая, энергетическая, природоохранная, экологическая и культурологическая парадигмы.

#### 5. Чрезвычайные ситуации. Государственная политика, государственные структуры, системы обеспечения и методы управления безопасностью

Природные и техногенные чрезвычайные ситуации (ЧС) и безопасность.

Природные катастрофы. Техногенные аварии и катастрофы: причины и последствия. Чрезвычайные ситуации (ЧС): определение, схема протекания, классификации, характеристики, типовые фазы. Природные и техногенные ЧС в России

Государственная политика и система мероприятий в области обеспечения БЖД населения.

Основные принципы государственной политики по обеспечению БЖД населения. Законодательная основа обеспечения БЖД населения. Организационная основа обеспечения БЖД населения. Обеспечение технологической безопасности и безопасности

труда. Государственные структуры и программы в области обеспечения безопасности и социально-экономического развития России.

#### Государственная система предупреждения и ликвидации последствий ЧС

Действия государства и бизнеса по предупреждению, снижению и ликвидации последствий ЧС. Основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий. Индивидуальные и коллективные действия при несчастных случаях и при ЧС.

6. Медико-демографические характеристики безопасности и степени развития общества. Воспроизводство населения и демографическая безопасность. Демографическая безопасность России

Средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни и другие медико-демографические показатели как характеристики безопасности и степени развития общества.

Медико-демографические показатели, характеризующие уровень безопасности и степень развития общества: определения, примеры, исторические, страновые, социально-экономические и социокультурные различия и аналогии. Младенческая смертность. Связь демографических характеристик, экономических условий и социально-культурных традиций, и установок – исторические и страновые закономерности и особенности.

Воспроизводство населения. Демографическая и национальная безопасность, их связь с характеристиками смертности и рождаемости.

Воспроизводство населения и демографическая безопасность как важнейшие составляющие национальной безопасности. Демографический переход. Целенаправленные попытки управления рождаемостью. Мировые проблемы обеспечения демографической безопасности.

Демографическая безопасность России.

История и проблемы демографического развития России. Проблемы депопуляции населения России и программы повышения рождаемости и обеспечения её демографической безопасности.

#### 7. Актуальные проблемы обеспечения БЖД

Системный анализ проблем обеспечения БЖД и развития человечества. Устойчивое развитие и экологическая безопасность

Проблемы обеспечения экологической и других видов безопасности и развития, международная деятельность, документы, конвенции и соглашения в этой сфере. Опыт международного сотрудничества и совместного анализа проблем развития и обеспечения безопасности. Конференция по окружающей среде и развитию ООН (КОСР 92) в Рио-де-Жанейро: проблемы, их обсуждение, позиции сторон. Основные итоги и документы. Устойчивое развитие – два взгляда на одну проблему. Защита интересов развитых стран или необходимость перехода к ноосферному мышлению? Государственная политика различных стран и международное сотрудничество в области обеспечения устойчивого развития и экологической безопасности после Рио-де-Жанейро (КОСР 92).

Физический подход к описанию развивающихся систем, их устойчивого развития и безопасности.

Свободная энергия как характеристика возможностей системы, в том числе возможностей ее развития. Свободно-энергетический анализ и эмпирические обобщения поведения развивающихся систем. Критерии оптимизации их эволюции. Развивающиеся экологические системы и биосфера. Понятия экологической цены и ее разновидности — биосферной цены, их свойства. Базирующаяся на основе этих понятий концепция биосферной (экологической) цены как модификация концепции устойчивого развития и безопасности, реализующая физический подход для анализа эволюции экологических и социально-экономических систем. Связь концепции биосферной (экологической) цены с другими концепциями безопасности и критериями социально-экономического развития. Эмпирический, “экономический” и “физический” подходы к моделированию будущего.

Выявление приоритетов, постановка задач и моделирование в БЖД. Природные, техногенные, социальные и экологические риски, их ранжирование, выявление приоритетов и постановка задач их снижения. Моделирование развития событий. Дерево событий. Математическое моделирование: детерминистские и вероятностные подходы к построению экологических моделей, моделей развития аварий, катастроф и стихийных бедствий, моделей развития общества. Сценарии и модели развития аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Глобальные проблемы и модели развития цивилизации. Моделирование и построение сценариев развития цивилизации и её взаимодействия с природой как метод выявления системных опасностей и угроз для человека и природы. История глобальных и региональных моделей развития: структура и особенности моделей Форрестера, Медоузов и др. Научные и политические итоги моделирования развития за сорок лет, как результат использования метода выявления системных опасностей и угроз и способов их предупреждения и снижения последствий при реализации этих угроз.

Глобальные и национальные проблемы обеспечения безопасности и вопросы управления.

Повестка на XXI век, Концепции национальной безопасности и актуальные проблемы обеспечения безопасности на глобальном и национальном уровнях. Примеры актуальных проблем в сфере глобальной, региональной и национальной безопасности: исторические, географические, страновые, социально-экономические и социокультурные различия и аналогии, пути и перспективы их решения. Повестка на XXI век и актуальные проблемы обеспечения безопасности на глобальном и национальном уровнях

Информационная безопасность

Развитие общества и информационная безопасность. Принятие решений и достоверность информации. Генерация новых знаний и безопасность. Технические и социально-экономические аспекты обеспечения информационной безопасности. Защита коммерческой и государственной тайны. Защита персональных данных. Информационные войны.

8. Противодействие коррупции как актуальная для России социально-экономическая задача обеспечения БЖД. Формирование антикоррупционного мировоззрения

Противодействие коррупции как один из важнейших факторов обеспечения социально-экономической, а значит и национальной безопасности России.

Коррупция как социально-экономическое явление, подразумевающее использование должностными лицами их прав, властных полномочий, связанных с их официальным статусом, возможностей, авторитета и имеющихся связей для личной выгоды. Системный характер коррупции в России, причины и условия возникновения и развития коррупции в государственных органах и органах местного самоуправления. Формы проявления коррупции. Социальные, экономические и политические последствия коррупции.

Правовые аспекты противодействия коррупции

Понятие коррупции в российском законодательстве. Федеральный закон от 25.12.2008 N 273-ФЗ "О противодействии коррупции". Федеральный закон от 17.07.2009 N 172-ФЗ "Об антикоррупционной экспертизе нормативных правовых актов и проектов нормативных правовых актов" Определение сущности и характерных черт коррупции как социально-экономического и как социально-правового явления. Система противодействия коррупции в Российской Федерации Основные направления государственной политики Российской Федерации в области противодействия коррупции на современном этапе. Содержание и реализация Национальной стратегии противодействия коррупции. Практика противодействия коррупции в Российской Федерации

Государственная политика различных стран и международное сотрудничество в области противодействия коррупции.

Международный опыт ведущих иностранных государств по профилактике и противодействию коррупции.

9. Террористическая опасность и борьба с терроризмом.

Террористическая опасность и борьба с терроризмом как одна из важнейших задач, стоящих перед современной цивилизацией в области обеспечения БЖД.

Терроризм как политическое явление, как социально-экономическое явление, как инструмент достижения определённых политических целей и террористический акт как конкретное преступление. Экономическое неравенство, ограничение политических и религиозных свобод, возможностей свободного развития и отстранение определённых слоёв населения, (групп, классов, национальностей, религиозных конфессий и государств) от реального участия в формировании политических решений и от влияния на управление социально-экономическими процессами в обществе на национальном, региональном и глобальном уровнях – питательная среда для возникновения терроризма. Стимулирование и поддержка (финансовая, организационная, и др.) терроризма определёнными политическими силами и некоторыми государствами в борьбе за достижение своих политических целей и экономических интересов. Исторические, идеологические и организационные аспекты возникновения и развития терроризма как серьёзнейшей угрозы современной цивилизации, экстремизм и терроризм. Социальные, экономические,

политические и идеологические черты и особенности современного терроризма. Меры противодействия терроризму.

#### Правовые аспекты и меры противодействия терроризму и экстремизму в РФ

Понятие терроризма и экстремизма в российском законодательстве, терроризм как политическое явление и террористический акт как конкретное преступление. Основопологающие нормативные и правовые акты РФ в сфере противодействия терроризму и экстремизму: Указ Президента Российской Федерации от 15 февраля 2006 года № 116 «О мерах по противодействию терроризму», Федеральный закон от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ «О противодействии терроризму», Указ Президента Российской Федерации от 13.04.2010 № 460 «О Национальной стратегии противодействия коррупции и Национальном плане противодействия коррупции на 2010-2011 годы», Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2010 № 925 «О мерах по реализации отдельных положений Федерального закона «О противодействии коррупции» Федеральный закон от 7 августа 2001 года № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма». (в части, касающейся изменения основных понятий, используемых в настоящем Федеральном законе; расширения круга участников экстремистской деятельности; а также оснований включения иностранных и международных организаций в список организаций, операции с денежными средствами или иным имуществом которых подлежат обязательному контролю в случае признания их судами Российской Федерации террористическими). Федеральный закон от 25 июля 2002 года № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности», Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 153-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О ратификации Конвенции Совета Европы о предупреждении терроризма» и Федерального закона «О противодействии терроризму» (направлен на дальнейшее развитие государственной системы противодействия терроризму, на комплексное решение проблем противодействия террористической опасности в различных сферах и вносит согласованные изменения в пятнадцать действующих законов, в том числе в 4 кодекса) и другие нормативные, правовые и иные акты в сфере противодействия терроризму и экстремизму. Государственная система противодействия терроризму и экстремизму: сферы, структуры и меры противодействия терроризму и экстремизму на международном, федеральном и местном уровнях (экономические, политические, организационные и др.). Профилактические меры противодействия терроризму: опыт Советского Союза и Российской Федерации. Программы организации антитеррористической защиты в производственных организациях различного типа. Защита особо опасных объектов от террористической угрозы. Роль информационной среды в противодействии терроризму. Культура межнационального и межконфессионального общения как фактор противодействия терроризму и экстремизму.

Государственная политика различных стран и международное сотрудничество в области противодействия терроризму и экстремизму.

Международный опыт ведущих иностранных государств по профилактике и противодействию терроризму и экстремизму. Международное сотрудничество в сфере борьбы с терроризмом и международные соглашения с участием РФ в этой сфере.

Правила поведения и действия граждан в случае возникновения террористической угрозы и при террористическом акте.

Должностные обязанности сотрудников и индивидуальные действия при организации антитеррористической защиты производственной структуры. Безопасность личности в условиях террористической угрозы. Индивидуальное поведение граждан, способствующее профилактике терроризма и поведение в случае возникновения террористической угрозы: культура безопасности жизнедеятельности в условиях террористической угрозы; меры личной безопасности в условиях террористических угроз; правила поведения при обнаружении подозрительных предметов; реагирование на террористические атаки с применением химического, биологического, радиологического и ядерного оружия; навыки поведения в общественном транспорте (автобусах, ж.д. транспорте, самолете); в общественных местах (ж.д. и автовокзалах, кафе, кинотеатрах), навыки по развитию наблюдательности; навыки быстрого реагирования на опасность, навыки четкого сообщения об опасности или угрозе; способы противостояния психологическим стрессовым факторам при террористической угрозе; действия граждан, попавших в заложники террористов в случае террористического акта.

10. Подготовка к лекционным контрольным работам, подбор материалов к реферату и их выполнение

Темы для обязательной самостоятельной проработки

Тема 1

Обеспечение индивидуальной безопасности: правила поведения в опасных, экстремальных, и чрезвычайных ситуациях, правила и способы, оказания первой помощи, в т. ч. и самопомощи.

Тема 2

Нормы радиационной безопасности, способы и методы контроля радиационной безопасности.

Тема 3

Химическая и биологическая опасность. Сильно действующие ядовитые вещества. Нормирование состояния окружающей среды Способы мониторинга и обеспечения химической и биологической безопасности.

Тема 4

Чрезвычайные ситуации. Системы и организация защиты населения в чрезвычайных ситуациях.

Тема 5

Проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития России.

Тема 6

Противодействие коррупции и формирование антикоррупционного мировоззрения

Тема 7



Террористическая опасность как политическое, социально-экономическое явление, террористический акт как представление и противодействие терроризму.

#### Требования к реферату

1. Тема реферата по курсу предлагается преподавателем, читающим лекции, каждому студенту индивидуально или небольшому творческому коллективу (два – три студента с чётким выделением, той части реферата, который подготовлен каждым автором) или предлагается самими студентами, но обязательно предварительно должна быть согласована с преподавателем).
2. Реферат должен быть представлен в напечатанном виде, а электронная версия должна быть заранее выслана на указанный преподавателем электронный адрес (в формате Word шрифт Times New Roman 12).
3. Реферат обязательно должен иметь титульный лист и список использованной литературы, включая все интернет ссылки с указанием авторов и названий использованных материалов
4. Все количественные, иллюстративные и фактические данные, приведённые в реферате, должны быть документированы и снабжены соответствующими ссылками на использованные источники.
5. В реферате обязательно должны быть отражены публикации последнего периода (за два последних года).

## **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-Вайсяля. 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. Эк-мановский 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  $e$ . 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  $\frac{0}{0}$ . Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида  $\frac{\infty}{\infty}$ .

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 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 сходства, 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 Тригга-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 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 Харитоновна.  $\mu$ -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.

Необходимое, достаточное 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 Рунге в энергетических пространствах. Метод Галеркина. Вариационная формулировка краевых задач с оператором диффузии матричная формулировка приближенных задач метода Рунге

Задача о минимизации функционала энергии. Классический метод Рунге.

Энергетическое пространство симметричного положительно определенного оператора. Вариационная постановка задачи и обобщенное решение. Метод Рунге 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 Рунге

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 неявные 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 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 объёма 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 под-ход 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 квазимоноотонные 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 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 сходимость. 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 неадекватно 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 математической 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 Сохоцкогого.

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. Регуляризующий 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**

### **Дополнительные главы численных 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**

### **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 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**

### **Интеллектуальные системы управления в робототехнике**

#### **Цель дисциплины:**

Овладение студентами основами интеллектуальных систем управления. Приобретение навыков по проектированию и анализу алгоритмов и подходов решения задач, ориентированных на применение в системах управления робототехническими системами.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области теории управления;
- приобретение теоретических знаний в области построения когнитивных архитектур управления и разработке их отдельных частей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области интеллектуальных систем управления;
- приобретение навыков реализации алгоритмов планирования поведения и представления знаний.

#### **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 природных 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. Архитектура системы управления робототехнической системой

Введение. Архитектура системы управления робототехнической системой. Системы управления, робототехника, программные инструменты, ROS, Gazebo, Matlab

Устойчивость по Ляпунову. Линеаризация нелинейных моделей робототехнических систем.

2. Управляемость и наблюдаемость, стабилизируемость и детектируемость линейных моделей

Управляемость и наблюдаемость, стабилизируемость и детектируемость линейных моделей. Решение линейно-квадратичных задач оптимального управления

Управляемость и наблюдаемость, стабилизируемость и детектируемость, линейно-квадратичные задачи, оптимальное управление.

Решение задач оптимального управления - вычислительные эксперименты. Вычислительные эксперименты для оптимального управления

3. Управляемые линейные динамические системы с помехами

Управляемые линейные динамические системы с помехами. Построение фильтра Винера-Калмана для линейных моделей робототехнических систем. Управляемые линейные динамические системы с помехами, фильтр Винера-Калмана



Решение задач управления для робототехнической системы. Решение задач с использованием готовой модели и среды Matlab

#### 4. Планирование в контексте управления робототехническими системами

Планирование в контексте управления робототехническими системами. Методы решения задачи планирования. Методы решения задачи планирования, планирование поведения и планирование траекторий.

Алгоритмы планирования траекторий в статической среде A\*, JPS, Theta\*, LIAN, PRM, RRT.

Алгоритмы планирования траекторий в статической среде LPA\*, D\*, D\* Lite.

#### 5. Введение в когнитивные архитектуры (КА) управления РТС

Введение в когнитивные архитектуры (КА) управления РТС. Обзор существующих КА и их функциональных особенностей. Когнитивные архитектуры, эпизодическая, процедурная и декларативная виды памяти, рабочая память, психологические эксперименты

Функции КА: память и обучение. Модели представление знаний, методы машинного обучения в контексте планирования поведения

Алгоритмы обучения иерархическая временная память, байесовский вывод, обучение с подкреплением.

Основные КА Soar, ACT-R, STRL.

Когнитивные модели в робототехнических системах. Биологически и психологически правдоподобные модели, знаковая картины мира, архитектура STRL

## **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**

### **Информатика**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование базовых знаний по информатике для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование информационной культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование у обучающихся базовых знаний по информатике;
- формирование информационной культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения информационных задач, самостоятельного анализа полученных результатов.
- формирование умения программировать на языке С.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основы дискретной математики;
- основы теории алгоритмов;
- синтаксис языка С;
- свойства алгоритмов, проблемы алгоритмической сложности и алгоритмической неразрешимости;
- основы одного или нескольких алгоритмических языков программирования, общие характеристики языков программирования, идеологию объектно-ориентированного подхода;
- приемы разработки программ;
- общие понятия о структурах данных: стеки, очереди, списки, деревья, таблицы;

- основы архитектуры электронно-вычислительной машины (ЭВМ), представления информации в ЭВМ и архитектурные принципы повышения их производительности.

**уметь:**

- Выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- разрабатывать полные законченные программы на одном из языков программирования высокого уровня;
- разрабатывать программы на одном или нескольких языках программирования как индивидуально, так и в команде, с использованием современных средств написания и отладки программ;
- применять объектно-ориентированный подход для написания программ;
- использовать знания по информатике для приложения в инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности;
- писать программы на языке C;
- пользоваться инструментами для отладки (valgrind, address sanitizer и т. п.)

**владеть:**

- Одним или несколькими современными языками программирования и методами создания программ с использованием библиотек и современных средств их написания и отладки;
- навыками освоения современных архитектур ЭВМ.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Системы счисления.

Продвинутые группы.

Системы счисления. Представление неотрицательных целых чисел в компьютере. Перевод из одной системы счисления в другую для целых и действительных чисел. Частный случай, когда одно основание - степень другого. Форматные строки для функций scanf и printf, регулярные выражения. Непозиционные системы счисления.

Начинающие группы

Деревья. Корень, лист, глубина, сбалансированность.

2. Хранение и представление данных. Целые числа.

Продвинутые группы.

Представление целых чисел. Дополнительный код. Побитовые операции. Доступ к конкретным битам памяти.

Начинающие группы.

Хранение целых чисел. Побитовые операции.

3. Представление чисел с плавающей запятой. Простейшая модель процессора.

Продвинутые группы

Технологии хранения данных. Локальность. Иерархия видов памяти и принцип кэширования. Кэш-память. Создание кэш-ориентированных программ. Влияние кэш-памяти на производительность. Архитектура ЭВМ.

Начинающие группы

Понятие процессора и машинной памяти. Машинное слово.

4. Машинное представление программ.

Машинное представление программ. Основы работы с `git`.

5. Управление. Условное исполнение команд. Изменение поведения программы модификацией исполняемого кода

Понятие о современном процессоре. Кодирование машинных команд. Условное исполнение. Обнаружение и исключение мест потери производительности. Возможности и ограничения оптимизирующих компиляторов. Измерение производительности программ. Исключение неэффективности циклов. Уменьшение количества вызовов процедур. Исключение ненужных ссылок в память. Разворачивание циклов. Увеличение степени параллелизма. Результат оптимизации кода. Ограничители производительности. Производительность памяти.

6. Процедуры. Соглашения о вызове.

Продвинутые группы.

Процедуры. Соглашение о вызове. Экспериментальное выяснение соглашения о вызове с помощью реверс-инжиниринга.

Начинающие группы.

Аргументы машинной команды

7. Данные. Структуры данных. Выравнивание.

Структуры данных. Выравнивание. Различные варианты оптимизации и ключи компилятора.

8. Основы синтаксиса C.

Понятие алгоритма и программы. Переменная. Типы данных. Преобразование типов. Арифметические операции. Приоритет операций и порядок выполнения операций.

Этапы компиляции. Компиляция и запуск программы из командной строки.

9. Этапы компиляции. Директивы препроцессора. Стиль кода.

Этапы компиляции. Директивы препроцессора. Понятие о читаемости кода.

Функции. Аргументы функции. Возвращаемое значение.

Понятие области видимости, времени жизни и начального значения переменной.

Указатели

Рекомендации по именованию файлов, функций и переменных.

10. Основные алгоритмические конструкции. Ветвления (if, switch, тернарный оператор).

Основные алгоритмические конструкции. Ветвления (if, switch, тернарный оператор).

Стиль кода. Правила расстановки отступов. Стили Кернигана и Ричи, Беркли, ядра Linux.

Утилита indent. Чтение и обработка style checker, используемого в контекстах.

Структуры, typedef.

11. Функции. Понятие области видимости переменной

Функции. Понятие области видимости переменной. Функции с переменным числом аргументов (на примере scanf и printf).

Рекурсия. Демонстрация бесконечной рекурсии. Вычислительная сложность. Экспоненциальный рост вычислительной сложности при вычислении чисел Фибоначчи при помощи рекурсии.

12. Хранение данных. Массивы. Строки. Инструменты отладки

Хранение данных.

Целые и действительные числа. Выяснение размера типа данных с помощью sizeof.

Массивы.

Кодировка символов. ASCII-таблица. Строки.

Для продвинутых групп:

Экспериментальная проверка ограничений размера массивов, объявленных внутри и вне функции.

Инструменты отладки: valgrind, address sanitizer.

13. Сортировки

Начинающие группы.



Циклы: for, while, do...while. Задачи на переворачивание массива, сортировка за квадратичное время.

Продвинутые группы:

Адресная арифметика. Приведение типов. Написание компаратора. Вызов функции qsort()

#### 14. Динамическое программирование

Начинающие группы.

Адресная арифметика. Массивы. Динамическое выделение памяти для одномерного массива. Освобождение памяти.

Продвинутые группы.

Адресная арифметика. Выделение памяти для одномерного массива. Операции на одномерном массиве как на двумерном. Динамическое выделение памяти для двумерного массива. Освобождение памяти.

Рекурсия с запоминанием. Задачи, решаемые методом динамического программирования.

#### 15. Работа с действительными числами. Работа с матрицами. Вычислительная геометрия

Многомерные массивы. Работа с матрицами.

Продвинутые группы.

Вычислительная геометрия. Применение знаний, полученных в курсе аналитической геометрии и линейной алгебры, для решения задач. Достижение высокой точности путём решения задач в целых числах.

#### 16. Контрольная работа 1

Контрольная работа на проверяющей системе Ejudge

#### 17. Код возврата. Строки.

Начинающие группы.

Строки. Библиотечные функции для работы с ними. Код возврата и его интерпретация.

Продвинутые группы.

Аргументы командной строки. Считывание строковых параметров из командной строки и параметров окружения. Файловый ввод и вывод. Обработка кодов возврата из библиотечных функций. Код возврата из программы, сигнализирующий о конкретной ошибке. Вывод документации по ключу `-help`

## 18. Графы.

Начинающие группы.

Работа с динамической памятью. Область памяти как вершина графа, указатель как ребро. Аргументы командной строки.

Продвинутые группы.

Формы представления графа. Указатели как рёбра графа. Матрицы смежности и инцидентности. Простейшие алгоритмы на графах (проверка наличия Эйлера пути и цикла, алгоритмы Прима, Крускала, Дейкстры).

## 19. Структуры данных, вычислительная сложность доступа

Начинающие группы.

Понятие вычислительной сложности алгоритма. Алгоритмы сортировки. Использование функции `qsort`

Продвинутые группы.

Пространственная и временная сложность. Структуры данных. Стек. Очередь. Время доступа.

Алгоритмы, использующие стек. Магазинный автомат.

## 20. Структуры данных. Деревья.

Начинающие группы.

Работа с файлами. Директивы препроцессора.

Продвинутые группы.

Структура данных - дерево. Понятие корня, листа. Вычисление глубины. Проверка сбалансированности. Понятие об утечке памяти. Поиск утечек при помощи `valgrind` и `address sanitizer`

## 21. Списки, хэш-таблицы

Односвязные списки. Вставка и удаление элемента в начале, середине и конце списка.

Двусвязные списки. Барьерный элемент.

Хэш-таблицы

## 22. Контрольная работа 2

Контрольная работа на проверяющей системе Ejudge

## 23. Оптимизация. Разворачивание переходов

Продвинутые группы.

Реализация условных переходов. Разворачивание переходов

Начинающие группы.

Реализация условных переходов

#### 24. Иерархия памяти

Иерархия памяти. Взаимодействие с внешними устройствами. Отображение в адресное пространство памяти.

#### 25. Эффективное использование кэша

Процедуры. Передача параметров через регистры и стек. Эффективное использование кэша.

Продвинутые группы: экспериментальное измерение соотношения времени доступа к кэшу и оперативной памяти

#### 26. Переполнение.

Написание простейших эксплоитов

#### 27. Архитектура и набор команд CISC-процессора (на примере x86\_64)

Регистры x86\_64. Их размер. Арифметические команды. Флаги, Безусловные переходы. Условное исполнение команд. Деление и подготовка к нему. Организация циклов. Соглашение о вызове. Сопроцессор для работы с числами с плавающей точкой.

