

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.05.2023 17:22:00
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa51e1732a7a2

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Анализ данных на Python

Цель дисциплины:

Освоить инструментарий языка и основных научных библиотек Python для анализа экспериментальных данных.

Задачи дисциплины:

- Изучение продвинутых возможностей языка Python 3;
- освоение среды Jupyter;
- освоение инструментария библиотек Pandas, NumPy и других для считывания и обработки данных;
- обучение визуализации данных средствами Matplotlib, Seaborn и других библиотек Python.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Синтаксические конструкции функционального программирования на Python 3;
- синтаксические основы ООП-программирования на Python 3;
- возможности научных библиотек Python по анализу данных.

уметь:

- Работать в среде Jupyter;
- создавать читабельные программы на языке Python в том числе в формате Jupyter Notebook;
- использовать Pandas, Numpy и другие научные библиотеки для анализа данных;
- визуализировать данные и результаты анализа.

владеть:

Инструментарием языка Python и научных библиотек для анализа данных на практике.

Темы и разделы курса:

1. Система контроля версий git

Создание и настройка репозитория. Клонирование репозитория. Подключение к удаленному репозиторию. Создание коммита, синхронизация с удаленным репозиторием. Работа с ветками: создание веток, слияние веток. Разрешение конфликтов. Организация работы в github: issues, projects.

2. Объектно-ориентированное программирование на Python.

Понятие объекта и класса. Парадигмы ООП. SOLID-принципы. Создание структуры взаимодействующих классов. «Магические» методы классов в Python. Статические и классовые методы. Абстрактные классы. Декомпозиция программы на модули. Менеджер контекста. Обработка исключений.

3. Функциональное программирование на Python

Итерируемые объекты. Генераторы и итераторы. Принцип работы for. Объект range. Ключевое слово yield. Генераторы itertools. Сопроцессы. Работа с файлами.

4. Многопоточность в Python

Поток и процесс. Передача данных между потоками при помощи pipe и общей памяти. GIL. Создание процессов и процессов. Асинхронное выполнение потоков. Библиотеки threading, multiprocessing и asyncio.

5. Библиотеки для обработки данных и визуализации

Построение графиков при помощи matplotlib. Настройки стилей оформления графиков. Трехмерные графики, анимация.

Библиотеки numpy, pytorch, для научных вычислений. Создание тензоров и операции над ними. Соединение тензоров, изменение размеров и порядка координат. Модуль numpy.linalg. Граф вычислений.

Работа с базами данных, библиотека sqlite3. Понятие реляционной базы данных. Язык SQL. Написание запросов к базам данных при помощи библиотеки sqlite3.

6. Элементы машинного обучения

Классификация задач машинного обучения. Алгоритмы решения задач обучения с учителем. Линейная регрессия. Алгоритмы классификации: логистическая регрессия, решающие деревья, kNN. Методы кластеризации: k-means, EM, DBSCAN. Методы понижения размерности: PCA, MDS, SNE. Переобучение и регуляризация. Библиотека scikit-learn.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Анализ и визуализация пространственно-распределённых данных

Цель дисциплины:

Формирование навыков и умений систематизировать, анализировать и визуализировать пространственно-распределенные геолого-геофизические