#### 28. Архитектура и набор команд RISC-процессора (на примере ARM)

Принципы архитектуры RISC. Использование кросс-компилятора ARM и QEMU. Экспериментальное обнаружение в коде регистров, команд, соглашения о вызове, битов условного исполнения. Написание простейших программ на ассемблере ARM. Реверс-инжиниринг программы на ассемблере ARM, Написание патча к исполняемому коду.

#### 29. Исключения.

Прерывания. Ввод и вывод через прерывания. Исключения. Случаи, когда происходит исключения при операции с плавающей точкой.

#### 30. Виртуальная память

Организация памяти.

Продвинутые группы. Прямой доступ к памяти. Написание своей миниатюрной операционной системы и глобальной таблицы дескрипторов.

#### 31. Контрольная работа

Контрольная работа на проверяющей системе ejudge.

Типы задач:

- 1) с выбором варианта ответа по лекционному курсу;
- 2) расчёт, связанный с размером кэша и вероятностью промахов;
- 3) восстановление фрагмента кода на C по ассемблерному листингу
- 4) восстановление фрагмента кода на C по исполняемому файлу

## **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 (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1 (по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. способность адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка (в сравнении с родным языком);
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. способность взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. способность применять разные стратегии – как для понимания устных/письменных текстов, так и для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность осуществлять коммуникацию с учетом инокультурного контекста;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;

- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни испаноязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности испанского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **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 иностранного 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 А1;
- 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.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Знакомство, представление, анкетные данные

Коммуникативные задачи: поздороваться, представиться, познакомиться, попрощаться. Сообщить/запросить персональные данные. Рассказать о себе, о семье. Произнести фамилию по буквам.

Лексика: анкетные данные. Формулы вежливости. Профессии. Национальности, страны, города.

Грамматика: порядок слов в предложении. Личные местоимения. Глагол *ser*. Категория рода и числа. Артикль. Вопросительные местоимения.

Фонетика: правила чтения и постановки ударения. Интонация.

#### 2. Испаноязычные страны. Известные личности испаноязычного мира.

Коммуникативные задачи: описать человека, рассказать/расспросить о внешности и характере.

Лексика: цвета. Страны. Прилагательные для описания внешности и характера. Формальные и неформальные формулы приветствия и прощания.

Грамматика: имя прилагательное, артикль, числительные.

Фонетика: правила чтения (продолжение), интонация.

#### 3. Город. Общественные места. Ориентирование в городе. Испания: география, административное устройство.

Коммуникативные задачи: обозначить/расспросить о местонахождении, показать дорогу. Запросить/дать краткое описание предмета. Спросить и ответить о принадлежности предмета. Спросить о времени и дате. Запросить информацию о времени работы музея, учреждения.

Лексика: обозначения на плане города. Пространственные предлоги и наречия. Дни недели. Часовое время.

Грамматика: глагол *haber*, глагол *estar*. Первое спряжение правильных глаголов. Вопросительные местоимения (обобщение). Числительные.

#### 4. Генеалогическое дерево. Семья.

Коммуникативные задачи: описать семейные фотографии. Рассказать/расспросить степени родства, о семейном положении. Рассказать о повседневных действиях.

Лексика: степени родства. Профессии (обобщение). Выражения с глаголами *иметь* и *делать*.

Грамматика: второе и третье спряжение правильных глаголов. Притяжательные местоимения. Глаголы hacer, ir, salir.

#### 5. Праздники в Испании, Латинской Америке и России.

Коммуникативные задачи: спрашивать разрешения. Согласиться или отказать. Попросить об услуге. Написать открытку. Рассказать/расспросить о празднике.

Лексика: месяцы. Названия праздников. Пожелания. Элементы пейзажа. Элементы национальной кухни. Существительные, обозначающие прием пищи.

Грамматика: отклоняющиеся глаголы. Глаголы индивидуального спряжения. Интенсификаторы mucho, mucho. Para + инфинитив.

#### 6. Распорядок дня. Уход за собой. Повседневные дела.

Коммуникативные задачи: рассказать о своем обычном дне, расспросить о распорядке дня.

Лексика: группа глаголов, обозначающих повседневные действия. Наречие normalmente и сочетание soler + инфинитив. Выражения долженствования.

Грамматика: возвратные местоимения. Переходные глаголы (введение). Предлоги с инфинитивом.

#### 7. Одежда. Мода. Проблемы потребления.

Коммуникативные задачи: покупка одежды - спросить о цене и размере. Вести диалог в магазине. Рассказать о необходимых тратах.

Лексика: предметы личной гигиены. Предметы одежды. Сочетания, обозначающие материал. Глаголы надевать, снимать, одеваться.

Грамматика: возвратные глаголы (в том числе отклоняющиеся). Числительные 50-1001. Указательные местоимения.

#### 8. Вкусы, привычки. Знакомство в интернете. Спорт. Погода.

Коммуникативные задачи: рассказать/расспросить о вкусах и привычках. Вести диалог о погоде и временах года, о климате. Описывать некоторые виды спорта. Познакомиться и пообщаться в интернете.

Лексика: времена года. Климат. Природные явления. Виды спорта. Глаголы, выражающие вкусы.

Грамматика: личные местоимения в дательном падеже. Двойное отрицание. Наречие.

#### 9. Еда. Средиземноморская диета. Праздничный стол. Рецепты. Покупка продуктов.

Коммуникативные задачи: купить продукты в магазине и на рынке. Запросить/дать информацию о привычках в еде. Рассказать о рецепте.

Лексика: выражение необходимости. Продукты, овощи, фрукты. Меры, упаковки. Рецепты приготовления пищи. Глаголы, обозначающие действия, связанные с приготовлением пищи.

Грамматика: глагол с инфинитивом. Конструкция ir a с инфинитивом. Степени сравнения прилагательных. Восклицания.



## 10. Здоровоохранение в Испании. Прием у врача.

Коммуникативные задачи: сформулировать пожелания. Назвать части тела. Вести диалог у врача. Рассказать о чем-то, чего ты никогда не делал и о том, что уже в жизни сделал.

Лексика: группа существительных, обозначающих части тела, физическое состояние человека. Пожелания. Медицинские термины.

Грамматика: Preterito Perfecto Compuesto - образование и употребление. Предлоги (обобщение).

## **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 (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни испаноязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности испанского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **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 иностранного 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 A1+ (A2.1);
- 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.

### **Темы и разделы курса:**

1. Знакомство, представление классу. Обмен информацией с анкетными данными.

Коммуникативные задачи: приветствовать, прощаться, представляться. Сообщить/запросить персональные данные. Знакомиться. Вести диалог с преподавателем в классе.

Лексика: приветствия и прощания неформальные/формальные. Числительные 0-9. Имена и фамилии в испанском языке. Страны и национальности.

Грамматика/фонетика: глагол ser. Гласные/согласные звуки. Ударение. Порядок слов, интонация в предложении. Дифтонги. Случаи ассимиляции звуков. Род и число существительного. Определенный артикль. Указательные местоимения. Спряжение глагола llamarse.

2. Семья. Описание возраста, профессии и характера членов семьи. Генеалогическое дерево. Хобби.

Коммуникативные задачи: говорить о членах семьи. Давать характеристику человеку. Запрашивать информацию о хобби. Представлять сведения о месте работы.

Лексика: национальность и происхождение. Числительные 20-100. Место работы.

Грамматика/фонетика: род существительных для профессий. Образование множественного числа прилагательных. Спряжение глаголов настоящего времени. Построение отрицательного предложения. Обращение на tú и Usted. Интенсификаторы.

3. Путешествие. Средства передвижения. Диалог в турагентстве. Типы проживания и их характеристики. Аренда жилья на время путешествия.

Коммуникативные задачи: уметь отдавать предпочтение способу путешествия. Описывать преимущества и недостатки городской среды.

Лексика: рассказ о каникулах. Городская инфраструктура.

Грамматика: спряжение неправильных глаголов. Особенности употребления глаголов gustar, estar, hay, preferir, querer. Личные местоимения дательного падежа. Конструкции с глаголом ir. Род существительных. Вопросительные местоимения.

4. В магазине. Покупка одежды. Выбор подарков для праздника.

Коммуникативные задачи: вести диалог в магазине о покупке одежды или предметов для праздника. Аргументировать выбор подарка для друзей и членов семьи. Рассказать, как и где покупается одежда. Спрашивать и рассказывать, что носят на работе и дома.

Лексика: покупка одежды. Выражения аргументации при выборе подарка.

Грамматика: особенности спряжения и употребления глагола tener. Указательные местоимения. Числительные до 1000. Прямое и косвенное дополнение. Вопросительные местоимения cuál и qué. Определенный и неопределенный артикли.

5. Здоровье. Полезные привычки для поддержания формы. Прием у врача. Спорт.

Коммуникативные задачи: выстраивать диалог у врача. Рассказывать о своих полезных и вредных привычках, давать советы. Строить планы на день.

Лексика: части тела. Спорт. Маркеры частности в настоящем времени.

Грамматика: интенсификаторы *muu*, *mucho* и *roso*. Возвратные глаголы в испанском языке. Устойчивые выражения с глаголом *tener*. Конструкция *tener que* и инфинитив смыслового глагола.

6. Еда. Средиземноморская диета. Праздничный стол: традиции и обычаи. Рецепты испанских блюд. Покупка продуктов. Диалог в ресторане.

Коммуникативные задачи: умение вести диалог в ресторане. Составлять список продуктов и аргументировать свой выбор. Рассказывать о рецепте приготовления блюд испанской кухни.

Лексика: еда, описание блюд и способы их приготовления. Столовые приборы, посуда. Глаголы, обозначающие действия, связанные с приготовлением пищи. Маркеры частотности при употреблении пищи.

Грамматика: исчисляемые и неисчисляемые существительные. Особенности употребления глагольных конструкций с безличным *se*.

7. Работа. Повседневные дела дома и на работе. Составление резюме. Собеседование при приеме на работу.

Коммуникативные задачи: уметь представлять свое резюме при приеме на работу. Рассказывать о своем расписании.

Лексика: выбор профессии (систематизация). Хобби, навыки и умения. Образование.

Грамматика: род имен существительных (систематизация). Разница между прилагательным и наречием. Спряжение правильных и неправильных глаголов в прошедшем времени *Preterito Perfecto*. Роль возвратного глагола в герундивных конструкциях. Особенности употребления глагола *estar* с причастием.

8. Каникулы. Опыт путешествий. Сбор чемодана. Выбор места отдыха. Бронирование гостиницы.

Коммуникативные задачи: самостоятельно организовывать путешествие. Решать проблемы, связанные с выбором места отдыха и перемещением.

Лексика: глаголы, связанные с распорядком дня (систематизация). Национальные праздники. Разновидности багажа. Навигация в аэропорту.

Грамматика: конструкция будущего времени в испанском языке. Маркеры будущего времени. Герундивная конструкция (систематизация). Использование возвратных глаголов в герундивных конструкциях. Особенности употребления глаголов движения с предлогами. Пространственные предлоги.

9. Город. Преимущества и недостатки жизни в городе. Описание городской инфраструктуры.

Коммуникативные задачи: аргументированно сравнивать инфраструктуру двух городов. Высказывать свои вкусы и предпочтения при помощи специальных маркеров.

Лексика: ориентация в городе. Средства выражения собственного мнения.

Грамматика: сравнительная и превосходная степень. Относительные придаточные. Особенности употребления форм глагола *gustar* и *gustar*ía.

10. История. Биографии знаменитых личностей Испании и Латинской Америки.

Коммуникативные задачи: уметь описывать и реагировать на важные исторические события в России и мире. Рассказывать о том, что делал вчера и на прошлой неделе.

Лексика: средства для описания событий истории. Испанские и русские праздники, традиции и обычаи.

Грамматика: спряжение правильных и неправильных глаголов в прошедшем времени *Preterito Indefinido*. Разница в употреблении прошедших времен. Вопросительные местоимения (систематизация).

11. Дом. Условия проживания в Испании. Описание обстановки в доме. Поиск квартиры для аренды.

Коммуникативные задачи: уметь описать и сравнить объекты проживания. Высказать свою точку зрения по поводу удобств и недостатков конкретного места. Отправить письмо из Испании в Россию. Уметь ориентироваться в метро. Подавать объявление в газету о найме жилья.

Лексика: аббревиатуры, сокращения при обозначении объектов городской инфраструктуры. Предметы мебели. Предлоги местоположения. Название комнат в доме.

Грамматика: повелительное наклонение. Особенности употребления повелительного наклонения с местоимением. Использование глаголов *ser* и *estar* для описания характера и определения местоположения. Позиционные предлоги. Употребление конструкции *dar* и предлога *a*.

12. Автобиография. Описание событий прошлого. Интервью с родственниками. История семьи.

Коммуникативные задачи: умение рассказать с подробностями биографии известных личностей Испании и Латинской Америки. Подробный пересказ исторических событий. Описание фотографий из прошлого. Навыки интервьюирования собеседника с целью уточнения исторических деталей.

Лексика: ресурсы для построения сложносочиненных предложений. Хобби, навыки и умения в детстве. Маркеры прошедшего времени.

Грамматика: прошедшее продолженное время *Preterito Imperfecto*. Разница в употреблении прошедших времен (систематизация). Особенности употребления предлогов *antes* и *después*.

## **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 (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. способность адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка (в сравнении с родным языком);
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. способность взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. способность применять разные стратегии – как для понимания устных/письменных текстов, так и для поддержания успешного взаимодействия при устном / письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность осуществлять коммуникацию с учетом инокультурного контекста;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;

- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей испанской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни испаноязычных стран;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности немецкого языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **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 иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.



**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;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- 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 предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

**Темы и разделы курса:****1. Знакомство. Рассказ о себе.**

Коммуникативные задачи: поздороваться, представиться, познакомиться, попрощаться. Сообщить/запросить персональные данные. Рассказать о себе, семье, родственниках: имя, фамилия, степень родства, профессия, хобби, а также обозначить характер отношений. Назначить встречу в городе. Уметь ориентироваться в достопримечательностях Испании и Латинской Америки.

Лексика: предметы быта, повседневные действия, еда и напитки. Выражения согласия и несогласия. Ориентация в городе.

Грамматика: конструкции с глаголами *ser*, *estar* и *hay*. Особенности употребления прилагательных перед существительными мужского рода единственного числа.

**2. Повседневные дела. Еда. Забота о своем здоровье.**

Коммуникативные задачи: описать действия человека в настоящий момент. Дать рекомендации/советы, высказать свое мнение о состоянии здоровья и окружающей среды. Провести встречу в ресторане: попросить счет, заказать еду и напитки, согласиться или отказаться от предложения, договориться об оплате счета.

Лексика: еда, напитки, повседневные действия. Описание элементов стола.

Грамматика: особенности употребления глагольных конструкций с *hay que*, *empezar a*, *dejar de*. Особенности употребления герундия в испанском языке. Разница между *porque* и *es que*. Способы постановки инфинитивов глаголов.

3. Путешествие. Достопримечательности Испании и Латинской Америки. Биографии знаменитых испаноязычных личностей.

Коммуникативные задачи: рассказать о своем путешествии в прошедшем времени. Описать достопримечательности и музеи. Рассказать/запросить информацию о действии в прошлом. Провести собеседование в ресторане.

Лексика: элементы путешествия. Географические указания. Выражения для описания биографии. Маркеры прошедшего времени.

Грамматика: Pretérito Indefinido. Особенности употребления прошедшего законченного времени в испанском языке. Спряжение правильных и неправильных глаголов (ser, ir, dar, dormir, morir). Разница в употреблении Pretérito Indefinido и Pretérito Perfecto Simple. Притяжательные местоимения.

4. История Испании и Латинской Америки

Коммуникативные задачи: рассказать коротко о ключевых событиях в истории Испании и Латинской Америки. Обсудить влияние испанской культуры на латиноамериканскую. Описать фотографию или картину с изображением достопримечательности. Купить продукты на рынке: умение поторговаться, запросить товар более высокого качества.

Лексика: элементы описания путешествий. Конструкции с глаголами saber, conocer, encontrar, poder, tocar, poner. Продукты питания.

Грамматика: особенности употребления правильных и неправильных глаголов в Pretérito Indefinido. Слова-интенсификаторы.

5. Здравоохранение в Испании

Коммуникативные задачи: рассказать/расспросить историю болезней. Дать советы и рекомендации по лечению. Ориентироваться в особенностях здравоохранения в Испании и Латинской Америке.

Лексика: здоровье и окружающая среда. Традиционная медицина. Болезни и методы лечения. Части тела.

Грамматика: Pretérito Imperfecto de Indicativo. Спряжение правильных и неправильных глаголов в прошедшем продолженном времени. Степени сравнения в испанском языке.

6. Реклама и СМИ

Коммуникативные задачи: ориентироваться в рекламных объявлениях. Создать рекламу, подать объявление. Ориентироваться в средствах массовой информации в испаноязычных странах. Рассказывать новости.

Лексика: реклама и способы коммуникации. Дать совет или приказать кому-то делать что-то. Устраивать дебаты вокруг темы.

Грамматика: Imperativo Afirmativo. Спряжение правильных и не правильных глаголов в повелительном наклонении. Условное предложение первого типа.

7. Традиции и обычаи

Коммуникативные задачи: рассказать/расспросить о национальных традициях и обычаях. Ориентация в аэропорту: регистрация на рейс, обсуждение условий перелета, сдача багажа,

поиск утерянного багажа, условия провоза ручной клади. Передать информацию при помощи жестов. Свободное времяпрепровождение.

Лексика: ориентирование в аэропорту. Типы багажа. Хобби и повседневные действия. Способы эмоционального выражения в испанском языке.

Грамматика: особенности построения сложносочиненных предложений. Конструкции с *porque*, *por eso*, *así que*, *y*, *ni*, *pero*, *cuando*. Разница в употреблении маркеров времени *desde que* и *hace que*.

## 8. Средства коммуникации

Коммуникативные задачи: рассказать о средствах современной коммуникации. Показать способы передачи информации о себе с помощью современных средств коммуникации. Сделать запись в блоге и завязать дискуссию. Организовать праздник через средства современной коммуникации. Подготовить и представить собственное резюме для поиска работы.

Лексика: выражения для высказывания личного мнения. Разновидности средств коммуникации. Способы выражения удивления и радости в испанском языке.

Грамматика: *Futuro de Indicativo*. Особенности спряжения правильных и неправильных глаголов в простом будущем времени. Повторение предлогов: *a*, *con*, *sin*, *de*, *en*, *por*, *desde* *hasta*, *para*.

## **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 (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, ценностей представителей испанской и латиноамериканской культур;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни испаноязычных стран;
- основные особенности системы образования в Испании;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности испанского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **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 иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре.

#### **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; когнитивными стратегиями для изучения иностранного языка; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- современными техническими средствами и технологиями получения и обработки информации при изучении иностранного языка.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Изучение языков. Мотивация и сложности.**

Коммуникативные задачи: высказывать оценку выполняемых упражнений. Говорить о сложностях в изучении языков. Выразить способ действия. Поговорить о мотивации, причине и цели. Способы отразить уровень своей языковой компетенции.

Лексика: слова и выражения, полезные при изучении языка и на занятиях.

Грамматика: глаголы с прямым дополнением *parecer, costar, interesar*. Герундий для описания способа действия. Предлоги *por* и *para* и союз *porque*.

#### **2. Вкусы и предпочтения. Характер и привычки.**

Коммуникативные задачи: задавать вопросы о характере людей и отвечать на них. Говорить о сходствах и различиях людей, а также родстве между ними. Выражать вкусы и предпочтения. Давать оценку людям и описывать их. Узнать и обсудить некоторых испаноязычных знаменитостей.

Лексика: прилагательные и существительные, относящиеся к характеру. Положительные и отрицательные черты. Вкусы, предпочтения и странности. Личная информация: привычки и увлечения, семья, жизненный опыт.

Грамматика: изменение местоимений при глаголе *gustar*. Глагольное время *Condicional Simple*: правильные и наиболее распространённые неправильные глаголы. Вопросительные местоимения *a qué hora, qué, cuál, qué tipo de, dónde, con quién, por qué, qué, cuándo* в прямых и косвенных вопросах. Субстантивация с помощью суффиксов *-dad, -ez, -eza, -ía, -ura*. Наречия *mu, tan, demasiado* с прилагательным.

#### **3. Досуг и встречи. Театр, кино и телевидение.**

Коммуникативные задачи: рассказать о предпочтениях в проведении досуга. В диалоге предложить способ провести свободное время, согласиться или отказаться от приглашения или предложения, объясняя причину. Выразить желание поступить так или иначе. Договориться о встрече. Описать и дать свою оценку спектаклям, фильмам и телепрограммам. Рассказать о планировании своего нерабочего дня. В диалоге достигнуть соглашения с собеседником относительно плана действий. Познакомиться с привычками испанцев, связанными с их свободным временем, и сравнить их с распространёнными в стране студента привычками.

Лексика: прилагательные для оценки. Существительные, обозначающие способы проведения досуга. Кино и телевидение: жанры и характеристики.

Грамматика: речевые формулы ¿cómo, a qué hora, dónde... quedamos? и ¿te/os/les va bien...? для координации планов. Речевые формулы в Condicional Simple: me iría mejor и preferiría для выражения собственных предпочтений. Выражения частотности muchas veces и a menudo. Употребление глаголов quedar и quedarse. Глаголы с прямым дополнением apetecer, entusiasmar, apasionar. Выражение превосходной степени с помощью суффиксов -ísimo, -a, -os, -as.

4. Информация из СМИ и выражение совершённых действий. Триллер и детектив: элементы повествования в литературе. Испанский нуар.

Коммуникативные задачи: находить и интерпретировать информацию из СМИ. Рассказывать о произошедших событиях. Описать обстоятельства произошедшего. Упомянуть события, предшествовавшие другим событиям. Сочинить отрывок романа по заданному сценарию. Поделиться сценарием художественного произведения, выражая ситуации и события в настоящем или прошедшем времени. Познакомиться с персонажем из испанской литературы в жанре нуар и сравнить его с персонажами из художественных произведений, созданных в стране студента.

Лексика: выражения для построения хроники событий. Организованная преступность и коррупция в политике. Элементы повествования: персонажи, сюжет, точка зрения, антураж.

Грамматика: разница между временами Pretérito Indefinido и Pretérito Imperfecto de Indicativo. Время Pretérito Pluscuamperfecto de Indicativo: его образование и применение. Правильное употребление времён Pretérito Indefinido, Pretérito Imperfecto de Indicativo, Pretérito Pluscuamperfecto de Indicativo. Конструкция estar + герундий в прошедшем времени. Временные связки en aquel momento, un rato antes, al cabo de un rato. Предлоги для приблизительного указания времени: a obre las. Инструменты повествования: прямая речь в диалогах, описание, повествование.

5. Здоровье и заболевания. Предупреждения и советы.

Коммуникативные задачи: обсудить проблемы со здоровьем. Оценить проблему сидячего образа жизни и зависимости от мобильных устройств. Дать советы о профилактике заболеваний. Спросить и ответить на вопросы о самочувствии и состоянии здоровья. Описать симптомы заболевания. Предупредить и дать совет насчёт здоровья. Создание кампании по предотвращению заболевания. Познакомиться с народными средствами и обсудить, известны ли студенту иные. Сравнить гастрономические привычки испанцев с привычками соотечественников.

Лексика: болевые ощущения и заболевания, аллергия и непереносимость веществ. Части тела (систематизация). Кампании по борьбе с заболеваниями.

Грамматика: образование и использование Imperativo Afirmativo (систематизация) и Imperativo Negativo - правильные и неправильные глаголы. Наречия на -mente и конструкция de forma для передачи наречия в русском языке. Использование артиклей с частями тела. Безличные предложения на tú с союзами si и cuando. Формулы (no) debes/deberías... + infinitivo/(no) hay que... + infinitivo, а также poder + infinitivo для передачи совета. Условные предложения 1 типа: si + настоящее время. Связки sin embargo, a pesar de que, ya que. Процентные соотношения.

## 6. Чтение и книги сегодня. Материалы. Свойства предметов. Изобретения и инновации.

Коммуникативные задачи: обсудить привычки, связанные с чтением. Сравнить цифровой и бумажный форматы книг. Описать использование, востребованность, преимущества и недостатки пластика. Описать объект: материалы, части, польза, свойства. Упомянуть предметы из контекста с помощью местоимений. Придумать и описать новые свойства существующих сегодня предметов. Обсудить изобретения и инновации, которые изменили наш быт. Рассказать, как люди жили до определённой технологической инновации. Упомянуть свойства или характеристики, которыми могут или должны были бы обладать те или иные предметы. Выразить своё мнение, могут ли обыденные вещи в определённом литературном или художественном жанре приобрести эстетическую ценность.

Лексика: промышленное производство. Употребление и цели использования предметов. Предметы быта. Материалы.

Грамматика: время Presente de Subjuntivo - правильные и наиболее употребляемые неправильные глаголы. Сравнение Presente de Indicativo и Presente de Subjuntivo в относительных придаточных. Предлоги в относительных придаточных. Числительные: сотни, тысячи, миллионы (систематизация). Передача функций с помощью формул *sirve para, se usa para, lo usan*. Употребление безличных конструкций с возвратным *se*. Возвратное *se* + косвенное дополнение в сочетании с местоимениями *lo, la, los, las*. Передача способа работы с помощью конструкций *se enchufa, se abre, va con, funciona con*. Передача пригодности для того либо иного действия с помощью формул *se puede / no se puede + infinitivo*.

## 7. Проблемы и решения. Услуги и их продвижение.

Коммуникативные задачи: поговорить о бытовых проблемах дома и способах их решения. Получить информацию и дать оценку потребности в новых компаниях сферы услуг и пользе от них. Порассуждать об успехе новых видов услуг. Заявить о проблемах при оказании услуг и потребовать компенсацию. Создать объявление для новой компании в сфере услуг. Представить кампанию по поиску финансирования для компании. Дать оценку различным проектам и услугам. Порассуждать о их преимуществах и недостатках. Обсудить распределение средств для инвестиций. Узнать о разнообразии и богатстве культурного производства в Латинской Америке и Карибском бассейне и нехватке промышленности, которая бы помогла в их продвижении. Порассуждать о потенциале развития культурного производства в стране студента.

Лексика: потребности, продукты и услуги. Различные виды компаний. Еда и напитки (систематизация).

Грамматика: время Futuro de Indicativo (систематизация) - правильные и неправильные глаголы. Значения Futuro Simple: для убеждения и поддержки, для выражения следствия при выполнении условия, для передачи обещаний и обязательств. Конструкция *querer + infinitivo subjuntivo* для выражения желаний. Конструкция Futuro + *cuando, donde, todo (lo) que + subjuntivo* для передачи неопределённого момента времени, места и предмета. Неопределённые местоимения *cualquier(a), todo el mundo, todo lo que, todo a/os/as*. Передача количества людей: *todo el mundo, la gente, la mayoría (de las personas), mucha gente, casi nadie, nadie*. Формулы для приведения аргументов: *lo que pasa es que, el problema es que*. Безударные местоимения при наличии прямого и косвенного дополнения: *se + lo, la, los, las*. Передача произвольных действий с помощью *se me/te*. Безличные предложения с *puedes, se puede*. Числительные (систематизация).



## 8. Вызовы XXI века. Жизнь в будущем. Проблемы человечества.

Коммуникативные задачи: порассуждать о вызовах XXI века. Поговорить об обычных сегодня вещах и выразить мнение, каким будет завтрашний день. Согласиться или не согласиться, привести свои аргументы и уточнить чужое мнение. Выработать и обсудить программу действий, чтобы гарантировать человечеству лучшее будущее. Вести спор: решать, чья очередь говорить, высказываться против чужого мнения.

Лексика: бытовые предметы и привычки (систематизация). Экология. Сельское хозяйство. Войны и вооружённые конфликты. Технология. Общество. Продолжительность жизни. Миграция. Образование.

Грамматика: выражение мнения с помощью конструкций *creo que, opino que, a mí me parece que, estoy seguro, a de que, tal vez + indicativo* или *no creo que, tal vez + subjuntivo*. Слова-связки *además, incluso, entonces*. Конструкции *seguir + gerundio* и *seguir + sin + infinitivo*, а также *dejar de + infinitivo* и *ya no + presente*. Конструкция *cuando + subjuntivo* в придаточном в качестве маркера времени глагола в Futuro. Выражения цели с помощью конструкций *para + infinitivo* и *para que + subjuntivo*. Формулы для частичного (*puede que + subjuntivo*) или полного (*yo no lo veo así, en eso no estoy de acuerdo*) несогласия. Формулы, используемые, чтобы взять или уступить слово собеседнику.

## 9. Характер. Чувства и настроение. Конфликты и советы.

Коммуникативные задачи: обнаруживать проблемы персонажа и порассуждать о его характере. Рассказать о конфликте и выразить мнение о нём. Выразить чувства и настроение. Оценить чужое поведение и дать советы. Описать характер человека. Пообщаться на форуме и выработать принципы в отношении проблем личного характера. Поговорить об отношениях между людьми и дать соответствующие советы. Прочитать и поделиться мнением о стихотворениях Марио Бенедетти.

Лексика: романтические отношения. Настроение. Характер.

Грамматика: выражение эмоции с помощью конструкций *me, te, le da miedo, risa + infinitivo, que + subjuntivo, tener miedo + sustantivo/infinitivo, que + subjuntivo*. Передача смены настроение с помощью конструкций *ponerse nervioso(a), contento(a) + si/cuando + indicativo* и *ponerle nervioso(a) a uno + que + subjuntivo*. Выражение черт характера с помощью конструкций *ser poco, un poco + adjetivo* и критики с помощью конструкции *ser un(a)+ adjetivo*. Безлично-оценочные предложения *es bueno, importante + infinitivo, que + subjuntivo*. Описание чувств человека с помощью конструкций *estar enfadado(a), enamorado(a)*. Описание отношений между людьми с помощью конструкций *llevarse y entenderse + bien/mal, enamorarse, pelearse*. Дать совет с применением формул *debería(n)* и *lo que tiene(n), que hacer es + infinitivo*, или же *lo mejor es que + subjuntivo*.

## 10. Форматы и цели сообщений

Коммуникативные задачи: определить и передать цель письменных и устных сообщений. Определить степень формальности различных текстов. Попросить предметы, попросить выполнить действие или оказать услугу, попросить о помощи, попросить разрешения или прощения. Предупредить и напомнить о чём-либо. Пригласить и поздравить. Составить записки с вышеупомянутым содержанием. Передать чужие слова: информацию, просьбы или предложения. Написать сообщение для всего класса, а затем пересказать чужое сообщение. Порассуждать о том, кто может быть автором сообщения. Пересказать содержание открытки или электронного письма. Прочитав статью о письменной речи,

выразить своё мнение об её особенностях и вариантах, в зависимости от различных факторов. Обсудить особенности письменной речи в сети Интернет.

Лексика: речевые формулы приглашений, просьб, поздравлений в переписке.

Грамматика: передача просьб с помощью конструкций ¿Tienes, me dejas? или ¿Puedes, podrías, te importaría + infinitivo? Формула, чтобы получить разрешение на что-либо: ¿Puedo + infinitivo? Косвенная речь для передачи информации (indicativo), просьб и предложений (subjuntivo), а также вопросов. Притяжательные местоимения, полная форма (систематизация).

## 11. Информация и степень уверенности

Коммуникативные задачи: запрашивать и выражать информацию с различной степенью уверенности. Обсуждать факты. Удостовериться в правдивости информации. Просить подтверждения сведений. В командах провести конкурс на знания о культуре. Рассказать, что до этого момента информация была незнакомой. Обсуждать информацию. Познакомиться с географическими вариантами испанского языка, их фундаментальной схожести при некоторых различиях. Рассказать о своём опыте: доводилось ли студенту ранее сталкиваться с различиями между вариантами испанского языка?

Лексика: описание страны. География, экономика, обычаи, история, общество. Географические варианты испанского языка и их особенности. Обобщение лексики, пройденной за курс B1.

Грамматика: конструкция ¿Sabe(s) si, cuál? Различия между глаголами recordar (algo) и acordarse (de algo). Выражение различных степеней уверенности с помощью конструкций yo diría que, debe de + infinitivo. Выражение согласия или несогласия. Способы настоять с помощью конструкций que sí, que sí, que no, que no. Время Imperfecto de Indicativo для реакции на новую информацию: yo creía que, no lo sabía, yo ya lo sabía. Косвенные вопросы (систематизация): podemos preguntarles si/quién/dónde. Обобщение грамматики, пройденной за курс B1.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **История**

#### **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;
- воспитание нравственности, морали, толерантности;
- 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. Основы методологии исторической науки.

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. История первобытного общества. Цивилизации Древнего Востока. История античного мира.

Антропогенез, история антропологии и современные представления о появлении и развитии сапиенсов. Природно-географические условия формирования рода Homo. Появление видов в роде Homo, дискуссия о причинах их вымирания. Материальная культура сапиенсов и других разумных видов. Роль археологии и изучения древней ДНК в исследованиях проблем истории первобытного человека и первобытного общества. Палеолит, мезолит и неолит, их особенности в разных регионах.

Предмет истории Древнего Востока и понятийный аппарат. Типология древневосточных цивилизаций. Хронология и периодизация. Становление и развитие египтологии в XIX–XX вв. Природные условия Древнего Египта. Эволюция египетского языка и виды египетской письменности. Принципы периодизации истории и хронология Древнего Египта. Основные типы источников. Додинастический период. «Классическая» теория образования государства в Египте. Современные теории политогенеза в Египте во второй пол. IV тыс. до н.э. Раннее царство (I–II династии). Объединение Египта в единое государство. Древнее царство (III–VIII династии). Начало абсолютизации царской власти в период правления Нечерхета (Джосера). Начало возведения пирамид при Снофру и его дальнейшая трансформация. Египетская экономика в период Древнего Царства: царские, храмовые и вельможные хозяйства. Причины краха Древнего Царства и его последствия. Среднее Царство. Гиксосы, характер их проникновения в Египет и этнический состав. Формирование египетского «империализма» при первых фараонах XVIII династии (Аменхотеп I, Тутмос I, Тутмос II). Религиозная реформа Аменхотепа IV, возможные причины. Войны Рамсеса II, хеттско-египетские конфликты и взаимоотношения. Переход к обороне рубежей Египта в правление Мернептаха. Вторжения ливийцев и «народов моря», их роль в кризисе цивилизаций бронзового века. Первое упоминание Израиля при Мернептахе. Рамсес III и войны египтян против ливийцев и «народов моря» второй волны. Распад Египта на два государства с центрами в Танисе и Фивах. Египет Позднего царства (XXII–XXX династии). Децентрализация Египта в IX–VIII вв. до н.э. (XXII–XXIII династии). Завоевание Ассирией Египта в 671 г. до н.э. Египет под властью XXVI династии и «саисское возрождение». Внешняя политика Египта при правителях XXVI династии. Связи Египта с Грецией. Завоевание Египта Камбисом в 525 г. до н.э. Египет в составе державы Ахеменидов и восстания египтян против персидского господства. XXX династия и обретение Египтом независимости в первой пол. IV в. до н.э. Второе персидское завоевание Египта в 343 г. до н.э. Завоевание Египта Александром Македонским в 332 г. до н.э. Религия и культура Египта в I тыс. до н.э. Египетское общество I тыс. до н.э. и перемены в его мировоззрении.

Древняя Месопотамия. Природные условия Двуречья и их влияние на формы государственных образований в Южной и Северной Месопотамии. Этническая характеристика и языки народов, населявших Месопотамию. Принципы периодизации истории и хронология месопотамских цивилизаций. Основные типы источников. Неолитическая революция, заселение Месопотамии. Древнейшие протогорода Месопотамии и их создатели. Завоевание шумерами Месопотамии. Происхождение письменности в Месопотамии. Древневосточный город. Раннединастический период. Особенности ранних государственных образований в Месопотамии (структура власти, функции жреца-правителя, роль общинных институтов власти). «Эпос о Гильгамеше» как

источник по истории Двуречья. Законы Урунимгины. Объединение Южного Двуречья. Аккадское царство. Эпоха Саргонидов. Завоевательные походы Саргона. Возвышение I династии Вавилона при Хаммурапи и борьба Вавилона за гегемонию в Месопотамии. Законы Хаммурапи. Касситская Вавилония и Ассирия. Возвышение Ассирии при Ашшур-убаллите I и формирование основных направлений завоевательной политики Ассирии. Упадок Ассирии в XII в. до н.э. и краткое возвышение при Тиглатпаласаре I. Завоевательные походы Ашшурнацирапала II и превращение Ассирии в мировую державу. Усиление Урарту и упадок Ассирии в 80-х – начале 40-х гг. VIII в. до н.э., гражданская война в Ассирии. Возвышение Ассирии при Тиглатпаласаре III (745 – 727 гг. до н.э.). Административная и военная реформа, создание профессиональной армии.

Ассирия в VII в. до н.э. Нововавилонское царство. Восточное Средиземноморье в III-I тыс. Малая Азия и Закавказье. Иран и сопредельные территории. Финикия, Сирия и Палестина в III – II тыс. до н.э. Финикия в I тыс. до н.э. История Израиля догосударственного периода III-II тыс. до н.э. Израиль в I тыс. до н.э. Хеттское царство. Малая Азия и Закавказье в I тыс. до н.э. Хурритский мир II – I тыс. до н.э. Доиранский период. Элам. Держава Ахеменидов. Эпоха греко-персидских войн при Дарии и Ксерксе.

Особенности развития цивилизации Древней Индии. Природно-географические условия Индии. Источники по истории Древней Индии. Древнеиндийская письменность и алфавит. Цивилизация долины Инда. Мохенджо-Даро и Хараппа. Города Хараппской цивилизации: планировка, строительное дело; стандартизация построек, водоснабжение и канализация. Экономика: земледелие, скотоводство и ремесла. Причины крушения Индской цивилизации. Арии в Индии. Общий индоиранский период в развитии иранцев и индийцев. Прародины иранцев, индоариев. «Авеста» и «Ригведа»

## **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. Прием заданий.

### 11. Временная эволюция физической системы

Представление Шредингера и представление Гейзенберга. Гейзенберговские 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**

### **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**

### **Компьютерные технологии**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами знаний в области построения и функционирования современных операционных систем и в области разработки современных приложений. Осмысленное применение полученных знаний при изучении других дисциплин.

Освоение операционной системы Linux.

Изучение языка программирования C++

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование понимания процессов, происходящих в вычислительной системе при запуске и работе программ и программных систем, принципов корректной передачи информации между ними и их взаимной синхронизации;
- обучение студентов методам создания корректно работающих и взаимодействующих программ с использованием различных средств межпроцессного взаимодействия;
- формирование способности производительно использовать современные вычислительные системы при изучении других дисциплин и при выполнении исследований студентами в рамках выпускных работ на степень бакалавра;
- обучение студентов работе в операционной системе Linux, базовым навыкам системного администрирования.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историю эволюции вычислительных систем, основные функции, выполняемые современными операционными системами, принципы их внутреннего построения;
- концепцию процессов в операционных системах;
- основные алгоритмы планирования процессов;
- логические основы взаимодействия процессов;

- концепцию нитей исполнения;
- программные алгоритмы организации взаимодействия процессов и предъявляемые к ним требования;
- основные механизмы синхронизации в операционных системах;
- организацию управления оперативной памятью используемые при этом алгоритмы;
- основные принципы управления файловыми системами;
- организацию управления устройствами ввода-вывода на уровне как технического, так и программного обеспечения, основные функции подсистемы ввода-вывода;
- принципы сетевого взаимодействия вычислительных систем и построения работы сетевых частей операционных систем;
- основные проблемы безопасности операционных систем и подходы к их решению.
- идеологию объектно-ориентированного подхода;
- принципы программирования структур данных для современных программ;
- типовые решения, применяемые для создания программ.

**уметь:**

- Пользоваться командами командного интерпретатора bash операционной системы Linux;
- порождать новые процессы, запускать новые программы и правильно завершать их функционирование;
- порождать новые нити исполнения и правильно завершать их функционирование;
- организовывать взаимодействие процессов через потоковые средства связи, разделяемую память и очереди сообщений;
- использовать семафоры и сигналы для синхронизации работы процессов и нитей исполнения;
- использовать системные вызовы для работы с файловой системой;
- разрабатывать программы для сетевого взаимодействия.
- применять объектно-ориентированный подход для написания программ;
- создавать безопасные (без состязаний гонки) программы;
- использовать современные средства для написания и отладки программ.

**владеть:**

- Навыками использования команд командного интерпретатора в операционной системе Linux;

- навыками написания и отладки программ, порождающих несколько процессов или нитей исполнения;
- навыками написания и отладки программ, использующих системные вызовы для взаимодействия локальных процессов;
- навыками написания и отладки программ, использующих системные вызовы для взаимодействия процессов на разных машинах через сокетов;
- навыками написания и отладки программ, использующих системные вызовы для работы с файловыми системами и устройствами ввода-вывода;
- навыками написания и отладки сетевых приложений.
- объектно-ориентированным языком программирования (C++, Java, C#);
- средствами использования стандартных библиотек.

### **Темы и разделы курса:**

1. Event-driven и message-driven программирование на примере XWindows Widgets, Mac OS X Interface Builder и подсистемы GDI MS Windows.

Event-driven и message-driven программирование на примере XWindows Widgets, Mac OS X Interface Builder и подсистемы GDI MS Windows. Принципы агрегирования COM-объектов. Принципы поддержки ООП в операционных системах и языках, общее и различное. Реализация исключений в языке C++ и в ОС Windows.

2. Краткий обзор ООП реализации в языке C++.

Краткий обзор ООП реализации в языках C++. Интерфейсы, полиморфизм и перегрузка операторов в C++. Параметризованные классы. Дружественные функции. Поток ввода-вывода в C++. Наследование как один из вариантов комбинирования объектов.

3. Адресное пространство приложения: куча, стек и статические объекты.

Адресное пространство приложения: куча, стек и статические объекты. Динамическая инициализация и клонирование объектов. Хранение объектов в адресном пространстве. Виртуальные функции. Наследование абстрактных классов в C++, чисто виртуальные функции.

4. Базовые основы элементарной техники программирования.

Базовые основы элементарной техники программирования. Технические основы программной реализации формальных структур данных, итераторы. Списки, очереди, стеки, наборы, упорядоченные наборы, массивы, деревья, хранение графов, hash-таблицы; примеры использования структур данных, как выбрать структуру, соответствующую задаче. Применение hash-таблиц.

5. Введение

Цели и задачи курса. Системное программное обеспечение и операционные системы. Краткая история эволюции вычислительных систем. Взаимное влияние software и hardware. Автономные, сетевые и распределенные операционные системы. Классификация автономных операционных систем по их назначению и структуре.

Знакомство с UNIX-подобной операционной системой на примере Linux. Системные вызовы и библиотека `libc`. Понятия `login` и `password`. Упрощенное устройство файловой системы в UNIX. Полные имена файлов. Текущая директория. Относительные имена файлов. Домашняя директория пользователя. Команда `man` – универсальный справочник. Команды `cd` и `ls`. Перенаправление стандартного ввода и стандартного вывода. Простейшие команды работы с файлами – `cat`, `cp`, `mkdir`, `mv`, `rm`. Шаблоны имен файлов. Пользователь и группа. Системные вызовы `getuid()` и `getgid()`. Команды `chown` и `chgrp`. Права доступа к регулярному файлу и к директории. Команда `chmod`. Маска создания файлов. Команда `umask`. Редактирование файлов, компиляция и запуск программ. Атрибуты файла, команда `lsattr`.

## 6. Безопасность ПО.

Безопасность ПО. Примеры типичных уязвимостей. Методы написания программ, снижающие вероятность появления уязвимостей. Техника кодирования защищенных программ и типичные ошибки. Переполнение буфера, определение уровня доступа, работа с минимально возможными привилегиями, криптография и ее корректное применение, предохранение секретных данных, работа с входными данными, проблемы разных путей доступа к одним и тем же данным, запросов к базам данных и веб-страницам, а также проблемы поддержки интернационального ПО. Моделирование угроз. Классификация опасностей STRIDE – Spoofing (подмена данных), Tampering (подделка и изменение содержания данных), Repudiation (незаконный отказ от проведенной операции), Information disclosure (разглашение информации), Denial of service (отказ в обслуживании), Elevation of privilege (незаконное поднятие привилегий). Методика оценки риска DREAD - Damage potential (что может быть сломано), Reproducibility (повторяемость), Exploitability (пригодность угрозы для использования), Affected users (на каких пользователей повлияет), Discoverability (возможно ли детектировать факт использования).

## 7. Процессы и их планирование в операционной системе

Понятие процесса. Процесс и программа. Состояния процесса. Управляющий блок процесса и его контекст. Операции над процессами. Переключение контекста. Уровни планирования процессов. Критерии планирования и требования к алгоритмам планирования. Параметры планирования. Вытесняющее и не вытесняющее планирование. Алгоритмы планирования: FCFS, RR, SJF, гарантированное планирование, приоритетное планирование, многоуровневые очереди, многоуровневые очереди с обратной связью.

Понятие процесса в UNIX, его контекст. Идентификация процесса. Краткая диаграмма состояний процессов в UNIX. Иерархия процессов. Системные вызовы `getpid()` и `getppid()`. Создание процесса в UNIX. Системный вызов `fork()`. Завершение процесса. Функция `exit()`. Параметры функции `main()` в языке C. Переменные среды и аргументы командной строки. Изменение пользовательского контекста процесса. Семейство функций для системного вызова `exec()`. Дерево процессов. `init`, `systemd`.

## 8. Кооперация процессов

Взаимодействующие и независимые процессы. Категории средств связи. Установление и завершение связи. Прямая и косвенная адресация. Информационная валентность процессов и средств коммуникации. Симплексная, дуплексная и полудуплексная связь. Потoki ввода вывода и сообщения. Буферизация данных. Надежность обмена информацией. Нити



исполнения и их отличие от процессов. Interleaving, race condition и взаимное исключение. Условия Бернштейна. Понятие критической секции процесса. Программные алгоритмы организации взаимодействия процессов и предъявляемые к ним требования. Семафоры, мониторы Хора и сообщения.

Понятие потока ввода-вывода в операционной системе UNIX. Работа с файлами через системные вызовы и через функции стандартной библиотеки. Файловый дескриптор. Наследование файловых дескрипторов при системных вызовах fork() и exec(). Системные вызовы open(), read(), write(), close(). FIFO и pipe. Системные вызовы pipe(), mknod(), функция mkfifo(). Особенности системных потоковых вызовов при работе с FIFO и pipe. Преимущества и недостатки потокового обмена данными. IPC в UNIX. Пространство имен. Адресация в System V IPC. Функция ftok(). Дескрипторы System V IPC. Разделяемая память. Системные вызовы shmget(), shmat(), shmdt(), shmctl(). Команды ipcs и ipcrm. Нить исполнения (thread) в UNIX, ее идентификатор. Функция pthread\_self(). Создание и завершение нити исполнения. Функции pthread\_create(), pthread\_exit(), pthread\_join(). Семафоры в UNIX. Отличие операций над UNIX семафорами от классических операций. Системные вызовы semget(), semop(), semctl(). Понятие о POSIX семафорах. Очереди сообщений в UNIX. Системные вызовы msgget(), msgsnd(), msgrcv(), msgctl(). Понятие мультиплексирования. Мультиплексирование сообщений. Модель взаимодействия процессов клиент–сервер. Неравноправность клиента и сервера.

Дерево процессов.

## 9. Управление памятью

Связывание адресов. Простейшие схемы управления памятью: схема с фиксированными разделами, своппинг, схема с переменными разделами. Проблема размещения больших программ. Понятие виртуальной памяти. Страничная память. Сегментная и сегментно-страничная организации памяти. Таблица страниц. Ассоциативная память. Иерархия памяти. Размер страницы. Исключительные ситуации при работе с памятью. Стратегии управления страничной памятью: выборки, размещения и замещения страниц. Алгоритмы замещения страниц: FIFO, OPT, LRU и другие. Трэшинг (thrashing). Свойство локальности. Модель рабочего множества.

## 10. Динамическая идентификация и приведение типов (RTTI).

Динамическая идентификация и приведение типов (RTTI). Обработка исключительных ситуаций. Разные способы «универсализации» алгоритмов – от абстрактных типов данных «ADT» до стандартной библиотеки шаблонов (Standard Template Library) языка программирования C++ (STL).

## 11. Краткий сравнительный обзор ООП реализации в языках C++ и ObjectiveC, позднее и раннее связывание.

Краткий сравнительный обзор ООП реализации в языках C++ и ObjectiveC, позднее и раннее связывание. Техническая организация ООП поддержки языков программирования для позднего связывания.

## 12. Параллельное программирование.

Параллельное программирование. Параллельные программы – от работы с разделяемой памятью, использования массивно-параллельных компьютеров и до распределенных расчетов на многих физических компьютерах. Декомпозиция задач на параллельные куски.

Параллелизм данных, параллелизм кода. Паттерны параллельного программирования: параллелизм на уровне задач – декомпозиция задачи, «разделяй и властвуй» – декомпозиция задач и данных, геометрическая декомпозиция – декомпозиция данных, конвейерное исполнение – декомпозиция потока данных, «фронт волны» – декомпозиция данных с «многомерными» зависимостями. Пример типового шаблона программирования – пул нитей.

13. Принципы и философия ООП в языках, программных системах и операционных системах.

Принципы и философия ООП в языках, программных системах и операционных системах. Инкапсуляция, полиморфизм и наследование/агрегирование. Динамический и статический подход в описании классов.

14. Контрольная работа 1

Проведение контрольной работы 1

15. Проблемы, специфические для параллельного исполнения многонитевых программ.

Проблемы, специфические для параллельного исполнения многонитевых программ – синхронизация (между несколькими нитями), коммуникация (проблемы полосы пропускания и задержек, связанных с обменом данными между нитями), балансировка нагрузки (между нитями), масштабируемость (эффективность использования многих нитей). Написание высокопроизводительных программ, оценка условий и выбор способов реализации.

16. Процесс написания программ.

Процесс написания программ. Оформление текстов, требования к текстам и комментариям. Сопровождение программ. Документация на ПО, SDP (software development plan – план разработки ПО).

17. Проблемы безопасности операционных систем

Классификация угроз. Формализация подхода к обеспечению информационной безопасности. Классы безопасности. Политика безопасности. Криптография как одна из базовых технологий безопасности ОС. Шифрование с симметричными и ассиметричными ключами. Правило Кирхгофа. Алгоритм RSA. Идентификация и аутентификация. Пароли, уязвимость паролей. Авторизация. Разграничение доступа к объектам ОС. Домены безопасности. Матрица доступа. Недопустимость повторного использования объектов. Аудит, учет использования системы защиты.

18. Работа с разделяемой памятью.

Работа с разделяемой памятью. Синхронизационные примитивы (низкоуровневые атомарные команды, критические секции, взаимоисключающая блокировка – mutex, рекурсивная блокировка – lock, блокировка чтения-записи – read/write lock, многопроцессорная блокировка – spinlock, семафоры, барьеры). Реализация одних примитивов через другие, относительная «мощность» примитивов. Задача о консенсусе как способ оценки примитивов.

19. Система управления вводом выводом

Общие сведения об архитектуре компьютера. Структура контроллера устройства. Опрос устройств и прерывания. Исключительные ситуации и системные вызовы. Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access – DMA). Структура системы ввода-вывода. Систематизация внешних устройств и интерфейс между базовой подсистемой ввода-вывода и драйверами. Функции базовой подсистемы ввода-вывода. Блокирующиеся, не блокирующиеся и асинхронные системные вызовы. Буферизация и кэширование. Spooling и захват устройств. Обработка прерываний и ошибок. Планирование запросов. Алгоритмы планирования запросов к жесткому диску: FCFS, SSTF, SCAN, C-SCAN, LOOK, C-LOOK.

Блочные и символьные устройства в UNIX. Понятие драйвера. Блочные, символьные драйверы, драйверы низкого уровня. Файловый интерфейс к драйверам. Коммутатор устройств. Старший и младший номер устройства. Понятие сигнала в UNIX. Способы возникновения сигналов и виды их обработки. Понятия группы процессов, сеанса, лидера группы, лидера сеанса, управляющего терминала сеанса, текущей и фоновой групп процессов. Системные вызовы `getpgrp()`, `setpgrp()`, `getpgid()`, `setpgid()`, `getsid()`, `setsid()`. Системный вызов `kill()` и команда `kill()`. Особенности получения терминальных сигналов текущей и фоновой группой процессов. Получение сигнала `SIGHUP` процессами при завершении лидера сеанса. Системный вызов `signal()`. Установка собственного обработчика сигнала. Сигналы `SIGUSR1` и `SIGUSR2`. Использование сигналов для синхронизации процессов. Завершение порожденного процесса. Системный вызов `waitpid()`. Сигнал `SIGCHLD` и его игнорирование. Возникновение сигнала `SIGPIPE` при попытке записи в pipe или FIFO, который никто не собирается читать. Понятие о надежности сигналов. POSIX функции для работы с сигналами.

## 20. Файловые системы

Имена, структура, типы и атрибуты файлов. Операции над файлами. Директории. Операции над директориями. Защита файлов. Методы выделения дискового пространства: непрерывная последовательность блоков, связный список, связный список с индексацией, индексные узлы. Управление свободным и занятым дисковым пространством: битовый вектор, связный список.

Разделы носителя информации (partitions) в UNIX. Логическая структура файловой системы и типы файлов в UNIX. Организация файла на диске в UNIX на примере файловой системы `s5fs`. Понятие индексного узла (inode). Организация директорий (каталогов) в UNIX. Понятие суперблока. Указатель текущей позиции в файле. Системная таблица файлов и таблица индексных узлов открытых файлов. Операции над файлами и директориями. Понятие жестких и мягких связей. Системные вызовы и команды для выполнения операций над файлами и директориями: `chmod`, `chown`, `chgrp`, `open()`, `creat()`, `read()`, `write()`, `close()`, `stat()`, `fstat()`, `lstat()`, `ftruncate()`, `lseek()`, `link()`, `symlink()`, `unlink()`. Функции для изучения содержимого директорий `opendir()`, `readdir()`, `rewinddir()`, `closedir()`. Понятие о файлах, отображаемых в память (memory mapped файлах). Системные вызовы `mmap()`, `munmap()`. Понятие виртуальной файловой системы. Монтирование файловых систем в UNIX.

## 21. Техническая специфика параллельных программ.

Техническая специфика параллельных программ – производительность, условия «гонки» – race condition, взаимная блокировка – deadlock, повторно-входимые программы, потоко-

безопасные (thread-safe) библиотеки. Неблокирующие примитивы синхронизации, транзакционная память. Организация высоко-производительных параллельных вычислений.

## 22. Сети и сетевые операционные системы

Причины объединения компьютеров в сети. Сетевые и распределенные операционные системы. Взаимодействие удаленных процессов как основа работы вычислительных сетей. Многоуровневая модель построения сетевых вычислительных систем. Семейства и стеки протоколов. Эталонная модель OSI/ISO. Удаленная адресация и разрешение адресов. Понятие о DNS. Локальная адресация. Понятие порта. Полные адреса. Понятие сокета (socket). Фиксированная, виртуальная и динамическая маршрутизация. Связь с установлением логического соединения и передача данных с помощью сообщений.

Краткая история семейства протоколов TCP/IP. Общие сведения об архитектуре семейства протоколов TCP/IP. Уровень сетевого интерфейса. Уровень Internet. Протоколы IP, ICMP, ARP, RARP. Internet-адреса. Транспортный уровень. Протоколы TCP и UDP. Понятие порта. Понятие encapsulation. Уровень приложений/процессов. Использование модели клиент–сервер для взаимодействия удаленных процессов. Понятие socket в UNIX. Организация связи между удаленными процессами с помощью датаграмм. Организация связи между процессами с помощью установки логического соединения. Сетевой порядок байт. Функции htons(), htonl(), ntohs(), ntohl(). Функции преобразования IP-адресов inet\_ntoa(), inet\_aton(). Функция bzero(). Системные вызовы socket(), bind(), sendto(), recvfrom(), accept(), listen(), connect().

## 23. Контрольная работа 2

Проведение контрольной работы 2

24. Эволюция современного аппаратного обеспечения и ее влияние на программное обеспечение.

Эволюция современного аппаратного обеспечения и ее влияние на программное обеспечение. Гипертредовые (многопоточные) и многоядерные процессоры, универсальные графические (GPU) процессоры и новые возможности по их использованию.

## **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-Леверетта.

Динамическая адаптация для уравнения Бакли-Леверетта. 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. Дефаззификация

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. Дефазификация.

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**

### **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 методы анализа текстов**

#### **Цель дисциплины:**

Курс посвящен методам анализа текстов на основе статистики и машинного обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний в области методов анализа текстов;
- изучению классических и современных методов решения задач анализа текстов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и теории методов анализа текстов;
- основные области применения этих методов.

##### **уметь:**

- подобрать подходящий метод для своей задачи, наиболее полно учитывающий её особенности.

##### **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 методов анализа текстов.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Предварительная обработка текста

Токенизация, лемматизация, выделение коллокаций, регулярные выражения.

## 2. Модели для работы с последовательностями

Скрытая марковская модель, модели максимальной энтропии и условные случайные поля.

Применение в задачах определения частей речи, выделения именованных сущностей, снятия омонимии.

## 3. Синтаксический анализ

Методы синтаксического анализа.

## 4. Классификация текстов

Классификация текстов

## 5. Вероятностные модели

Модель языка, N-граммы, сглаживание, концепция шумного канала.

Применение в задачах исправления опечаток и машинного перевода.

## 6. Глубокие нейронные сети в анализе текстов

Глубокие нейронные сети в анализе текстов.

Тематические модели, дистрибутивная семантика, векторные представления слов.

## 7. Онтологии, тезаурусы

Онтологии, тезаурусы, выделение семантических связей. Работа с википедией.

## 8. Определение тональности текстов

Определение тональности текстов



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математические методы прогнозирования**

#### **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 алгоритмы 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**

### **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) Хасти-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 объёма 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. 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.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

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

### Мера и интеграл Лебега

#### 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 меры и интеграла Лебега, и пространств интегрируемых по Лебегу функций.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

основные конструкции теории меры и интеграла Лебега, свойства измеримых и интегрируемых по Лебегу функций; конструкции и свойства пространств, интегрируемых по Лебегу в степени  $p$  функций; свойства преобразования Фурье функций, абсолютно интегрируемых или интегрируемых с квадратом на вещественной оси; дифференцируемость почти всюду неопределенного интеграла Лебега и свойства абсолютно непрерывных функций.

##### уметь:

применять основные теоремы теории меры, измеримых функций и интеграла Лебега, использовать свойства преобразования Фурье интегрируемых или интегрируемых с квадратом на вещественной оси функций и свойства абсолютно непрерывных функций в задачах анализа и теории функций; работать в пространствах интегрируемых по Лебегу в степени  $p$  функций.

##### владеть:

техникой и инструментами теории меры, измеримых функций и интеграла Лебега, основными идеями, заложенными в ее ключевые конструкции, и их приложениями в задачах анализа и теории функций.

## Темы и разделы курса:

### 1. Измеримые по Лебегу множества и мера Лебега в $\mathbb{R}^n$

Рассматриваются различные семейства подмножеств и их свойства: полукольца, кольца, алгебры, сигма-алгебры. Рассматриваются свойства порождённых сигма-алгебр, в том числе борелевской сигма-алгебры. Рассматриваются абстрактные внешние меры, обсуждаются их свойства, в том числе теорема Каратеодори. Рассматривается теорема Витали о тонком покрытии и её приложения в математическом анализе. Обсуждается пример неизмеримого множества.

### 2. Измеримые функции в $\mathbb{R}^n$

Рассматриваются общие свойства измеримых отображений абстрактных измеримых пространств, а также их конкретные примеры. Основное внимание уделяется борелевским функциям, а также функциям измеримым по Лебегу. Рассматриваются примеры неизмеримых функций. Обсуждается понятие образа меры под действием измеримого отображения.

### 3. Интеграл Лебега измеримых функций в $\mathbb{R}^n$

Доказываются основные теоремы о предельном переходе под знаком интеграла: лемма Фату, теорема Леви, теорема Лебега об ограниченной сходимости. Рассматриваются разные виды сходимости измеримых функций и их взаимосвязи: сходимость почти всюду, сходимость по мере и сходимость в среднем. Связь интеграла Лебега с интегралом Римана.

### 4. Пространства интегрируемых по Лебегу в степени $p$ функций

Доказываются неравенство Минковского и неравенство Гёльдера. Доказывается полнота пространства интегрируемых по Лебегу функций. Обсуждаются различные приближения интегрируемых функций. Доказывается неравенство Йенсена.

### 5. Комплексные меры и дифференцирование по мере

Рассматриваются знакопеременные меры. Обсуждается понятие полной вариации, доказывается теорема Хана о разложении меры на положительную и отрицательную части. Доказывается теорема Радона–Никодима. Рассматривается разложение Лебега произвольной меры на абсолютно непрерывную и взаимно сингулярную части.

## **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 ИНП 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 ИНП 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 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 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, максимально 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 быстрое действие. 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.

Програмное 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 квазиминимума.

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 Армико, 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. Долгосрчный и краткосрчный период анализа производства. Средний и предельный продукт. Замещение между факторами производства.
3. Издержки производства. Отдача от масштаба и экономия от масштаба. Издержки в краткосрчном и долгосрчном периодах.
4. Двойственность задач минимизации издержек и максимизации выпуска.
5. Индивидуальное и рыночное предложение.

### 3. Структуры рынков

1. Структуры рынков. Совершенная конкуренция, монополия, монополия.
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, используемыми 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, коммутаторах 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, используемых 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 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 Лири). Монотонные по Фридрихсу схемы в пространстве неопределенных коэффициентов (схемы с положительной ап-проксимацией).

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  $n$  и  $n+1$ .

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**

### **Немецкий язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1 (по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. способность использовать разные виды чтения и варьировать формат устного общения для поддержания успешного взаимодействия;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, традиции немецкоязычных стран;
- некоторые достижения, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности немецкого языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- пользоваться современными мультимедийными для дальнейшего самообразования.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на начальном уровне A1;
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета и культурных особенностей представителей немецкоязычных стран;
- речевыми средствами для общения на общебытовые/академические/деловые темы;
- некоторыми типами частной и деловой корреспонденции в объеме изученных тем;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Знакомство. Анкетные данные.

Коммуникативные задачи: здороваться, прощаться, понимать формулы вежливости. Представиться, сообщить/запросить анкетные данные: имя, возраст, место рождения, место проживания, владение иностранными языками, хобби. Называть страны, языки. Произнести по буквам имя, фамилию.

Лексика: приветствие, прощание, формулы вежливости. Города Германии, Австрии, Швейцарии. Анкетные данные: имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия. Оценочные реплики в диалоге.

Грамматика: личные местоимения в номинатив. Спряжение слабых/сильных глаголов в настоящем времени. Глаголы *haben*, *sein*. Простое повествовательное предложение. Вопросительные слова и вопросительное предложение. Притяжательный артикль. Местоимение *man*. Предлоги *in*, *aus*.

Фонетика: вводный фонетический курс. Буквы и звуки. Алфавит. Интонация повествовательного и вопросительного предложения.

## 2. Профессия и семья

Коммуникативные задачи: называть некоторые профессии. Называть офисные предметы и предметы повседневного обихода. Вести диалог о профессии (профессия, основной род занятий по профессии). Понимать числительные на слух. Понимать количественную информацию о странах и языках. Называть числительные: номер телефона, номер автомобиля. Описать диаграмму с информацией о языках. Понимать короткий рассказ о членах семьи: степени родства, профессия, увлечения. Рассказать о семье, семейном положении. Вести диалог-знакомство.

Лексика: профессия и род занятий по профессии. Предметы повседневного обихода и на рабочем месте. Числительные. Семья. Степени родства, семейное положение.

Грамматика: словообразование (суффикс *-in*). Спряжение глаголов в настоящем времени (*entwickeln*, *lesen*, *haben*). Грамматический род существительных. Определенный, неопределенный, отрицательный, притяжательный артикль. Количественные числительные. Множественное число существительных.

Фонетика: ударение в словах. Дифтонг *ei*. Долгий звук *ie*.

## 3. Город. Гостиница.

Коммуникативные задачи: называть некоторые деловые цели поездки в другой город. Понимать диалог с официантом в кафе. Заказать еду и напитки, оплатить еду в кафе. Задать вопрос о стоимости. Понимать/вести диалог при встрече с давним знакомым в городе, рассказать о себе, о профессии и профессиональных обязанностях. Задавать вопросы о посещении городов – давать положительный/отрицательный ответ. Назвать города, которые посетили, и дать им оценку. Заполнение формы с персональными данными. Понимать диалог у стойки регистрации в отеле. Понимать страноведческий текст с описанием города. Вести диалог у стойки регистрации: забронировать номер, заполнить анкету. Написать письмо другу с описанием своих действий в чужом городе. Письменный запрос информации в туристическом бюро.

Лексика: город, гостиница. В кафе: еда и напитки, заказ блюд и оплата. Вежливая просьба. Важные места, здания, действия в городе. Формальное/неформальное обращение и прощание в письмах.

Грамматика: аккузатив существительных. Глагол *möchte*. Место сказуемого в предложении с модальным глаголом. Глагол *sein* в презенсе и претерите.оборот *es gibt*. Обстоятельства места и времени (*heute/morgen, jetzt/gleich/danach*).

Фонетика: произношение умлаута *ü*.

#### 4. Распорядок дня. Повседневные дела на работе.

Коммуникативные задачи: понимать на слух, называть время по часам, длительность. Вести мини-диалоги о повседневных делах и наличии времени в определенный день недели. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени и длительности события. Согласовать время встречи с друзьями. Понимать короткий текст о распорядке дня. Формулировать вопросы/ответы о распорядке дня. Понимать основные речевые обороты в разговоре по телефону. Запросить, дать информацию. Согласовать по телефону деловую встречу. Найти конкретную информацию в объявлениях.

Лексика: время по часам, длительность. Дни недели и время суток. Распорядок дня. Повседневные дела. Речевые обороты в телефонных переговорах.

Грамматика: вопросительные слова к обстоятельствам времени. Временные предлоги. Сильный глагол *fahren*. Обратный порядок слов в предложении. Модальный глагол *können*. Глагольные приставки.

Фонетика: звуки *ich* и *ach*. Ударение в глаголах с приставками.

#### 5. Еда и питье

Коммуникативные задачи: понимать текст о любимых напитках и блюдах в немецкоязычных странах. Назвать традиционные национальные блюда на завтрак, обед, ужин. Задавать, отвечать на вопросы на тему еды. Понимать текст о ресторанах. Понимать/вести диалог в ресторане. Заказать еду в ресторане. Задать, ответить на вопросы о качестве, вкусе еды. Формулировать просьбы, реагировать на просьбы на тему еды. Запросить, дать информацию о еде. Оплатить еду в ресторане. Понимать текст о традиционных немецких лакомствах. Заказать столик в ресторане.

Лексика: еда и напитки. Здоровое питание. Предпочтения в еде. Традиционные национальные блюда. Посуда, столовые приборы, кухонная утварь. Речевые средства: просьба, согласие, отказ.

Грамматика: глаголы *mögen, essen*. Род сложных существительных. Вежливая просьба (*ich hätte gern...*). Отрицание *kein/nicht*, место отрицания в предложении. Предлог *ohne*. Сильное склонение прилагательных в *Nominativ/Akkusativ*.

Фонетика: ударение в сложных словах. Звук *R* в начале/конце слова.

#### 6. Вчера и сегодня. Университет, образование.

Коммуникативные задачи: понимать на слух беседу в офисе о прошедших событиях. Понимать текст о распорядке дня, событиях в прошедшем времени. Задавать вопросы, давать ответы о действиях в прошлом, о причине действий. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени совершения действия в прошедшем времени, о действиях в прошлом.



Написать письмо с описанием событий на прошлой неделе. Понимать общее содержание текста об учебе в университете на слух. Детально понимать содержание письменного текста об университетах и образовании. Понимать конкретную информацию в объявлениях. Называть подразделения и службы университета. Рассказать об учебе в университете.

Лексика: повседневные занятия и распорядок дня в прошедшем времени. Светская беседа. Университеты и институты. Подразделения и службы университета. Образование.

Грамматика: образование перфекта. Претерит глаголов haben, sein. Образование партиципа II. Сочинительные союзы (und), порядок слов в сложносочиненном предложении.

Фонетика: ударение в Partizip II. Сочетание st.

#### 7. В дороге. Погода. Транспортные средства. Отпуск.

Коммуникативные задачи: понимать текст о популярных в Германии транспортных средствах. Вести диалог о транспортных средствах. Понимать короткие сообщения о пользовании транспортными средствами. Понимать объявления на вокзале и в аэропорту. Понимать информацию о временах года и погоде. Вести мини-диалог о пользовании транспортными средствами. Вести дискуссию о транспортных средствах. Понимать на слух диалог об отпуске. Понимать/написать короткое письмо-открытку о впечатлениях от отпуска. Задавать, отвечать на вопросы об отпуске: время поездки, цель путешествия, длительность, времяпрепровождение в отпуске.

Лексика: общественный и личный транспорт. Транспортные средства. Времена года, месяцы. Погода. Отпуск. Времяпрепровождение в отпуске.

Грамматика: датив существительных. Притяжательные местоимения. Временной предлог (in). Обстоятельства места/направления (локальные предлоги). Модальный глагол wollen.

Фонетика: оглушение согласных в конце слова, -ig в конце слова.

#### 8. Покупки. Одежда.

Коммуникативные задачи: называть вещи, необходимые для путешествия. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о вещах (что взять в поездку). Указать причину. Интервью на тему одежды. Понимать текст на тему моды. Обсудить план похода по магазинам. Понимать/вести диалог в магазине. Вести дискуссию о покупках (магазин/интернет). Кратко описать график. Задавать вопросы, отвечать на вопросы на тему покупок.

Лексика: вещи, необходимые для путешествия. Предметы одежды и мода. Цвета. Покупки в магазине и Интернете.

Грамматика: предлог ohne. Сочинительный союз denn. Слабое и смешанное склонение прилагательных. Nominativ/Akkusativ. Модальный глагол müssen.

Фонетика: долгий и краткий звук e.

#### 9. Работа. Проблемы на рабочем месте. Деловые встречи.

Коммуникативные задачи: описать виды деятельности на работе, в офисе. Рассказать о произошедших событиях. Описать проблемы. Понимать телефонный разговор – согласование деловой встречи. Понимать конкретную информацию короткого диалога по телефону. Позвонить в сервисную службу. Понимать текст о пунктуальности. Найти

конкретную информацию на визитной карточке. Назвать причину опоздания. Обсудить статистические данные.

Лексика: работа в офисе. Профессия. Технические проблемы в работе. Согласование встреч. Даты. Речевые средства для разговора по телефону. Время и пунктуальность.

Грамматика: перфект. Обстоятельства времени. Порядковые числительные. Личные местоимения в Akkusativ. Временные предлоги (срок – длительность).

Фонетика: звуки f, w. Ударение в словах.

#### 10. Свободное время и здоровье

Коммуникативные задачи: понимать сообщения об организации досуга. Рассказать о проведении свободного времени. Вести беседу на вечеринке. Называть части тела. Договориться о приеме у врача. Вести разговор с врачом. Давать советы на тему здорового образа жизни. Беседовать о тенденциях в проведении свободного времени.

Лексика: организация досуга и современные тенденции в проведении свободного времени. Светская беседа на тему свободного времени. Части тела. Болезни и здоровье. Посещение врача.

Грамматика: глагол sollen. Повелительное наклонение. Сочинительные союзы aber и oder.

Фонетика: произношение безударного звука e.

#### 11. Жилищные условия. Квартира.

Коммуникативные задачи: понимать общую информацию текста на тему жилищных условий. Описать квартиру и обстановку. Назвать преимущества и недостатки разных форм проживания. Понимать жилищные объявления и реагировать на них. Описать дорогу. Побеседовать о работе по хозяйству.

Лексика: жилищные условия. Квартира и мебель. Поиски жилья и жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением. Работы по хозяйству.

Грамматика: глагол превосходная степень прилагательных. Обстоятельства места. Модальный глагол dürfen. Личные местоимения в Dativ.

Фонетика: произношение h. Дифтонги au, eu/äu.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. способность использовать разные виды чтения и варьировать формат устного общения для поддержания успешного взаимодействия;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции немецкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности немецкого языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- пользоваться современными мультимедийными средствами.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне A1+ (A2.1);
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета и культурных особенностей представителей немецкоязычных стран;
- речевыми средствами для общения на общебытовые/академические/деловые темы;
- некоторыми типами частной и деловой корреспонденции в объеме изученных тем;

– учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Знакомство, представление. Анкетные данные.

Коммуникативные задачи: здороваться, прощаться, понимать формулы вежливости. Представиться, сообщить, запросить анкетные данные: имя, возраст, место рождения, место проживания, владение иностранными языками, хобби. Называть страны, языки. Произнести по буквам имя, фамилию.

Лексика: приветствие, прощание, формулы вежливости. Города Германии, Австрии, Швейцарии. Анкетные данные: имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия. Оценочные реплики в диалоге.

Грамматика: личные местоимения в номинатив. Спряжение слабых/сильных глаголов в настоящем времени. Глаголы *haben*, *sein*. Простое повествовательное предложение. Вопросительные слова и вопросительное предложение. Притяжательный артикль. Местоимение *man*. Предлоги *in*, *aus*.

Фонетика: вводный фонетический курс. Буквы и звуки. Алфавит. Интонация повествовательного и вопросительного предложения.

#### 2. Профессия и семья

Коммуникативные задачи: называть некоторые профессии. Называть офисные предметы и предметы повседневного обихода. Вести диалог о профессии: профессия, основной род занятий по профессии. Понимать числительные на слух. Понимать количественную информацию о странах и языках. Называть числительные: номер телефона, номер автомобиля. Описать диаграмму с информацией о языках. Понимать короткий рассказ о членах семьи: степени родства, профессия, увлечения. Рассказать о семье, семейном положении. Вести диалог-знакомство.

Лексика: профессия и род занятий по профессии. Предметы повседневного обихода и на рабочем месте. Числительные. Семья. Степени родства, семейное положение.

Грамматика: словообразование (суффикс *-in*). Спряжение глаголов в настоящем времени (*entwickeln*, *lesen*, *haben*). Грамматический род существительных. Определенный, неопределенный, отрицательный, притяжательный артикль. Количественные числительные. Множественное число существительных.

#### 3. Город. Гостиница.

Коммуникативные задачи: называть некоторые деловые цели поездки в другой город. Понимать диалог с официантом в кафе. Заказать еду и напитки, оплатить еду в кафе. Задать вопрос о стоимости. Понимать/вести диалог при встрече с давним знакомым в городе, рассказать о себе, о профессии и профессиональных обязанностях. Задавать вопросы о посещении городов, давать положительный/отрицательный ответ. Назвать города, которые посетили, и дать им оценку. Заполнение формы с персональными данными. Понимать диалог у стойки регистрации в отеле. Понимать страноведческий текст с описанием города. Вести диалог у стойки регистрации: забронировать номер, заполнить анкету. Написать

письмо другу с описанием своих действий в чужом городе. Письменный запрос информации в туристическом бюро.

Лексика: город, гостиница. В кафе: еда и напитки, заказ блюд и оплата. Вежливая просьба. Важные места, здания, действия в городе. Формальное/неформальное обращение и прощание в письмах.

Грамматика: аккузатив существительных. Глагол *möchte*. Место сказуемого в предложении с модальным глаголом. Глагол *sein* в презенсе и претерите.оборот *es gibt*. Обстоятельства места и времени (*heute/morgen, jetzt/gleich/danach*).

#### 4. Распорядок дня. Повседневные дела на работе.

Коммуникативные задачи: понимать на слух, называть время по часам, длительность. Вести мини-диалоги о повседневных делах и наличии времени в определенный день недели. Задавать и отвечать на вопросы о времени и длительности события. Согласовать время встречи с друзьями. Понимать короткий текст о распорядке дня. Формулировать вопросы/ответы о распорядке дня. Понимать основные речевые обороты в разговоре по телефону. Запросить/дать информацию. Согласовать по телефону деловую встречу. Найти конкретную информацию в объявлениях.

Лексика: время по часам, длительность. Дни недели и время суток. Распорядок дня. Повседневные дела. Речевые обороты в телефонных переговорах.

Грамматика: вопросительные слова к обстоятельствам времени. Временные предлоги. Сильный глагол *fahren*. Обратный порядок слов в предложении. Модальный глагол *können*. Глагольные приставки.

#### 5. Еда и питье

Коммуникативные задачи: понимать текст о любимых напитках и блюдах в немецкоязычных странах. Назвать традиционные национальные блюда на завтрак, обед и ужин. Задавать, отвечать на вопросы на тему еды. Понимать текст о ресторанах. Понимать/вести диалог в ресторане. Заказать еду в ресторане. Задать, ответить на вопросы о качестве, вкусе еды. Формулировать просьбы, реагировать на просьбы на тему еды. Запросить, дать информацию о еде. Оплатить еду в ресторане. Понимать текст о традиционных немецких лакомствах. Заказать столик в ресторане.

Лексика: еда и напитки. Здоровое питание. Предпочтения в еде. Традиционные национальные блюда. Посуда, столовые приборы, кухонная утварь. Речевые средства: просьба, согласие, отказ.

Грамматика: глаголы *mögen, essen*. Род сложных существительных. Вежливая просьба (*ich hätte gern...*). Отрицание *kein/nicht*, место отрицания в предложении. Предлог *ohne*. Сильное склонение прилагательных в *Nominativ/Akkusativ*.

#### 6. Университет, учеба, образование

Коммуникативные задачи: понимать на слух беседу в офисе о прошедших событиях. Понимать текст о распорядке дня, событиях в прошедшем времени. Задавать вопросы, давать ответы о действиях в прошлом, о причине действий. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени совершения действия в прошедшем времени, о действиях в прошлом. Написать письмо с описанием событий на прошлой неделе. Понимать общее содержание текста об учебе в университете на слух. Детально понимать содержание письменного текста

об университетах и образовании. Понимать конкретную информацию в объявлениях. Называть подразделения и службы университета. Рассказать об учебе в университете.

Лексика: повседневные занятия и распорядок дня в прошедшем времени. Светская беседа. Университеты и институты. Подразделения и службы университета. Образование.

Грамматика: образование перфекта. Претерит глаголов haben, sein. Образование Partizip II. Сочинительные союзы (und), порядок слов в сложносочиненном предложении.

#### 7. В дороге. Погода. Транспортные средства. Отпуск.

Коммуникативные задачи: понимать текст о популярных в Германии транспортных средствах. Вести диалог о транспортных средствах. Понимать короткие сообщения о пользовании транспортными средствами. Понимать объявления на вокзале, в аэропорту. Понимать информацию о временах года и погоде. Вести мини-диалог о пользовании транспортными средствами. Вести дискуссию о транспортных средствах. Понимать на слух диалог об отпуске. Понимать/написать короткое письмо-открытку о впечатлениях от отпуска. Задавать, отвечать на вопросы об отпуске: время поездки, цель путешествия, длительность, времяпрепровождение в отпуске.

Лексика: общественный и личный транспорт. Транспортные средства. Времена года. Месяцы. Погода. Отпуск. Времяпрепровождение в отпуске.

Грамматика: датив существительных. Притяжательные местоимения. Временной предлог (in). Обстоятельства места/направления (локальные предлоги). Модальный глагол wollen.

#### 8. Покупки. Одежда.

Коммуникативные задачи: называть вещи, необходимые для путешествия. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о вещах (что взять в поездку). Указать причину. Интервью на тему одежды. Понимать текст на тему моды. Обсудить план похода по магазинам. Понимать/вести диалог в магазине. Вести дискуссию о покупках (магазин/интернет). Кратко описать график. Задавать вопросы, отвечать на вопросы на тему покупок.

Лексика: вещи, необходимые для путешествия. Предметы одежды и мода. Цвета. Покупки в магазине и Интернете.

Грамматика: предлог ohne. Сочинительный союз denn. Слабое и смешанное склонение прилагательных. Nominativ/Akkusativ. Модальный глагол müssen.

#### 9. Работа. Проблемы на рабочем месте. Деловые встречи.

Коммуникативные задачи: описать виды деятельности на работе, в офисе. Рассказать о произошедших событиях. Описать проблемы. Понимать телефонный разговор – согласование деловой встречи. Понимать конкретную информацию короткого диалога по телефону. Позвонить в сервисную службу. Понимать текст о пунктуальности. Найти конкретную информацию на визитной карточке. Назвать причину опоздания. Обсудить статистические данные.

Лексика: работа в офисе. Профессия. Технические проблемы в работе. Согласование встреч. Даты. Речевые средства для разговора по телефону. Время и пунктуальность.

Грамматика: перфект. Обстоятельства времени. Порядковые числительные. Личные местоимения в Akkusativ. Временные предлоги (срок – длительность).

## 10. Свободное время и здоровье

Коммуникативные задачи: понимать сообщения об организации досуга. Рассказать о проведении свободного времени. Вести беседу на вечеринке. Называть части тела. Договориться о приеме у врача, вести разговор с врачом. Давать советы на тему здорового образа жизни. Беседовать о тенденциях в проведении свободного времени.

Лексика: организация досуга и современные тенденции в проведении свободного времени. Светская беседа на тему свободного времени. Части тела. Болезни и здоровье. Посещение врача.

Грамматика: глагол *sollen*. Повелительное наклонение. Сочинительные союзы *aber* и *oder*.

## 11. Жилищные условия. Квартира и мебель. Жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением.

Коммуникативные задачи: понимать общую информацию текста на тему жилищных условий. Описать квартиру и обстановку. Назвать преимущества и недостатки разных форм проживания. Понимать жилищные объявления и реагировать на них. Описать дорогу. Побеседовать о работе по хозяйству.

Лексика: жилищные условия. Квартира и мебель. Поиски жилья и жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением. Работы по хозяйству.

Грамматика: глагол превосходная степень прилагательных. Обстоятельства места. Модальный глагол *dürfen*. Личные местоимения в *Dativ*.

## 12. Достопримечательности. Музеи. Туристическая информация. Праздники. Поздравления. Приглашения.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общую информацию о достопримечательностях. Детально понимать информацию о достопримечательностях в туристическом каталоге. Дать информацию о времени работы музея, стоимости билетов. Перечислить достопримечательности, которые стоит посетить, и обосновать выбор. Запросить по телефону информацию о музее. Понимать светскую беседу на тему достопримечательностей. Сформулировать поздравление к празднику. Написать приглашение, письменно ответить на приглашение.

Лексика: автобиография, профессии, школа, система образования в Германии.

Грамматика: глагол *werden*, претерит модальных глаголов.

## 13. Загородные экскурсии: местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Животные.

Коммуникативные задачи: понимать устную информацию о достопримечательностях. Называть виды ландшафтов и архитектурных сооружений. Понимать информацию в туристическом каталоге о местах загородных экскурсий. Понимать устные рассказы о загородных экскурсиях. Поддержать беседу на тему загородной прогулки. Сравнить предлагаемые маршруты. Назвать популярные туристические маршруты в Германии. Сделать презентацию популярной загородной экскурсии в родной стране. Спланировать в диалоге загородную прогулку и рассказать о ней. Запросить/понять информацию об экскурсиях в туристическом бюро. Запросить по телефону информацию о режиме работы, ценах на билеты в зоопарке. Поддержать разговор о животных.



Лексика: загородные экскурсии - местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Информация в туристических каталогах. Животные.

Грамматика: степени сравнения прилагательных (повт.). Превосходная степень прилагательных. Сравнительные обороты. Родительный падеж. Локальные предлоги: местоположение/направление.

14. Здоровое питание. Национальные блюда. Посещение ресторана.

Коммуникативные задачи: понимать диалог в продуктовом магазине. Понимать общее содержание биографического текста на слух. Понимать тексты о национальных привычках в еде. Участвовать в разговоре о продуктах питания. Описать/сравнить в диалоге свою покупательское поведение. Вести диалог в продуктовом магазине, на рынке. Описать действия при приготовлении пищи. Понимать диалог в ресторане. Понимать текст о национальных блюдах. Понимать/написать в письме информацию о ресторане. Заказать еду в ресторане и высказать претензию.

Лексика: продукты питания. Еда в Германии. Покупка продуктов. Повара и приготовление пищи. Национальные блюда. Речевые клише при посещении ресторана.

Грамматика: придаточные дополнит. (dass-Sätze). Слабое и сильное склонение прилагательных. Глаголы в претерите. Модальные глаголы в претерите. Употребление временных форм глаголов.

15. Работа в офисе. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общее содержание текста с описанием деятельности на работе. Понимать телефонный разговор о согласовании встречи. Детально понимать текст с описанием деятельности на работе. Рассказать о планировании рабочего времени. Понимать диалог на тему работы. Понимать по телефону сообщения о проблемах на работе. Согласовать по телефону деловую встречу, дружескую встречу. В деловом письме перенести/отменить встречу. Передать по телефону информацию для третьего лица. Понимать правила делового этикета. Рассказать о правилах делового этикета в своей стране.

Лексика: дата, время. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте. Передача информации третьему лицу.

Грамматика: временные предлоги. Обстоятельства времени. Глаголы с дополнением в аккузатив, датив, аккузатив/датив. Личные местоимения в аккузатив, датив. Косвенный вопрос. Прямые и косвенные вопросы.

16. Распорядок дня. Профессии и профессиональная деятельность. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Коммуникативные задачи: понимать устный/письменный текст о распорядке рабочего дня. Понимать радиоинтервью на тему школы. Детально понимать текст об учебе в школе. Понимать текст о системе школьного образования в Германии. Понимать описание профессиональных обязанностей. Провести интервью об опыте учебы в школе и обобщить результаты. Рассказать о системе образования в своей стране. Описать графическую информацию о популярных профессиях в Германии. Понимать радиоинтервью об учебе в университете Австрии. Понимать резюме. Рассказать о своем образовании. Запросить информацию об учебе в университете.

Лексика: распорядок рабочего дня. Профессии и виды профессиональной деятельности. Воспоминания о школе. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Грамматика: возвратные глаголы. Глаголы с предложным дополнением. Придаточные условные (wenn) (10a, b). Придаточные дополнительные (dass, ob).

#### 17. Семейные торжества. Факторы счастья.

Коммуникативные задачи: понимать текст о факторах счастья. Понимать диалог с продавцом в магазине. Провести небольшой опрос на тему счастья/удачи, рассказать о результатах опроса. Рассказать о семье, родственниках. Расспросить о родственниках. Понимать текст свадебных традициях в Германии. Рассказать о свадебных традициях в России. Называть подарки. Провести опрос на тему покупок/покупательского поведения. Вести диалог с продавцом в магазине. Договориться с друзьями о совместном походе в магазин за подарком.

Лексика: удовлетворенность, факторы счастья. Семья. Степени родства. Семейные торжества, свадьба. Приглашения и пожелания. Подарки. Отделы и товары в магазине.

Грамматика: придаточные дополнительные (повтор.). Придаточные причины (weil). Обстоятельства причины с союзами weil и denn. Неопределенный артикль как замена существительного. Порядок дополнений датив/аккузатив в предложении.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в бытовой, культурной, профессиональной и научной сфере при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии и форматы для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей немецкой культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции немецкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- особенности системы образования в немецкоязычных странах;
- достоинства и недостатки развития мировой экономики;
- различия в области фонетики, лексики, грамматики, стилистики родного и немецкого языков;
- особенности собственного стиля учения.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- предотвращать появление стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- пользоваться современными мультимедийными средствами;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне A2;

- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета представителей другой культуры;
- речевыми средствами для общения на общебытовые, академические и общенаучные темы в условиях пользования аутентичными интернет-ресурсами и публикациями на актуальные темы;
- различными типами частной и деловой корреспонденции в режиме онлайн-общения в ходе решения профессиональных задач, соблюдая формат профессионального межкультурного общения;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Знакомство. Профессии и профессиональные обязанности.**

Коммуникативные задачи: представиться самому, представить других людей. Описать виды профессиональных обязанностей. Описать и обсудить с другими повседневные дела. Понимать устные сообщения о действиях в прошлом. Рассказать о прошедших событиях. Написать электронное письмо с описанием прошедших событий. Описать графическую информацию о тенденциях в организации досуга в Германии.

Лексика: знакомство. Профессии и профессиональные обязанности. Повседневные дела. Досуг.

Грамматика: модальные глаголы в Präsens (повторение). Перфект (повторение). Временные формы глаголов haben и sein.

#### **2. Загородные экскурсии, туристические маршруты**

Коммуникативные задачи: понимать устную информацию о достопримечательностях. Называть виды ландшафтов и архитектурных сооружений. Понимать информацию в туристическом каталоге о местах загородных экскурсий. Понимать устные рассказы о загородных экскурсиях. Поддержать беседу на тему загородной прогулки. Сравнить предлагаемые маршруты. Назвать популярные туристические маршруты в Германии. Сделать презентацию популярной загородной экскурсии в родной стране. Спланировать в диалоге загородную прогулку и рассказать о ней. Запросить/понять информацию об экскурсиях в туристическом бюро. Запросить по телефону информацию о режиме работы, ценах на билеты в зоопарке. Поддержать разговор о животных.

Лексика: загородные экскурсии - местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Информация в туристических каталогах. Животные.

Грамматика: степени сравнения прилагательных (повт.). Превосходная степень прилагательных. Сравнительные обороты. Родительный падеж. Локальные предлоги: местоположение/направление.

### 3. Здоровое питание. Национальные блюда. Посещение ресторана.

Коммуникативные задачи: понимать диалог в продуктовом магазине. Понимать общее содержание биографического текста на слух. Понимать тексты о национальных привычках в еде. Участвовать в разговоре о продуктах питания. Описать/сравнить в диалоге свою покупательское поведение. Вести диалог в продуктовом магазине, на рынке. Описать действия при приготовлении пищи. Понимать диалог в ресторане. Понимать текст о национальных блюдах. Понимать/написать в письме информацию о ресторане. Заказать еду в ресторане и высказать претензию.

Лексика: продукты питания. Еда в Германии. Покупка продуктов. Повара и приготовление пищи. Национальные блюда. Речевые клише при посещении ресторана.

Грамматика: придаточные дополнит. (dass-Sätze). Слабое и сильное склонение прилагательных. Глаголы в претерите. Модальные глаголы в претерите. Употребление временных форм глаголов.

### 4. Работа в офисе. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общее содержание текста с описанием деятельности на работе. Понимать телефонный разговор о согласовании встречи. Детально понимать текст с описанием деятельности на работе. Рассказать о планировании рабочего времени. Понимать диалог на тему работы. Понимать по телефону сообщения о проблемах на работе. Согласовать по телефону деловую встречу, дружескую встречу. В деловом письме перенести/отменить встречу. Передать по телефону информацию для третьего лица. Понимать правила делового этикета. Рассказать о правилах делового этикета в своей стране.

Лексика: дата, время. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте. Передача информации третьему лицу.

Грамматика: временные предлоги. Обстоятельства времени. Глаголы с дополнением в аккузатив, датив, аккузатив/датив. Личные местоимения в аккузатив, датив. Косвенный вопрос. Прямые и косвенные вопросы.

### 5. Распорядок дня. Профессии и профессиональная деятельность. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Коммуникативные задачи: понимать устный/письменный текст о распорядке рабочего дня. Понимать радиоинтервью на тему школы. Детально понимать текст об учебе в школе. Понимать текст о системе школьного образования в Германии. Понимать описание профессиональных обязанностей. Провести интервью об опыте учебы в школе и обобщить результаты. Рассказать о системе образования в своей стране. Описать графическую информацию о популярных профессиях в Германии. Понимать радиоинтервью об учебе в

университете Австрии. Понимать резюме. Рассказать о своем образовании. Запросить информацию об учебе в университете.

Лексика: распорядок рабочего дня. Профессии и виды профессиональной деятельности. Воспоминания о школе. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Грамматика: возвратные глаголы. Глаголы с предложным дополнением. Придаточные условные (wenn) (10a, b). Придаточные дополнительные (dass, ob).

#### 6. Семейные торжества. Факторы счастья.

Коммуникативные задачи: понимать текст о факторах счастья. Понимать диалог с продавцом в магазине. Провести небольшой опрос на тему счастья/удачи, рассказать о результатах опроса. Рассказать о семье, родственниках. Расспросить о родственниках. Понимать текст свадебных традициях в Германии. Рассказать о свадебных традициях в России. Называть подарки. Провести опрос на тему покупок, покупательского поведения. Вести диалог с продавцом в магазине. Договориться с друзьями о совместном походе в магазин за подарком.

Лексика: удовлетворенность, факторы счастья. Семья. Степени родства. Семейные торжества, свадьба. Приглашения и пожелания. Подарки. Отделы и товары в магазине.

Грамматика: придаточные дополнительные (повтор.). Придаточные причины (weil). Обстоятельства причины с союзами weil и denn. Неопределенный артикль как замена существительного. Порядок дополнений датив/аккузатив в предложении.

#### 7. Изучение иностранных языков. Страны и путешествия.

Коммуникативные задачи: провести интервью на тему изучения иностранных языков. Назвать причины и цели изучения иностранных языков. Понимать текст о полиглоте. Сформулировать советы по изучению иностранных языков. Участвовать в беседе о целях путешествий, занятиях во время отпуска, транспортных средствах.

Лексика: иностранные языки. Изучение иностранных языков. Отпуск и путешествия. Страны. Ландшафты и природа. Транспортные средства.

Грамматика: советы/рекомендации. Склонение прилагательных (повт.). Грамматический род в названиях стран. Предлоги местоположения/направления. Придаточное цели (damit).

#### 8. Средства массовой информации и политика

Коммуникативные задачи: рассказать об использовании средств массовой информации. Описывать одновременные действия. Понимать текст о результатах исследования на тему многозадачности. Участвовать в дискуссии о телевидении, телепрограммах и любимых передачах. В диалоге прийти к совместному решению и обосновать его. Провести интервью на тему актуальных событий и новостей. Понимать на слух новостные сообщения. Описать текущие процессы и события. Знать некоторые факты о немецкой политике. Писать короткие новостные сообщения.

Лексика: использование средств массовой информации. Многозадачность. Телевидение и телепередачи. Актуальные события и новости. Факты о немецкой политике.

Грамматика: пассив презенс. Род существительных. Временные придаточные предложения (wenn). Употребление родительного падежа в официальных текстах.

## 9. Идеи и продукты. Технические изобретения. Предпринимательство.

Коммуникативные задачи: рассказать об изобретениях и продуктах. Понимать короткие тексты об изобретениях. Провести интервью на тему техники. Понимать разговор с продавцом при покупке технических товаров. Заявить претензию на товар. Участвовать в дискуссии о пользе новых технических приборов. Вести телефонные переговоры. Формулировать вежливую просьбу. Понимать текст значительного объема об истории становления фирмы. Провести презентации компании. Описывать процессы в прошедшем времени. Сформулировать письменные рекомендации.

Лексика: изобретения. Техника и приборы. Разговор с продавцом. Претензии. Телефонные переговоры. Фирмы.

Грамматика: пассив претеритум. Вежливые вопросы и просьбы (конъюнктив II). Временные придаточные предложения с союзами wenn и als.

## 10. Спорт и здоровый образ жизни

Коммуникативные задачи: вести беседу о спорте и здоровом образе жизни. Понимать тексты о спорте, здоровье и позитивном мышлении. Давать рекомендации. Рассказать о системе здравоохранения в своей стране. Понимать офисные разговоры. Формулировать условия, причины и контраргументы. Вести беседу о радостях и огорчениях. Описать в письме другу свои чувства по поводу прошедших событий.

Лексика: виды спорта. Движение и здоровье. Части тела. Система здравоохранения. Позитивное мышление. Чувства.

Грамматика: вопросительные местоименные наречия. Инфинитив с zu. Уступительные придаточные предложения (obwohl). Модальные частицы.

## 11. Города Германии, Австрии и Швейцарии. Туризм. Жилищные условия.

Коммуникативные задачи: рассказать о туристических поездках по городам. Провести интервью на тему фотографирования во время путешествий. Понимать текст об исторических городах и передавать содержание текста. Провести презентацию города. Вести дискуссию о туристических маршрутах. Высказывать свое мнение. Вежливо внести предложение. Описать квартиру и сравнить разные предложения. Вести дискуссию о жилищных условиях и окружающей инфраструктуре. Написать письмо друзьям с описанием города и новой квартиры. Формулировать обстоятельства места и направления. Вести беседу о работах по дому и соседях.

Лексика: путешествия по городам. Фотографирование. Исторические города. Жилищные условия и квартира. Работы по дому. Соседи.

Грамматика: неопределенные местоимения. Относительные придаточные. Глаголы, употребляемые с обстоятельствами места и направления. Вежливое высказывание (конъюнктив II).



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в бытовой, культурной, профессиональной и научной сфере при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии и форматы для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Тенденции развития экономики и актуальные достижения науки немецкоязычных стран;
- основные факты, достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- особенности системы образования Германии;
- достоинства и недостатки развития мировой экономики;
- основные реалии немецкоязычных стран;
- различия в области фонетики, лексики, грамматики, стилистики родного и немецкого языков;
- особенности собственного стиля учения;
- поведенческие модели носителей языка.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- предотвращать появление стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур;
- пользоваться современными средствами коммуникаций для дальнейшего самообразования.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне B1 (пороговом уровне);

- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета представителей другой культуры;
- речевыми средствами для общения на общебытовые, академические и общенаучные темы в условиях пользования аутентичными интернет-ресурсами и публикациями на актуальные темы;
- различными типами деловой корреспонденции в режиме онлайн-общения в ходе решения профессиональных задач, соблюдая формат профессионального межкультурного общения;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Изучение иностранных языков. Путешествия. Природа.

Коммуникативные задачи: провести интервью на тему изучения иностранных языков. Назвать причины и цели изучения иностранных языков. Понимать текст о полиглоте. Сформулировать советы по изучению иностранных языков. Участвовать в беседе о целях путешествий, занятиях во время отпуска, транспортных средствах.

Лексика: иностранные языки. Изучение иностранных языков. Отпуск и путешествия. Страны. Ландшафты и природа. Транспортные средства.

Грамматика: советы/рекомендации. Склонение прилагательных (повт.). Грамматический род в названиях стран. Предлоги местоположения/направления. Придаточное цели (damit).

#### 2. Средства массовой информации и политика

Коммуникативные задачи: рассказать об использовании средств массовой информации. Описывать одновременные действия. Понимать текст о результатах исследования на тему многозадачности. Участвовать в дискуссии о телевидении, телепрограммах и любимых передачах. В диалоге прийти к совместному решению и обосновать его. Провести интервью на тему актуальных событий и новостей. Понимать на слух новостные сообщения. Описать текущие процессы и события. Знать некоторые факты о немецкой политике. Писать короткие новостные сообщения.

Лексика: использование средств массовой информации. Многозадачность. Телевидение и телепередачи. Актуальные события и новости. Факты о немецкой политике.

Грамматика: пассив презенс. Род существительных. Временные придаточные предложения (wenn). Употребление родительного падежа в официальных текстах.

#### 3. Идеи и продукты. Технические изобретения. Предпринимательство.

Коммуникативные задачи: рассказать об изобретениях и продуктах. Понимать короткие тексты об изобретениях. Провести интервью на тему техники. Понимать разговор с

продавцом при покупке технических товаров. Заявить претензию на товар. Участвовать в дискуссии о пользе новых технических приборов. Вести телефонные переговоры. Формулировать вежливую просьбу. Понимать текст значительного объема об истории становления фирмы. Провести презентации компании. Описывать процессы в прошедшем времени. Сформулировать письменные рекомендации.

Лексика: изобретения. Техника и приборы. Разговор с продавцом. Претензии. Телефонные переговоры. Фирмы.

Грамматика: пассив претеритум. Вежливые вопросы и просьбы (конъюнктив II). Временные придаточные предложения с союзами wenn и als.

#### 4. Спорт и активный образ жизни. Система здравоохранения в Германии.

Коммуникативные задачи: вести беседу о спорте и здоровом образе жизни. Понимать тексты о спорте, здоровье и позитивном мышлении. Давать рекомендации. Рассказать о системе здравоохранения в своей стране. Понимать офисные разговоры. Формулировать условия, причины и контраргументы. Вести беседу о радостях и огорчениях. Описать в письме другу свои чувства по поводу прошедших событий.

Лексика: виды спорта. Движение и здоровье. Части тела. Система здравоохранения. Позитивное мышление. Чувства.

Грамматика: вопросительные местоименные наречия. Инфинитив с zu. Уступительные придаточные предложения (obwohl). Модальные частицы.

#### 5. Города Германии, Австрии и Швейцарии. Туризм. Жилищные условия.

Коммуникативные задачи: рассказать о поездках по городам. Провести интервью на тему фотографирования во время путешествий. Понимать текст об исторических городах и передавать содержание текста. Провести презентацию города. Вести дискуссию о туристических маршрутах. Высказывать свое мнение. Вежливо внести предложение. Описать квартиру и сравнить разные предложения. Вести дискуссию о жилищных условиях и окружающей инфраструктуре. Написать письмо друзьям с описанием города и новой квартиры. Формулировать обстоятельства места и направления. Вести беседу о работах по дому и соседях.

Лексика: путешествия по городам. Фотографирование. Исторические города. Жилищные условия и квартира. Работы по дому. Соседи.

Грамматика: неопределенные местоимения. Относительные придаточные. Глаголы, употребляемые с обстоятельствами места и направления. Вежливое высказывание (конъюнктив II).

#### 6. Национальные праздники и фестивали

Коммуникативные задачи: рассказать о семейных праздниках и подарках в своей стране. Передать содержание текста о рождестве. Написать рождественскую открытку. Понимать рассказ о народных гуляниях и музыкальном фестивале. Сделать выбор и обосновать его. Рассказать о народных гуляниях или фестивале. Провести интервью на тему искусства и культуры. В диалоге согласовать время. Сформулировать приглашение.

Лексика: семейные праздники, Рождество. Подарки. Народные гуляния. Музыкальные фестивали. Искусство и культура.

Грамматика: союзные слова deshalb и trotzdem для выражения причинно-следственной связи.

#### 7. Профессиональная деятельность. Профессии будущего.

Коммуникативные задачи: рассказать о профессиях. Понимать беседу о профессиях будущего. Сформулировать намерение и прогноз. Рассказать о важных факторах профессиональной деятельности. Описывать профессиональные обязанности. Вести телефонный разговор в профессиональном контексте. Формулировать вежливые вопросы и просьбы. Согласовать деловую встречу и оставить сообщение для третьего лица. Понимать текст, передать содержание текста о правилах деловой корреспонденции. Написать официальное и полуофициальное письмо.

Лексика: профессии и профессиональная деятельность. Важные факторы в профессиональной деятельности. Телефонные переговоры. Деловая корреспонденция.

Грамматика: футур I. Употребление временных форм. Модальные глаголы. Конъюнктив II в вежливом вопросе и просьбе. Временные предлоги.

#### 8. Учеба и повышение квалификации

Коммуникативные задачи: вести беседу об учебе/образовании. Давать рекомендации по учебе. Понимать устное сообщение об учебе и передать его содержание. Формулировать причины. Понимать и составлять сложные тексты об учебном процессе. Рассказать о разных видах обучения. Формулировать намерения. Сделать сообщение о повышении квалификации. Выбрать курс из предлагаемого списка и обосновать выбор. Сделать письменный и устный запрос информации. Прочитать и написать резюме.

Лексика: учеба, учебный процесс, формы обучения. Повышение квалификации. Народные университеты. Резюме.

Грамматика: причинно-следственные связи (weil, denn, deswegen, deshalb, darum). Обстоятельства цели (damit, um ... zu). Род существительных.

#### 9. Города и окружающая среда

Коммуникативные задачи: ответить на вопросы викторины о немецких городах. Участвовать в беседе о городах. Рассказать (сделать презентацию) о городе. Прочитать большой текст о городе Йена и составить текст о городе. Подробно описывать города и здания. Понимать информацию экскурсовода. Выбрать вид активности и обосновать. Запрашивать и передавать информацию письменно и устно. Написать почтовую карточку. Понимать текст о «зеленых» городах. Составить сообщение для форума в Интернете.

Лексика: города. Городские экскурсии. Музеи. Города и окружающая среда.

Грамматика: придаточные относительные (повтор.) Причастия в качестве определения. Склонение прилагательных после определенного и неопределенного артикля (повтор.). Образование определения от названия города. Предлоги местоположения/направления (повтор.).

#### 10. Фитнес. Проблемы со здоровьем. Посещение врача.

Коммуникативные задачи: проанализировать результаты опроса. Понимать тексты о здоровье, полуденном сне и народных средствах, вести дискуссию на эти темы. Сделать

презентацию. Составить сообщение для форума. Давать советы и высказывать собственное мнение. Формулировать условия. Называть части тела и болезни.

Лексика: здоровье и фитнес. Полуденный сон. Части тела. Проблемы со здоровьем. Медицинские народные средства.

Грамматика: возвратные глаголы (повт.) и возвратные местоимения. Место возвратного местоимения в предложении. Конъюнктив II (вежливое предложение и высказывание мнения) (повтор.). Условные придаточные (wenn/falls). Условие и следствие (sonst, andernfalls). Предлоги bei, gegen, trotz, zu.

### 11. Образ жизни. Привычки и обычаи.

Коммуникативные задачи: сообщить письменно и устно о привычках. Понимать текст о привычках среднестатистического немецкого гражданина и передавать его содержание. Формулировать контраргументы. Понимать радиоинтервью о культурных обычаях. Провести интервью на эту тему. Называть национальности. Вести светскую беседу и давать рекомендации. Написать эл. письмо другу.

Лексика: среднестатистический немец. Привычки в повседневной жизни. Культурные обычаи. Национальности. Светская беседа.

Грамматика: образование названий национальностей. Слабое склонение существительных. Инфинитив с zu (повтор.). Уступительные придаточные (obwohl, auch wenn, trotzdem).

### 12. Продукты и потребление. Деньги. Реклама.

Коммуникативные задачи: вести интервью о потребительском поведении. Описывать и представлять некоторые продукты. Понимать короткие тексты о собственности, рекламе, игре в лотерею. Понимать разговор с продавцом. Сделать устное/письменное сообщение на тему имиджа и рекламы. Составить короткий рекламный текст. Вести интервью на тему денег. Формулировать нереальные условия. Рассказать о желаниях. Прочитать короткий рассказ Франца Холера.

Лексика: собственность. Продукты и их свойства. Потребление. Торговые марки и реклама. Лотерея и деньги. Мечты и желания.

Грамматика: пассив модальных глаголов. Конъюнктив II в настоящем и прошедшем времени (нереальное условие). Степени сравнения прилагательных (повтор.). Сравнения. Пропорциональное сравнение (je ... desto).

### 13. Путешествия и транспорт

Коммуникативные задачи: рассказать о путешествиях и отпуске. Понимать тексты о путешествиях, окружающей среде и транспорте и передавать их основное содержание. Рассказать об известном открывателе/исследователе. Понимать беседу о проблемах в отпуске. Описать в блоге отрицательные впечатления от отпуска. Понимать дорожные сообщения. Рассказать о проблемах с транспортом (сделать презентацию темы). Выражать последовательность действий в прошедшем времени.

Лексика: путешествия в прошлом и настоящем. Открыватели и искатели приключений. Отпуск и движение. Окружающая среда и транспортные средства.

Грамматика: плюсквамперфект. Временные придаточные предложения (bevor/ehe, nachdem). Парные союзы (sowohl ... als auch, nicht nur ... sondern auch, weder ... noch).  
Обстоятельства места.

#### 14. Чтение и СМИ. Профессии в области СМИ. Социальные сети. Новости.

Коммуникативные задачи: рассказать о пользовании средствами массовой информации и читательское поведение. Описать графики на тему чтения. Понимать беседу на тему чтения книг. Описывать профессии и профессиональную деятельность в области средств массовой информации. Понимать короткие описания содержания фильмов и сделать на их основании выбор. Написать эл. письмо и короткие новостные сообщения. Провести интервью на тему средств коммуникации. Понимать на слух новости. Сделать сообщение, используя официальный стиль общения. Сделать презентацию о социальных сетях и новостных сообщениях. Написать сообщение на форуме.

Лексика: чтение и книги. Пользование средствами массовой информации и коммуникации. Профессии в области аудиовизуальных средств массовой информации. Фильмы. Новости.

Грамматика: беспредложное управление глаголов. Устойчивые сочетания существительных с глаголами. Предлоги: laut, nach, zufolge.

#### 15. История и политика

Коммуникативные задачи: понимать исторические факты и сделать доклад на тему истории. Понимать описание достопримечательностей Берлина. Сделать выбор и обосновать его. В диалоге спланировать мероприятие. Понимать текст о избирательном праве для женщин. Провести интервью на тему истории. Понимать информацию экскурсовода на исторические темы. Вести дискуссию о политике. Понимать и написать мотивационное (сопроводительное) письмо.

Лексика: история. Достопримечательности Берлина. История избирательного права для женщин. Качества политиков. Сопроводительное письмо.

Грамматика: управление прилагательных. Субстантивация. Временные придаточные (wenn, als, während). Союзы aber, sondern.

#### 16. Инновации и креативность

Коммуникативные задачи: рассказать об идеях и креативности. Понимать беседу об изобретателях и изобретениях и составлять короткие тексты на тему изобретений. Участвовать в дискуссии о креативности. Понимать и коротко передавать содержание текстов о креативности и исследованиях. Описывать способы и процессы. Писать электронные письма коллегам. Извиниться по телефону и согласовать время встречи. Понимать художественный текст (Wladimir Kaminer „Deutsch als Spitze“).

Лексика: изобретения. Изобретатели. Креативность. Исследования и стимулирование исследований.

Грамматика: придаточные образа действия (indem). Пассив (повт.). Предлоги генитива.

## **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.

Цепные 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 матфизики 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

### 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, гиромангнитное 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  $\alpha$ -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 оссимметричных 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 опускании 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 температуры. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активации 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 синтеза 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 aberrаций. 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 $\gamma$ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в мессбауэровской линии поглощения исследуется резонансное поглощение  $\gamma$ -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  $\gamma$ -квантов, рассеянных на графите. Определяется энергия рассеянных  $\gamma$ -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 $\gamma$ – излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра. Измерение абсолютной активности препарата Со методом $\gamma$ – $\gamma$ совпадений.

Методом  $\gamma$  – совпадений измеряется абсолютная активность препарата Со. После этого определяется энергия  $\gamma$ -квантов неизвестного радиоактивного препарата.

#### 64. Определение энергии $\alpha$ частиц по величине их пробега в воздухе.

Измеряется пробег  $\alpha$ -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  $\gamma$ -лучей в веществе и определение их энергии. Работа по радиационной безопасности.

С помощью сцинтилляционного счетчика измеряются линейные коэффициенты ослабления потока  $\gamma$ -лучей в свинце, железе и алюминии. По результатам определяется энергия  $\gamma$ -квантов.

73. Исследование энергетического спектра  $\beta$ -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\beta$ -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. Фinitные 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 Рэлея 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 равномерного 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 намагничённости, 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 «изображений».

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**

### **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:  $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$  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  $\Theta$ -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 эйлерова 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.  $\epsilon$ -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, перцептрон. Обратное распространение ошибки. Многослойный перцептрон. 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 математической теории управления нелинейными системами**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями дифференциальной геометрии, теории групп в приложении их к задачам управления.

#### **Задачи дисциплины:**

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

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

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

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории управления нелинейными системами (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 управления нелинейными системами;
- предметным языком теории управления нелинейными системами и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Бинарные отношения. Группы преобразований.

Отношения эквивалентности и частичного порядка.

Бинарные отношения, порождаемые группой преобразований. Транзитивность и примитивность групп преобразований. Подгруппы и фактор-группы. Нормальные подгруппы и условия импримитивности.

2. Однопараметрические группы диффеоморфизмов и векторные поля. Многообразия.

Ковариантные и контравариантные векторные поля. Однопараметрические группы диффеоморфизмов, порождаемые контравариантными векторными полями. Траектория автономной системы обыкновенных дифференциальных уравнений как контравариантного векторного поля. Траектория множества решений системы обыкновенных дифференциальных уравнений как однопараметрической группы диффеоморфизмов.

Параметрическое и неявное задание многообразий. Примеры многообразий (элементарные многообразия, поверхности в евклидовом пространстве, группы преобразований как

многообразия). Дифференциал отображения. Касательное пространство многообразия. Примеры вычисления касательных пространств.

3. Семейства векторных полей. Интегралы семейства векторных полей Полные семейства и алгебры Ли векторных полей. Группы диффеоморфизмов, порождаемые семействами векторных полей.

Теорема Томаса-Веблена о существовании интегралов полного семейства векторных полей. Алгоритмы нахождения интегралов.

Транзитивность и примитивность групп диффеоморфизмов. Теорема Чжоу-Рашевского.

## **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 аписид; 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**

### **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**

### **Параллельное программирование в интерфейсе передачи сообщений MPI**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области высокопроизводительных вычислений в интерфейсе передачи сообщений Message passing interface (MPI). Математические модели изучаемых процессов, сведения о которых дополняют ряд общих курсов, читаемых в МФТИ, составляют основу математического моделирования практических задач в экономике, с которыми приходится сталкиваться в процессе обучения и дальнейшей работы в академических институтах и ведомственных научных организациях соответствующего профиля.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование необходимых знаний из области параллельных вычислений;
- обучение студентов принципам использования параллельных вычислений в математическом моделировании в экономике;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области параллельных вычислений в математическом моделировании современных задач экономики 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;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия высокотехнологических вычислений;
- 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. MPI коллективный обмен сообщениями.

Основы коллективного обмена сообщениями.

2. MPI попарный обмен сообщениями.

Основные представления о попарном обмене сообщениями в MPI.

3. Основы программирования в Message Passing Interface (MPI).

Основные виды и формы записи программ.

4. Производные типы данных MPI.

Основные понятия и закономерности для производных типов данных.

5. Управление группами и коммутаторами в MPI.

Основные представления об управлении группами и коммутаторами в MPI.

6. Устойчивые запросы связи (постоянная коммуникация).

Устойчивые запросы связи.

## **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 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 машинному обучению**

#### **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) Хасти-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 Тригга-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**

### **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 объемов.

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. Трехмерная визуализация (GMV, ParaView): визуализация расчетной области, изоповерхность, изообъем, трехмерное 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**

### **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 силовый 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 потоотделения) 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

### Прикладной комбинаторный анализ

#### Цель дисциплины:

Изучение методов и технологий, применяющиеся в интеллектуальном анализе данных (ИАД, data mining) и базирующиеся на понятиях комбинаторного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний об основных понятиях и методах комбинаторного анализа;
- освоение подходов для всех задач ИАД связанных с комбинаторным анализом, иллюстрирующих основные положения теоретического курса.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы комбинаторного анализа;
- основные области применения этих методов.

##### уметь:

- применять методы и технологии комбинаторного анализа к решению задач анализа данных.

##### 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 методов комбинаторного анализа.

## Темы и разделы курса:

### 1. Вероятностные методы в комбинаторном анализе

- a. Энтропийные методы
- b. Метод случайного баланса
- c. Алгоритмы класса Монте-Карло
- d. Лас-Вегас-алгоритмы

### 2. Задачи реконструкции слов по фрагментам

- a. Реконструкция по подсловам
- b. Реконструкция по подпоследовательностям
- c. Случай длинных фрагментов
- d. Случай коротких фрагментов
- e. Ультраметрики и неархимедовы нормирования

### 3. Комбинаторика слов

- a. Слова Штурма
- b. Периодичность
- c. Коды
- d. Сложность
- e. Перечисление слов и теорема Фробениуса

### 4. Комбинаторный анализ на частично упорядоченных множествах

- a. Частично упорядоченные множества
- b. Решетки
- c. Обращение Мебиуса
- d. Матроиды. Теорема Радо – Эдмондса

### 5. Производящие функции

- a. Формальные ряды
- b. Коэффициенты и вычеты
- c. Последовательность Фибоначчи
- d. Числа Бернулли, Кравчука, Стирлинга

6. Экстремальные задачи о графах

- a. Теорема Турнера. Теорема Шпернера
- b. Запрещенные подграфы
- c. Теория Рамсея
- d. Теорема Кирхгофа о числе остовов графа

7. Экстремальные задачи о разбиениях чисел

- a. Разбиения чисел
- b. Вложимость разбиений
- c. Принцип полного размещения
- d. Вложимость с ограничениями
- e. Взвешивания

## **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-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  $\epsilon$ -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: L1, L2, 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 связанных 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 промышленности

## **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 выдвижных 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 среднечеловеческого 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**

### **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 объема 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 Буннова-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 Буннова-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 краевым 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 Именованное, 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 Кэширование

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**

### **Профессиональный английский язык для делового общения**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения профессионального английского языка в бакалавриате МФТИ заключается в формировании профессионально-ориентированных компетенций на уровне C1, а также в развитии навыков использования делового английского языка.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате обучения по программе «Английский для делового общения» слушатель овладевает компетенциями в устной и письменной речи:

- лингвистическая компетенция: выражение своих мыслей с использованием приобретенного словаря без затруднения;
- социокультурная компетенция: умение поддержать беседу с партнером, базируясь на правилах страны изучаемого языка;
- социальная компетенция: умение вести спонтанную дискуссию с деловым партнером;
- дискурсивная компетенция: умение спонтанно делать мини-презентацию по предложенной теме;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание и употребление основной терминологии специальности;
- компенсаторная компетенция: умение использовать добавочные и/или синонимичные речевые средства при возникновении коммуникативного затруднения;
- прагматическая компетенция: умение ориентироваться в языковой среде и, следовательно, выбирать уместный способ выражения мысли.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основную терминологию сфер бизнеса и экономики;

- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки;
- способы и приемы влияния на делового партнера посредством языковых навыков;
- основные различия письменной и устной речи;
- основные грамматические структуры устной и письменной речи;
- способы сбора, обобщения, обработки и интерпретации информации, необходимой для формирования суждений по соответствующим проблемам в сфере коммуникации и путей их разрешения;
- основные направления, виды и объекты профессиональной деятельности.

**уметь:**

- Вести спонтанную дискуссию;
- поддержать беседу на заданную тему;
- выражать свои мысли с минимальным количеством ошибок;
- извлекать необходимую информацию из оригинального текста по проблемам экономики и бизнеса;
- понимать аутентичную речь (реклама продукта/компании, телефонные разговоры, монологическая речь и т.д.);
- соотносить монологическую речь с информацией, данной на бумаге;
- использовать полученную информацию в видоизмененном контексте;
- осуществлять перевод бизнес-литературы с иностранного английского.

**владеть:**

- Различными приемами запоминания материала;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- способностью к постановке целей и выбору путей их достижения;
- навыками подготовки, написания и произнесения устных сообщений;
- навыками подготовки и оформления бизнес обзоров и отчетов;
- навыками и приемами формирования и управления рабочими группами в процессе анализа бизнес ситуаций и ролевых игр.

**Темы и разделы курса:**

1. Первое впечатление

Важность изучения раздела очевидна, поскольку первое впечатление – это именно то, что играет решающую роль для положительного исхода собеседования, презентации, переговоров, работы с клиентом.

Коммуникативные задачи: презентация продукта, услуги, концепции построения взаимовыгодных отношений с зарубежными партнерами. В разделе рассматриваются разнообразные техники предъявления презентации. Подробно изучаются такие ее части, как «вопрос-ответ», «язык тела», «привлечение внимания» и т.д.

Лексика: изучение лексической составляющей заключается в активном и постоянном пополнении словаря по теме «Презентация». Основной акцент делается на ознакомление с наречиями времени, места, степени.

Грамматика: question forms, word-formation.

Письмо: написать ответ на официальное приглашение.

## 2. Бизнес тренинги

Основная задача – приобретение и отработка навыков ведения и участия в интервью. В курс включены задания на понимание основной идеи высказывания в обстановке формального общения разного рода – собеседование, опрос, спор.

Коммуникативные задачи: вычленение опорных синтаксических единиц, помогающих объяснить точку зрения, убедить собеседника, уточнить детали. Работа над текстом с партнером: сравнение выбранных абзацев, несущих основную смысловую нагрузку.

Лексика: задания и упражнения на словообразование, а также на использование составных глаголов.

Грамматика: Relative Clauses.

Письмо: написать электронное письмо зарубежному партнеру.

## 3. Энергия

В данном разделе обучающимся предлагается подробное изучение основных источников энергии, предпочтительных для компаний и физических лиц. Студенты ознакомятся с идеями о типах энергии будущего, их плюсах и минусах.

Коммуникативные задачи: решение проблем разного толка. Раздел предлагает разнообразные стратегии решения проблем таких как: увольнение работника, нехватка средств, закрытие или банкротство компании.

Лексика: упражнения, предлагающие задания на отработку делового словаря, применимого для устного и письменного обсуждения сложившейся критической ситуации. Изучение вводных выражений, а также слов-связок.

Грамматика: making suggestions.

Письмо: написать отчет, объясняющий суть проблемы и способы ее решения.

## 4. Маркетинг

Изучение принципов поведения и общения с клиентом. Обсуждение приемов и методов участия в переговорных процессах. Работа с аутентичными текстами, описывающими примеры успешных переговоров.

Коммуникативные задачи: изучение некоторых существующих типов переговоров, в зависимости от числа участников, уровня, важности, а также предмета обсуждения. Составление маркетинговой кампании.

Лексика: упражнения на отработку необходимого лексического минимума для переговорного процесса. Изучение устойчивых выражений – глагол-предлог, существительное-предлог.

Грамматика: придаточные предложения.

Письмо: написать электронное письмо с предложением разрешения конфликта.

## 5. Занятость

Постоянное и системное использование аутентичной речи носителей. К основным типам заданий относятся: соотнесение говорящего с высказыванием; определение цели высказывания; узнавание акцента; передача основной темы высказанного; передача детальной информации прослушанного.

Коммуникативные задачи: умение разрешить конфликт в компании. Работа с партнером по обсуждению руководства и управления компании или одного из отделов. Восприятие речи на слух. Разыгрывание диалогов по теме «работа будущего».

Лексика: лексические особенности высказывания. Выполнение упражнений на изменение формы слова; заполнение пропусков; соотнесение синонимов; корректное использование предлогов и частиц.

Грамматика: инверсия.

Письмо: написать электронное письмо коллеге.

## 6. Бизнес этика

Задания данного раздела делают акцент на восприятии и понимании интонации говорящего. Предлагаемые упражнения помогут студентам корректно выбрать стиль общения, что важно в деловой среде.

Коммуникативные задачи: соотнести время место диалога; предположить должность говорящего; предсказать ситуацию диалога по первым высказываниям; порассуждать о возможном разрешении проблемы, поставленной в диалоге.

Лексика: упражнения на заполнение пропусков по теме «Корпоративная ответственность». Лексический минимум, необходимый для ведения совещаний, либо участия в них.

Грамматика: эмфаза.

Письмо: написать протокол совещания.

## 7. Финансы

Подготовка мини-презентаций: формат презентаций и лексическое наполнение. Существующие на сегодняшний день виды финансовой отчетности компании.

Коммуникативные задачи: формирование навыков привлечения внимания аудитории, оформления слайдов, логичное использование изученного материала, применение методов активного влияния на аудиторию. Активное вовлечение студента в процесс высказывания достигается постоянными заданиями на говорение: аргументировать мнение;

прокомментировать высказывание партнера; оппонировать партнеру; согласиться с партнером и т.д.

Лексика: отработка активного словаря с помощью упражнений на словообразование и заполнение пропусков. Изучение терминологии по теме «Тренд».

Грамматика: means of expressing future.

Письмо: написать скрипт презентации.

## 8. Бизнес консультанты

Данный раздел требует самостоятельной работы студентов. Предлагается изучить конфликтные ситуации различных компаний и способы их разрешения. Основными видами работ рассматриваются работа в парах и группах. Для отработки навыков быстрого реагирования на высказывание используются регулярные задания «вопрос-ответ», «высказывание-реплика» и т.д. Возможно сопряжение с разделом «Аудирование».

Коммуникативные задачи: обсуждение цен на товары компании. Привлечение лексических единиц, передающих цифровую информацию вербально.

Лексика: изучения префиксов и суффиксов, образующих отрицательные слова. Использование неформального английского, уместного в деловом английском. Определение цели высказывания по ключевым словам.

Грамматика: сослагательное наклонение.

Письмо: написание тезисов; рекомендательного заключения консультанта.

## 9. Стратегия

Определение стратегии развития компании, продвижения продукта, личностного роста. Рациональное целеполагание и стратегическое мышление.

Коммуникативные задачи: отработка навыков спонтанного высказывания. Обсуждение истории успешных компаний на международной арене, изучение факторов, таких как инновация, корпоративная этика, ценовая политика, отношение к персоналу.

Лексика: использование лексики, необходимой для ведения диалога, обмена мнениями, возражения, согласия.

Грамматика: вопросительные предложения.

Письмо: описать компанию по предложенным критериям.

## 10. Онлайн бизнес

Студентам предлагается обсудить будущее бизнеса в интернет пространстве, сопоставить его с уже имеющимися сегодня технологиями.

Коммуникативные задачи: отработка навыков спонтанного реагирования на вопрос или высказывание из зала во время презентации. Работа в парах: мини-презентации.

Лексика: использование метафор и усилительных конструкций.

Грамматика: эмфаза.

Письмо: написать отчет о предложениях решения проблемы после анализа.

## 11. Новое в бизнесе

В разделе рассматриваются возможности ведения предпринимательской деятельности. Студентам предлагаются рекомендации по основанию собственного бизнеса с привлечением внешнего капитала.

Коммуникативные задачи: уместное использование фраз-клише, устойчивых выражений, принятых в бизнес сообществе при обсуждении условий договора, контракта. Работа в малых группах: разыгрывание диалогов «спонсор-предприниматель», «инвестор-владелец компании».

Лексика: лексические выражения – совет, рекомендация.

Письмо: написать письмо-предложение по развитию компании.

## 12. Менеджмент проекта

Раздел затрагивает ключевые факторы, влияющие на успешное развитие проекта. Изучаются такие понятия, как делегирование полномочий, распределение обязанностей, отчетность.

Коммуникативные задачи: ведение телеконференции. Работа в парах или малых группах – разработка собственного проекта с учетом уже изученных принципов и стратегий.

Лексика: классификация слов и выражений по принципу формальности.

Грамматика: модальность.

Письмо: написать отчет.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Профессиональный английский язык: академическое письмо**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины является формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне B2/C1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) с акцентом на письменную речь. Интегрированный подход к преподаванию означает грамотное обучение студента основам академической письменной речи, сути научного исследования и подготовку к написанию статей профессиональной направленности на английском языке. Результатом курса становится интегрирование студента в международное научное пространство, необходимым условием которого становится владение студентом академическим английским языком в его письменной составляющей.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции заключаются в последовательном овладении студентами совокупностью лингвистической, компенсаторной, межкультурной, общеучебной, дискурсивной, стратегической, социальной и социокультурной субкомпетенций с акцентом на:

- развитие и совершенствование навыков письменной академической речи;
- знание англоязычной культурной ситуации письма;
- формирование способности использовать языковые средства для достижения коммуникативных целей в конкретной ситуации общения в академической сфере на изучаемом иностранном языке;
- формирование навыков и умений критического мышления при решении проблемных коммуникативных задач.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историческое и современное состояние англоязычного академического письма;

– международные нормы и требования, предъявляемые к научному тексту.

**уметь:**

- Композиционно четко, аргументированно и стилистически грамотно выстраивать научное исследование;
- выдвигать собственную гипотезу, формулировать тезис, подводя читателя к необходимым и обоснованным выводам;
- читать научные тексты критически, отделяя главное от второстепенного, избегая плагиата.

**владеть:**

- Основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста (введение, основная часть, заключение), сверхфразовыми единствами, предложениями;
- лексико-грамматическими нормами английского языка как языка науки;
- навыками объективной оценки как своего, так и чужого академического текста.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс. Академическое письмо в высших учебных заведениях Европы, Америки и России: история и современное состояние.

Коммуникативные задачи: провести презентацию нового курса академического письма в МФТИ. Провести беседу в форме свободного общения на тему: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»»

Лексика: страноведческие понятия (WAC, WID, capstone course, WI class), знакомящие с ситуацией в западных университетах.

Чтение: понимание текста на заданную тематику и чтение предложенных материалов по выбору.

Говорение: диалог-обмен мнениями о сходстве и различиях предмета академического письма в высших учебных заведениях России и западных стран.

Письмо: эссе-ответ на заданную тему.

Умения: рефлексивные - умение ответить на вопрос: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»»; исследовательские - умение отобрать информацию, отвечающую на вопрос о предмете академического письма в высших учебных заведениях западных стран.

2. Процесс исследования как научная деятельность и творчество



Понятие «языков науки» (“languages of science” – С.Дариан). Гипотеза и эксперимент. Сравнение. Определение. Классификация. Числовые обозначения как активный компонент языка науки.

Коммуникативные задачи: стимулировать активное участие студентов в обсуждении великих гипотез прошлого и настоящего и интересных экспериментов. Провести научный семинар с ведущим специалистом МФТИ – кандидатом или доктором ф-м. наук на тему: «От гипотезы – через эксперимент – к результату».

Лексика: глаголы, используемые при проведении эксперимента и его описании: (design, devise, create, conduct, run, do, perform, replicate, repeat, confirm, etc). Примеры хеджирования (probably, likely, as far as we know). Обозначения скалярных и нескалярных величин.

Грамматика: синтаксические схемы языков науки, риторические вопросы, степени сравнения прилагательных.

Чтение: использование стратегий ознакомительного чтения с целью выведения умозаключений о сходствах и различиях аргументации в родной и иноязычной культурах. Использование стратегий изучающего чтения с целью извлечения информации из научного текста о языках науки и их лексико-грамматических составляющих.

Говорение: обсуждение процесса научного поиска - великие гипотезы прошлого и интересные эксперименты прошлого и настоящего.

Письмо: проверочная работа №1 на закрепление навыков языков науки.

Умения: мыслительные - выявить особенности естественнонаучного исследования, умение распознать языки науки в текстах; исследовательские - умение видеть проблему, умение давать определение понятиям, умение классифицировать понятия и выстраивать аналогии, умение устанавливать причинно-следственные связи, умение выдвигать гипотезу, умение понимать методы научного исследования, умение выявлять вопросы и проблемы, которые могут быть решены с помощью научных методов, умение делать выводы и умозаключения; коммуникативные - умение понимать и интерпретировать различные точки зрения, умение аргументированно отстаивать точку зрения, умение вести дискуссию; презентационные - умение рассказать о своем исследовательском проекте в формате презентации.

### 3. Основные требования к письменному продукту научной деятельности

Логика научного текста в англоязычной практике: когезия и когерентность. Развитие тезиса через цепочку последовательных аргументов. Абзац, структура абзаца, заглавное предложение.

Коммуникативные задачи: прочитать, проанализировать и сделать критический обзор (индивидуально) научных статей из англоязычных журналов “Nature”, “Science”, “Scientific American”. Подобрать цепочку аргументов к предложенному тезису. Провести конкурс на лучший (логично структурированный) абзац по заглавным предложениям.

Лексика: текстовые дискурсивные маркеры и их роль (however, thus, therefore, then, so). Различные функции дискурсивных маркеров: введение дополнительной информации (moreover, in addition, furthermore, besides), сравнение и контраст (whereas, on the other hand, although), объяснение (because, since, in fact), причинно-следственные отношения (owing to, due to, as a result of, consequently).

Грамматика: сложноподчиненные предложения типа since-then.

Чтение: использование стратегий изучающего чтения с целью анализа средств создания связности текста.

Письмо: письмо продуктивное (логично структурированный абзац по заглавным предложениям).

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности логики аргументации в разножанровых текстах, проследить развитие тезиса через цепочку аргументов; речевые - понимать текстовые дискурсивные маркеры и их роль в предложении, умение использовать дискурсивные маркеры в тексте; коммуникативные - умение выстраивать мысли в семантическом и структурном единстве абзаца; межкультурные - выявить различия выстраивания логики аргументации в английском и русском языке и соответственно различное членение на абзацы.

#### 4. Лексико-грамматические средства создания научного текста

Своеобразие научной лексики: хеджирование, метадискурс, использование когнитивов. Коммуникативная четкость, реализуемая в цепочечной напряженности (номинализация) и динамическом синтаксисе (тема-рематическое членение предложения). Порядок слов. Типы синтаксической связи. Особенности пунктуации и механики. Типичные ошибки русскоговорящих при создании и подготовке к печати письменных работ академического характера (статей, диссертации и т.д.).

Коммуникативные задачи: обсудить и оценить самый грамотный перевод многословных цепочек. Выбрать предложения с наиболее коммуникативно актуальным порядком слов (взаимная проверка).

Лексика: наиболее употребительные в научной практике глаголы познания (когнитивы) - observe, demonstrate, find, tell, point out.

Грамматика: группа подлежащего - атрибутивные словосочетания. Отложенное подлежащее. Группа сказуемого: пассивный залог. Информационная роль порядка слов.

Чтение: использование стратегий изучающего и просмотрового текста с целью выявления и анализа моделей метадискурса, хеджирования и типов синтаксической связи.

Говорение: обсуждение типичных ошибок русскоязычных студентов на примерах работ своих одноклассников – взаимная проверка (peer review). Диалогическое и полилогическое обсуждение синтаксически эффективных конструкций с наиболее коммуникативно актуальным порядком слов.

Письмо: задания на формирование умений и навыков грамотного письма.

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности лексико-грамматических средств создания англоязычного научного текста; исследовательские - умение находить метадискурсивные маркеры в тексте, умение видеть номинативные цепочки в тексте, умение распознавать типы тема-рематической организации информации в тексте, умение анализировать синтаксис с точки зрения информационной роли порядка слов; речевые - умение переводить номинативные цепочки на русский язык, умение в меру использовать хеджирование в научной речи; коммуникативные - умение применять метадискурсивные конструкции в тексте для коммуникации с читателем, умение использовать информационный потенциал английского синтаксиса; межкультурные - способность

соотносить свою собственную и иноязычную культуру и видеть типичные ошибки носителей русского языка.

#### 5. Работа с чужим текстом: цитирование, перефразирование, реферирование

Примеры различных стилей оформления результатов научного исследования: Оксфорд, Гарвард, Ванкувер. Понятие «Жанр в науке». Когнитивные жанры: аннотированная библиография. Реферат.

Коммуникативные задачи: выделить в статье современного американского ученого-астрофизика (журнал “Classical and Quantum Gravity”) различные способы работы с чужим текстом. Назвать ученых прошлого и настоящего, на авторитет которых ссылается автор, сферу их деятельности и роль в науке. Определить научный стиль данной статьи.

Лексика: глаголы, вводящие цитату - X states, puts forward, maintains, believes, disagrees, claims, argues, etc.

Грамматика: историческое настоящее - понятие и примеры. Пунктуационные правила при цитировании.

Чтение: использование стратегий изучающего и просмотрочного чтения статьи с целью выделения различных способов работы с чужим текстом.

Говорение: обсудить различные способы работы с чужим текстом.

Письмо: составление библиографического списка по исследуемой проблеме и оформление его в соответствии с правилами, принятыми в иноязычной культуре (выбрать один стиль, наиболее распространенный в данной отрасли науки).

Смысловая компрессия научного текста: реферирование.

Умения: мыследеятельностные - выявить различные способы манифестации чужой речи в тексте, понять многообразие термина «стиль», познакомиться с понятием «жанр» в науке; исследовательские - умение запросить недостающую информацию у эксперта, умение составить план поиска материала, умение систематизировать материал, анализировать и обобщать его; коммуникативные - владение методами аналитико-синтетической переработки информации и составление аннотированной библиографии и реферата.

#### 6. Социальные жанры в современной научной литературе

Научная рецензия и ее типы. Научно-исследовательская статья. Аннотация. Все более возрастающая в современном мире роль жанров научной популяризации: мини-обзор. Репортаж.

Коммуникативные задачи: подвести итог конкурса на лучшую рецензию. Написать и обсудить краткую аннотацию (не более 7-8 предложений) к предложенной статье.

Лексика: взаимный обмен и обогащение примерами лексики из индивидуальной сферы деятельности каждого магистранта.

Грамматика: видовременные формы глагола в разных структурных частях научно-исследовательской статьи. Придаточные с that-clause.

Чтение статей разных жанров: научной рецензии, научно-исследовательской статьи, мини-обзора, аннотации с целью выявления разнообразия жанров.

Говорение: участие в проекте-конкурсе на лучшую научную рецензию.

Письмо: писать научную рецензию и аннотацию (продуктивное письмо).

Умения: мыслительные - выявить сходства и различия структурных и речевых средств различных социальных жанров, понимать риторическую составляющую текста разных жанров; исследовательские - умение найти материал для статьи, структурно организовать его в соответствии с жанром и стилем; коммуникативные - обрабатывать и представлять данные в различных форматах с учетом адресата.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Распознавание визуальных и аудио документов**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение современных методов построения распознающих систем и систем интеллектуальной обработки больших информационных массивов.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение способов компьютерного представления визуальной и аудио информации; овладение методами обработки, анализа и извлечения содержательной информации из оцифрованного графического или звукового сигнала с применением аппарата и методологии теории распознавания.
- 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:**

- основные методы и понятия, применяемые при решении задач классификации и в статистических подходах к обработке текста, 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. Предварительная обработка входного сигнала. Сегментация сигнала и выделение границ объектов.

Примеры визуальных и аудио-документов. Постановка задачи распознавания как задачи автоматического выделения и классификации целевых объектов. Примеры прикладных областей, использующих системы распознавания визуальных и аудио-документов.

Представление визуального и аудио сигнала. Графический образ. Типы изображений. Серые изображения. Улучшение изображений. Сглаживание с сохранением границ. Подавление шума. Морфологические операции. Алгоритм Ван Херка.

Цветные изображения. Принципы цветного зрения. Системы цветовых координат RGB, CMY, CMYK, HSI. Улучшение цветных изображений. Сокращение количества цветов (цветоредукция). Методы квантования и кластеризации в цветовом пространстве.

Частотный анализ и фильтрация сигнала. Фурье-анализ. Вейвлет-анализ.

Сжатие изображений. Алгоритмы RLE, Huffman, LZW, JPEG, CCITT Fax 4, DjVu.

Сегментация. Дифференцирование изображения. Выделение границ. Замыкание границ. Алгоритмы поиска кратчайшего пути. Алгоритм Дейкстры. A\*-search. Метод водоразделов. Методики слияния областей, разрезания областей, соревнования областей.

Преобразование цветных и серых изображений к черно-белым (бинаризация изображений). Методы глобальной, локальной и адаптивной бинаризации. Метод K-средних для двух классов объектов. Метод Отсу. Метод Ниблэка.

Анализ черно-белых изображений. Выделение компонент связности и контуров. Выделение объектов предопределенной формы. Преобразование расстояний. Преобразование Хафа. Выделение линейных объектов. Векторизация. Алгоритм Зиг-Заг.

Анализ изображений текстовых документов. Определение угла наклона страницы. Выделение графических примитивов. Выделение линий. Выделение текстовых фрагментов. Выделение абзацев и колонок текста.

Анализ структурированного документа в контексте предопределенного шаблона. Идентификация шаблона документа. Соотнесение элементов шаблона и графических примитивов. Выделение информационно-значимых частей документа (полей ввода).

## 2. Классификация объектов.

Геометрические методы. Линейные решающие функции. Классификация объектов с помощью функций расстояния. Виды метрик и мер сходства. Расстояние Махаланобиса. Структуры данных, обеспечивающие быстрый поиск ближайших соседей. K-D деревья. V-R деревья.

Распознавание без учителя. Методы выделения кластеров. Метод K- средних. Метод попарного слияния ближайших кластеров (PNN). Метод замыкания ближайших элементов. Построение и использование для кластеризации минимальных остовных деревьев.

Выбор признакового пространства. Способы генерации и отбора признаков.

Статистические методы распознавания. Байесовский подход. Функция правдоподобия. Отношение правдоподобия.

Обучаемые классификаторы образов. Итеративные алгоритмы разделения гиперплоскостями. Случай линейно разделимых классов. Алгоритм корректирующих приращений. Случай линейно неразделимых классов. Алгоритм корректирования, минимизирующий среднеквадратичную ошибку. Искусственные нейронные сети. Сети прямого распространения (feed forward). Алгоритм обучения методом обратного распространения ошибки. RBF сети. Обучающая выборка. Тестовая выборка. Критерий останова обучения.

Структурные (синтаксические) методы распознавания. Синтаксическое описание объектов. Стохастические грамматики.

## 3. Интерпретация результатов классификации объектов в контексте ограничений предметной области.

Лингвистические ограничения. Словари. N-граммы. Переоценка результатов распознавания отдельных объектов с учетом априорных вероятностей цепочек объектов.

Распознавание под управлением контекста. Скрытые Марковские модели (НММ). Алгоритм Витерби. Алгоритм обучения Баум-Велча.

Интерпретация результатов распознавания структурированного документа в контексте шаблона документа.

## **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**

### **Русский язык как иностранный**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Русский язык как иностранный (уровень В2)» является формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач на русском языке в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать языковые единицы на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;

- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции России;
- достижения, открытия, события из области русской науки, культуры, политики, социальной жизни;
- фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности русского языка и его отличие от родного языка;
- лексику разных языковых регистров (около 6 тыс. слов);
- основные фонетические, лексические, словообразовательные, морфологические и синтаксические нормы русского языка;
- особенности основных типов и жанров письменной и устной речи;
- особенности русского речевого этикета;
- основы культуры речи.

#### **уметь:**

- Понимать на слух содержание законченного по смыслу аудиотекста, в котором используются в основном эксплицитные способы выражения содержания, а допустимые имплицитные формы отличаются высокой частотностью и стандартностью моделей продуцирования смысла;
- достигать необходимых уровней понимания в различных сферах и ситуациях общения в соответствии с заданными параметрами социальных и поведенческих характеристик общения;
- понимать тематическое содержание в полном объёме, а также наиболее функционально значимую смысловую информацию, отражающую намерения говорящего;
- понимать семантику отдельных фрагментов текста и ключевых единиц, определяющих особенности развития тематического содержания;
- понимать основные социально-поведенческие характеристики говорящего;
- понимать цели и мотивы говорящего, характер его отношения к предмету речи и реципиенту, выраженные в аудиотексте эксплицитно;

- достигать определенных целей коммуникации в различных сферах общения с учетом социальных и поведенческих ролей в диалогической и монологической формах речи;
- организовывать речь в форме диалога, быть инициатором диалога-расспроса, используя развитую тактику речевого общения (начинать и заканчивать разговор в ситуациях различной степени сложности, вербально выражать коммуникативную задачу, уточнять детали сообщения собеседника);
- продуцировать монологические высказывания, содержащие: описание конкретных и абстрактных объектов; повествование об актуальных для говорящего событиях во всех видовременных планах; рассуждения на актуальные для говорящего темы, содержащие выражение мнения, аргументацию с элементами оценки, выводы;
- достигать цели коммуникации в ситуации свободной беседы, где роль инициатора общения принадлежит собеседнику и где необходимо умение реализовать тактику речевого поведения, характерную для неподготовленного общения в рамках свободной беседы (преимущественно на социально-культурные темы);
- репродуцировать письменный и аудиотексты, демонстрируя умение выделять основную информацию, производить компрессию путем исключения второстепенной информации;
- продуцировать письменный текст, относящийся к официально-деловой сфере общения (заявление, объяснительная записка, доверенность, рекомендация и т.д.);
- продуцировать письменный текст, относящийся к публицистической сфере общения (заметка, статья, отзыв);
- продуцировать письменный текст, относящийся к научно-учебной сфере общения (аннотация, реферат, учебное эссе);
- осуществлять дистантное письменное общение, вести записи на основе увиденного и прочитанного с элементами количественной и качественной характеристики, оценки, с использованием типизированных композиционных компонентов (введение, развертывание темы, заключение);
- 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 В2;
- 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.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Я учусь в России. Мой университет.**

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: «Система образования», «Науки и научные отрасли», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставками)». 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. Человек и общество: семья, друзья, учителя, коллеги, выдающиеся личности**

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: «Характер человека», «Сферы общественной жизни», «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 (лекарство от гриппа), 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. Физика: простое и сложное в природе Язык науки. Научный стиль речи: термины, определение, классификация.

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: «Глаголы, выражающие интеллектуальное отношение к факту», «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.

Фонетика: особенности и функции русской интонации (научный стиль речи).

4. Что такое культура? Культура личности и национальная культура. Национальные праздники и традиции. Новый год – главный праздник России. Речевой этикет в разных сферах общения.

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: «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).

Фонетика: особенности и функции русской интонации.

5. «Закаляйся, если хочешь быть здоров!». Здоровье. Медицина. Безопасность. Здоровье человека и его социальная успешность. Секреты продуктивности.

Коммуникативные задачи: инициировать и поддерживать разговор на тему здоровья (в поликлинике, вызов врача на дом, в аптеке, в кабинете врача). Выражать интенции утешения, сочувствия, поддержки, удивления, совета. Взять интервью. Написать изложение со сменой лица повествования. Написать объяснительную записку.

Лексика: «Болезни и симптомы», «Медицинские специальности», «Медикаменты», «Части тела» (повторение и расширение состава ЛСГ). Глаголы движения с приставками.

Грамматика: спряжение глаголов болеть<sup>1</sup> и болеть<sup>2</sup> (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).

6. Математика – универсальный язык науки. 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.). «Математические термины и символы», «Геометрические фигуры», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставками)». 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. «Физики и лирики»: наука и искусство – два способа поиска истины. 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 (актуальную, концептуальную информацию и подтекст). Принимать участие в обсуждении художественного произведения: формулировать тему, идею, аргументированно выражать собственное мнение, запрашивать мнение собеседника. Корректно выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную и эмоциональную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: «Этические ценности», «Роды и жанры искусства». Устаревшие слова и неологизмы.

Грамматика: выражение целевых отношений в простом и сложном предложениях. Виды глагола и способы выражения действия (обобщение и систематизация). Употребление полных и кратких прилагательных. Степени сравнения прилагательных и наречий.

Фонетика: выразительные возможности русского ударения и интонации.

8. «До чего дошёл прогресс!»: наука и производство. Новые технологии в разных областях жизни.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии - сообщать и запрашивать информацию о достижениях науки и техники. Высказывать мнение. Выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение,

мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать реферат, эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: «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.

9. Мир, в котором мы живём. Социальные проблемы: город и деревня, столица и провинция, социальное неравенство.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, затруднения с ответом, равнодушия, сочувствия, поддержки, совета (синонимичными речевыми средствами, уместными в различных ситуациях). Выразить 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: «Социальные группы и роли», «Страна», «Город». Глаголы со значением развития. РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости. Синонимы. Паронимы.

Грамматика: использование конструкций с винительным и родительным падежами (я (не) знаю его имя/имени, выпьем чай/чаю/чая). Глагольное управление. Глаголы НСВ и СВ (обобщение).

10. Цивилизация и культура. Россия: между Западом и Востоком. Российское общество в восприятии иностранцев. СМИ и интернет.

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. Выяснить и уточнять позицию собеседника. Делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план. Написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ». Глаголы «жить», «учить», «печатать», «выполнять» 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).

Фонетика: корректировка фонетического акцента. Выразительные возможности интонации (выражение эмоций).

## 11. «Что-то физики в почёте, что-то лирики в загоне...»: выбор профессии

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: «Профессии», «Карьера». РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: предложный падеж с объектным значением (заботиться о детях), 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.

## 12. Язык моей специальности

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.

Фонетика: отработка фонетического чтения научного текста.

## 13. Личность в современном мире. Темп жизни. Работа и отдых. Увлечения, интересы, труд.

Коммуникативные задачи: инициировать обсуждение проблемы, высказывать свою точку зрения, выяснять мнение других участников обсуждения. Расспросить о стране, семье и профессии собеседника. Рассказать о семейных традициях и отношениях. Рассуждать о проблеме отцов и детей. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Составить письменную расширенную автобиографию, резюме. Составить тезисный план статьи. Написать эссе о проблеме семейных ценностей.

Лексика: активизация и расширение ЛСГ «Семья», «Отношения», «Профессии», «Карьера» «Увлечения». Глаголы со значением эмоциональной оценки (восхищаться, поражаться и т.д.). Глаголы «носить», «брать», «ставить», «просить» с разными приставками, речевые стереотипы (РС) согласия, несогласия, выражения собственного мнения, запроса чужого мнения; вводные слова, выражающие отношение к информации.

Грамматика: употребление глаголов на -ся со значением эмоционального состояния. Причастие. Вид глагола (трудные случаи употребления).

Фонетика: логическое (интонационно-смысловое) ударение. Корректировка фонетического акцента.

14. Человек и его личная жизнь. Проблема взаимоотношения поколений: родители и дети. Вопросы любви и брака. Семейные отношения.

Коммуникативные задачи: приветствовать, представляться, представлять кого-либо. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, события и факты биографии. Рассказать о себе, семье, родственниках. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных, семье, стране, городе. Высказать мнение. Выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Составлять письменную автобиографию, резюме.

Лексика: ЛСГ «Семья», «Дом», «Отношения», «Город», «Страна», «Увлечения». Речевые стереотипы (РС) согласия, несогласия, выражения мнения, точки зрения, вежливого прерывания чужой речи. Этикетные формулы приветствия и прощания (все стилевые регистры).

Грамматика: склонение существительных, местоимений и прилагательных в ед. и во мн. числе. Пространственные предлоги. Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции НСВ).

Фонетика: отработка произношения сложных прилагательных и существительных (с дополнительным ударением). Корректировка фонетического акцента.

15. Художественная культура России

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; выражать и выяснять эмоциональную оценку (удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.). Написать эссе описательного типа.

Лексика: ЛСГ «Изобразительное искусство», «Эмоциональное состояние», «Глаголы движения». РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошёл музей за час), направления движения (поезд на Москву). Глаголы движения с приставками. Полные и краткие прилагательные. Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного текста (прозаического и поэтического), Корректировка фонетического акцента.

16. Язык моей специальности

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 разделит 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.

17. Научный прогресс и духовное развитие человечества. Открытия, которые изменили мир. Наука и будущее человечества.

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 «Профессии», «Карьера, успех», Фразеология. Стиливая дифференциация русской лексики.

Грамматика: вид глагола (обобщение). Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

18. Технологии и личность в современном мире

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.).

19. Путешествуем по России. География, экономика, культура.

Коммуникативные задачи: выяснять и сообщать информацию о географических, экономических и культурных особенностях страны. Расспрашивать о впечатлениях, о маршруте, о достопримечательностях. Выразить намерение, просьбу, требование, пожелание, совет различными речевыми средствами. Давать развёрнутое описание достопримечательностей. Выразить интенции благодарности/радости и др. различными языковыми средствами. Написать аннотацию статьи, эссе-описание, описание инфографики.

Лексика: собственные имена – топонимы. ЛСГ «Страна», «Климат», «Город», «Транспорт» (повторение, активизация и расширение состава).

Грамматика: употребление глаголов НСВ и СВ (повторение, трудные случаи), Формы причастий и деепричастий (повторение на материале расширенной лексики). Глаголы движения в переносном значении (не сошлись во взглядах).

## 20. Язык моей специальности

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 развёрнутый 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.

## 21. Культура в современном мире. Весь мир – театр.

Коммуникативные задачи: выражать интенции эмоциональной и рациональной оценки, согласия/несогласия. Инициировать и вести обсуждение, аргументировать своё мнение. Вести электронную переписку. Написать статью (пост) для интернет-ресурса.

Лексика: ЛСГ «Прилагательные со значением интеллектуальной и эмоциональной характеристики», «Театр», «Мода». РС «Согласие/несогласие» (расширение лексической группы). Глаголы смотреть, звонить, положить, увлекаться с разными приставками.

Грамматика: имя существительное - род, склонение, число (повторение и обобщение, трудные случаи употребления). Стилистические функции существительных разных разрядов. Переносное употребление. Правописание корней, приставок, суффиксов и падежных окончаний существительных.

## 22. Поэт в России больше, чем поэт. Роль и место литературы в современном мире.

Коммуникативные задачи: выражать интенции возмущения, сожаления, удивления, затруднения с ответом, согласия, несогласия (различными лексическими способами). Эссе-размышление, официальное письмо-запрос.

Лексика: ЛСГ «Роды и жанры литературы», «Культурные ценности». Глаголы писать, хватать, верить с разными приставками.

Грамматика: имя прилагательное - согласование с существительными, склонение, степени сравнения (повторение и обобщение, трудные случаи употребления). Стилистические функции прилагательных. Правописание приставок (пре-, при-) и суффиксов прилагательных.

## 23. Наука и политика. Учёный и политика.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, политиках, военачальниках, 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 «Политическое устройство», «Внешняя политика», 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.

#### 24. Язык моей специальности

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.

#### 25. Научный прогресс и природа: проблемы экологии. Изменение климата. Глобальное потепление.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано выразить свою точку зрения, выяснять точку зрения других участников. Разными способами выразить 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.

#### 26. «Он сказал: “Поехали!”»: человек в космосе. Освоение космического пространства.

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). Стилиевая 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.

27. Духовное развитие личности. Знания и вера. Наука и религия. Нравственная позиция учёного.

Коммуникативные задачи: инициировать, вести и поддерживать дискуссию. Описывать инфографику (устно и письменно), составить официальное письмо-заявление. Деловое резюме. Написать эссе-комментарий.

Лексика: ЛСГ «Религия». Стиливая дифференциация лексики: особенности книжной лексики и фразеологии.

Грамматика: наречие - разряды, особенности употребления, правописание. Деепричастие - образование, трудные случаи употребления, обособление деепричастий.

28. Наука и служение Отечеству. Гражданская позиция учёного.

Коммуникативные задачи: инициировать, вести и поддерживать дискуссию. Выступать публично с опорой на презентацию (слайды и др. визуальный ряд). Аргументировано выражать свою позицию, разъяснять, пояснять точку зрения. Выяснять и уточнять позицию собеседника. Описывать инфографику. Составить служебную записку. Написать открытое письмо проблемного характера.

Лексика: отличительные особенности научной лексики и фразеологии, закономерности употребления, словообразовательные маркеры. Выразительные средства языка в разных стилях.

Грамматика: служебные части речи (союзы, предлоги, частицы, междометия) - трудные случаи употребления, правописание, знаки препинания.

29. Подготовка к защите выпускной работы. Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы.

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.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы.

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля. Конструкции с несколькими существительными в родительном падеже. Синтаксис и пунктуация простого предложения: тип в простом предложении, предложения с однородными членами.

30. Реферативный обзор и цитирование

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.

### 31. Описание экспериментальной (практической) части работы

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.

### 32. Защита дипломной работы. Искусство презентации.

Коммуникативные задачи: 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: РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос, ответ, внимание).

Грамматика: использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении. Синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

## **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 операционные 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 Российской 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 финансовые инструменты. Акция и облигация. Опционы. Фьючерсы. Форварды. Доходность, ликвидность и риск ценных бумаг. Учет риска в ценных бумагах.  $\square$ - 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 годичная абберации. 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 Стильтьесу) 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 С4И - 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». Реконфигурируемые 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 астродинамики;
- 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

### Спецсеминар по специальности

#### Цель дисциплины:

Научиться точно, ясно, красиво излагать свои и чужие идеи.

#### 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. Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области математического моделирования. Выступления студентов с докладами по результатам своей научной работы.

Краткое ознакомление с докладами последних научных конференций.

Доклады студентов.

## **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 алтернанс. 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 PC. 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 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 ( $\varphi$ ,  $A$ ) 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  $\delta$ -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 электроны. Томсоновское сечение рассеяния и классический радиус электрона. Поляризация рассеянного света. Рассеяние электромагнитных волн на связанном электроны как на осциляторе 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 возмущенных 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 кольцо 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 (невырожденный 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 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 собственных 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 системе 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**

### **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 силовый 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 потоотделения) 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**

### **Философия**

#### **Цель дисциплины:**

приобщить студентов к высшим достижениям мировой философской мысли, дать ясное понимание специфики философии, ознакомить с основными этапами и направлениями ее развития, особенностями современной философии и ее роли в культуре, привить навыки общетеоретического и философского мышления, способствовать формированию и совершенствованию самостоятельного аналитического мышления в сфере гуманитарного знания, овладению принципами рационального философского подхода к информационным процессам и тенденциям в современном обществе.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование системы целостного мировоззрения с естественнонаучными, логико-математическими, философскими и социо-гуманитарными компонентами
- овладение навыками рациональной дискуссии, рационального осмысления и критического анализа теоретического текста
- изучение различных стилей философского мышления, базовых философских категорий и понятий.
- изучение общенаучных и философских методов исследования.

В результате обучения студент:

— должен приобрести теоретические представления об историческом многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения, знания и веры, особенностях познания мира в прежние исторические эпохи и в современном обществе, о системах религиозных, нравственных и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества и в различных культурных традициях.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

Основные разделы и направления, категории и понятия истории философии и философского анализа социальных, научных и общекультурных проблем в объеме, необходимом для профессиональной деятельности и формирования мировоззренческих позиций гражданина.

**уметь:**

Организовывать систему своей деятельности, направленной на решение практических и теоретических задач с учётом историко-культурного и философского контекста их возникновения.

Снимать в своей практической деятельности барьеры узкой специализации, мыслить междисциплинарно, выявлять гносеологические истоки проблем и помещать их в ценностный контекст человеческой культуры.

**владеть:**

Навыками доказательного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики; логическими методами анализа текстов и рассуждений; навыками критического восприятия информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Философия, её предмет и значение. Зарождение философии

Историческое многообразие определений философии. Разделы философии. «Бытие» как философское понятие и онтология как учение о бытии. Гносеология. Этика. Эстетика. Философская антропология. Вопрос о человеке как философская проблема. Человек/индивид /индивидуальность/личность. Человек и социум. Природа человека и его сущность. Человек и его свобода. Проблема смысла жизни. Социальная философия. Человек как социальное существо. Человек в социуме и социум в человеке. Социум как система вне- и надындивидуальных форм, связей и отношений. Человек, общество и государство. Философия истории: субъект истории и ее движущие силы. Личность–общество–история. Направленность истории и ее смысл.

Возникновение философии и предфилософия. Философия и мифология. Специфика философии Древнего Китая и Древней Индии.

Античный мир и генезис древнегреческой философии: социальные и гносеологические предпосылки.

2. Античная философия

Периодизация античной философии. Значение античной философской традиции для развития мировой философской мысли.

Период досократиков. Античный космоцентризм, проблема “архэ”, натурфилософия досократиков. Милетская школа. Пифагор и пифагорейство. Философские учения Гераклита и элейской школы. Учение Парменида о бытии. Тезис о тождестве бытия и мышления. Древнегреческий атомизм.

Софисты и особенности их философской позиции. Сократ, его место и роль в истории европейской философии. Новая ориентация философии у Сократа. Майевтика Сократа.

Платон, его сочинения, основные принципы философского учения. Онтология Платона: бытие как иерархия эйдосов, мир бытия и мир становления, учение о материи. Антропология и социальная философия Платона. Академия. Значение платонизма.

Энциклопедическая система Аристотеля. Учение Аристотеля о бытии: категориальный анализ сущего. Тройное определение метафизики как науки о первых началах, о сущем как таковом и о божественном. Критика платоновской теории идей. Сущность как предмет философии. Проблема соотношения единичного и общего. Понятия формы и материи, актуального и потенциального. Учение об Уме как форме форм. Эвдемическая этика Аристотеля. Человек как социальное существо. Ликей. Перипатетическая школа.

### 3. Философия Средних веков и эпохи Возрождения

Философия Средних веков, ее периодизация и специфика. Геоцентризм и креационизм. Философия и теология. Отношение к античному философскому наследию. Христианская апологетика.

Средневековая онтология: Бог как абсолютное бытие. Основные темы средневековой философии: вера и разум, антропологические представления, вопрос о свободе воли, спор об универсалиях. Греческая и латинская патристика. Христианская антропология: человек — образ и подобие Бога. Понятие “внутреннего человека”. Понятие “священной истории” в христианстве, эсхатологизм.

Схоластика как философия школ и университетов. Платоническая ориентация ранней схоластики: реализм. Арабская философия, средневековый аристотелизм, латинский аверроизм. Фома Аквинский и его значение. Номинализм. Традиция волюнтаризма в учениях Дунса Скота и Оккама. Поздняя схоластика. Восточнохристианская богословская мысль. Учение св. Григория Паламы об энергиях. Исихазм. Философское знание в Древней Руси.

Антропоцентризм и гуманизм эпохи Возрождения. Специфика философии Ренессанса. Индивидуалистическая трактовка человека в эпоху Ренессанса. Метафизика Николая Кузанского. Флорентийская Академия. Пантеистические идеи Д. Бруно.

Реформация и ее влияние на философский процесс Нового Времени.

### 4. Философский процесс Нового времени

Новоевропейская философия. Критика предшествующей традиции, проблемы “опыта” и “метода”, обоснование проекта современной науки, новации в постановке гносеологических проблем. Эмпиризм: Ф. Бэкон, сенсуализм Т. Гоббса, Д. Локка, Д. Беркли, скептицизм Д. Юма. Традиция рационализма: основные идеи Р. Декарта, Б. Спинозы, Г. Лейбница и др. Место онтологии в философии Нового Времени. Идея субстанции. Механистическая антропология Нового Времени: человек-“тело” и человек-“машина”. Паскаль: человек — „мыслящий тростник“. Социальная философия Нового времени. Основные понятия: идея “естественного права”, теории общественного договора,

принцип разделения властей. Механистическое истолкование общества в “Левиафане” Т. Гоббса (понятие “естественного состояния”).

Эпоха Просвещения и культ разума. Общественно-политические доктрины Просвещения. Идеи Просвещения в Германии: Г. Лессинг, И. Гердер и др. Особенности рецепции просветительских идей в русской философской культуре XVIII в.

#### 5. Немецкая классическая философия

И. Кант как родоначальник немецкой классической философии и создатель трансцендентального идеализма. Основные положения «Критики чистого разума». Учение об антиномиях разума. Этическое учение И. Канта. Понятия автономной и гетерономной этики. Категорический императив. Понятие долга. Определение личности и ее отличие от вещи. Понятие свободы в философии Канта. Послекантовский немецкий идеализм: И. Фихте, Ф. Шеллинг, романтики. Абсолютный идеализм Г. Гегеля.

#### 6. Основные направления и европейской философии XIX века

Основные направления европейской философии XIX века: позитивизм, неокантианство и др. Марксистская теория классового общества.

#### 7. Русская философия XIX-XX веков

Русская философия XIX века. Общественно-политические идеалы славянофилов и западников. Вл. Соловьев, К. Леонтьев и др.

#### 8. Основные проблемы и направления философии XX века и современной философской мысли.

Новые направления в европейской философии в начале XX столетия. Экзистенциализм и его разновидности. Фундаментальная онтология М. Хайдеггера: история европейской философии как “история забвения бытия”. Возвращение к онтологии: русская метафизика, неотомизм и др. Русская философская мысль в XX столетии. Социальная философия И.А. Ильина. Антропологическая проблематика в западно-европейском и русском персонализме. Н.А. Бердяев о социальном неравенстве, аристократии, революции, демократии и анархии. Феноменология. Аналитическая философия. Структурализм. Социально-философская тематика в философской мысли XX столетия. Современные дискуссии в философии сознания. Постмодернизм и его критики. Современная философская проблематика. Проблемы смысла истории, “конца истории” и постистории, мультикультурализма и «столкновения цивилизаций» в современных философских дискуссиях.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Французский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном / письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;



- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **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 иностранного 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 А1;
- 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.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Начинаем изучение французского языка.

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные - имя, возраст, национальность, профессии. Числительные. Сектор и место работы/учебы.

Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные. Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

#### 2. Приезд во франкоговорящую страну.

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

#### 3. Знакомство с городом.

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные 11-1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

#### 4. Жизнь в семье.

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout.

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение *on*.

Фонетика: носовые звуки.

#### 5. Участие в празднике.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику/пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: *le futur proche*, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

#### 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы-клише для написания письма из поездки.

Грамматика: *le passe compose*. Притяжательные прилагательные. Спряжение глаголов 3 группы: *partir, dormir, descendre, recevoir*.

Фонетика: вербальные группы в *passe compose*. Звуки.

#### 7. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д. Сделать покупки в магазине/интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет. Одежда. Средства оплаты. Подарки.

Грамматика: указательные местоимения. Степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: *acheter, payer, vendre*.

Фонетика: пары открытых/закрытых гласных звуков. Сцепление.

#### 8. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то. Начать и вести разговор о работе. Обмениваться смс с друзьями. Написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише, чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения *cod, coi*. Наречия длительности *pendant, depuis*.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

#### 9. Организация досуга.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино/театр, купить билеты, обсудить спектакль/фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui/que, местоимение en, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с en. Звуки.

## 10. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение у. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Французский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **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 иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне A1+ (A2.1);
- 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.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Начинаем изучение французского языка.

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, род занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные: имя, возраст, национальность, профессии; числительные, сектор и место работы или учебы. Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные.

Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

#### 2. Приезд во Францию.

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

#### 3. Город. Ориентирование в городе.

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные от 11 до 1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

#### 4. Семья. Вкусы и интересы.

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout...

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение ON.

Фонетика: носовые звуки.

## 5. Продукты питания. Меню. Традиции.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику, к пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: le futur proche, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

## 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы – клише для написания письма из поездки.

Грамматика: le passe compose, притяжательные прилагательные, спряжение глаголов 3 группы: partir, dormir, descendre, recevoir.

Фонетика: вербальные группы в passe compose. Звуки.

## 7. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д., сделать покупки в магазине, в интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, одежда, средства оплаты, подарки.

Грамматика: указательные местоимения, степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: acheter, payer, vendre.

Фонетика: пары открытых – закрытых гласных звуков. Сцепление.

## 8. Поиск работы.



Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то, начать и вести разговор о работе, обмениваться смс с друзьями, написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения COD, COI. Наречия длительности pendant, depuis.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

## 9. Организация свободного времени.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино, в театр, купить билеты, обсудить спектакль, фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui\que, местоимение EN, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с EN. Звуки.

## 10. Квартал. Дом. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение Y. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## 11. Приглашение друзей.

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки, блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты, фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения-дополнения COD, COI (повторение).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

## 12. Учеба.

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии, система образования во Франции.

Грамматика: le futur и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое "e" в формах будущего времени, носовые звуки.

### 13. Собеседование. Работа.

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо, пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики, профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности\неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

### 14. Средства массовой информации.

Коммуникативные задачи: слушать\читать новости, обсудить, прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование participe passé в роде и числе. Passé immédiat.

Фонетика: произношение форм participe passé.

### 15. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме, рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет\попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

### 16. Досуг студентов.

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль, фильм, кафе, ресторан. Заказать столик, купить\забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе\ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения celle, celles, celui, seux,.Степени сравнения прилагательных (повторение).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

## 17. Решение проблем.

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов\людей, разрешить\запретить что-либо, высказать\написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Французский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей французской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные особенности системы образования Франции;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **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 иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

**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;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- 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 предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

**Темы и разделы курса:****1. Продолжение изучения французского языка**

Коммуникативные задачи: рассказать о себе, представить кого-то, выразить свое мнение.

Лексика: фразы-клише для выражения мнения, портрет, физические и моральные качества человека.

Грамматика: конструкции *c'est – il\elle est, passé composé, imparfait*.

Фонетика: интонация, сцепление, связывание.

**2. Приглашение друзей**

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки. Блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты. Фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения *cod, coi* (повт.).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

**3. Учеба**

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии. Система образования во Франции.

Грамматика: *le futur* и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое e в формах будущего времени, носовые звуки.

#### 4. Поиск работы

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо. Пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики. Профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности/неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

#### 5. Средства массовой информации

Коммуникативные задачи: слушать/читать новости, обсудить/прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование participe passé в роде и числе. Passé immédiat.

Фонетика: произношение форм participe passé.

#### 6. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме. Рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет, попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

#### 7. Досуг студентов

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль/фильм, кафе/ресторан. Заказать столик, купить/забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе/ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения celle, celles, celui, ceux. Степени сравнения прилагательных (повт.).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

#### 8. Решение проблем

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов/людей. Разрешить/запретить что-либо, высказать/написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

#### 9. Знакомство с франкоговорящими странами

Коммуникативные задачи: найти информацию об интересующей стране, рассказать о географическом положении, климате, туристических местах, традициях. Рассказать/написать о своем путешествии.

Лексика: географические термины, климат, пейзаж, обычаи и традиции.

Грамматика: faire + inf., степени сравнения наречий, согласование времен.

Фонетика: произношение групп с наречиями plus/moins.

#### 10. Бытовая кооперация студентов

Коммуникативные задачи: выразить необходимость/отсутствие чего-либо. Договориться с друзьями о распределении обязанностей по содержанию жилья, покупке продуктов, приготовлении еды. Обсудить правила общежития.

Лексика: домашние дела, бытовая лексика. Прилагательные, обозначающие черты характера человека.

Грамматика: придаточные условия, образование наречий, повелительное наклонение глаголов avoir, être, savoir, vouloir.

Фонетика: произношение форм Subjonctif.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Французский язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей французской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные особенности зарубежной системы образования;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **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 иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

**владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне B1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- современными техническими средствами и технологиями получения и обработки информации при изучении иностранного языка.

**Темы и разделы курса:****1. Совершенствование французского языка**

Коммуникативные задачи: развивать и совершенствовать навыки аудирования, чтения и понимания письменных текстов, свободного общения. Структурировать текст, использовать сложные конструкции.

Лексика: слова-коннекторы, фразы-клише для поддержания разговора.

Грамматика: различные регистры речи, синонимы/антонимы.

**2. Работа со средствами массовой информации**

Коммуникативные задачи: понимать газетные/журнальные статьи, выражать свое мнение, комментировать информацию. Написать комментарий в социальных сетях.

Лексика: газетная лексика, политические/экономические термины.

Грамматика: le conditionnel présent. Выражения сомнения, уверенности.

**3. Создание своего образа**

Коммуникативные задачи: давать советы/рекомендации. Рассказать о своем образе жизни, ответить на вопросы интервью. Выразить боязнь, опасения. Подбодрить кого-нибудь.

Лексика: одежда, спорт и здоровье, советы.

Грамматика: le futur antérieur, вопросительные предложения.

**4. Путешествия**

Коммуникативные задачи: подготовиться к путешествию, обсудить детали, решить проблемы во время путешествия.

Лексика: транспорт, автомобиль, знаки дорожного движения, предосторожности в пути, возможные опасности и проблемы и способы их решения.

Грамматика: le plus-que-parfait, le subjonctif passé.

#### 5. Дружба. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: рассказать о своем детстве, описать друзей, их поведение, черты характера, проблемы в отношениях. Рассказать о ссорах, примирениях. Написать дружеское письмо, e-mail.

Лексика: черты характера, манера поведения, фразы-клише для урегулирования спора/ссоры.

Грамматика: согласование времен, le conditionnel passé.

#### 6. Экология. Экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: рассказать об экологии страны, о проблемах, записаться в экологическую ассоциацию, написать статью об актуальных проблемах.

Лексика: экологические термины, инновационные технологии, современное искусство.

Грамматика: придаточные предложения причины, цели, следствия.

#### 7. Работа. Коллектив. Взаимоотношения с коллегами.

Коммуникативные задачи: познакомиться с новым коллективом, рассказать о своей профессиональной карьере, описать рабочее место, профессиональные обязанности.

Лексика: профессии, виды предприятий, CV, трудовой контракт.

Грамматика: сложные относительные местоимения, местоимение dont.

#### 8. Занятия в свободное время. Книги.

Коммуникативные задачи: рассказать о прочитанных книгах, выбрать книгу в магазине, прочитать и понять инструкцию к игре.

Лексика: жанры литературы, известные писатели/поэты, игры.

Грамматика: l'antériorité, la postériorité, la simultanéité, пассивный залог (повт.).

#### 9. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: делать покупки, расспросить про товар, оценить товар, выбрать нужную вещь/услугу, вести банковские операции, договариваться, торговаться.

Лексика: реклама, свойства товаров, покупки, рекламации. Фразы-клише для ведения переговоров.

Грамматика: выражения оценки (si...que, tant...que), выражения ограничений.

#### 10. Участие в социальной жизни

Коммуникативные задачи: участвовать в опросах, комментировать результаты опроса, защищать свое мнение, возражать, предлагать свои проекты.

Лексика: политические термины, фразы-клише для возражений, защиты, предложений.

Грамматика: выражение количества (неопределенные прилагательные/местоимения),  
выражения противопоставления.

## **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

### 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.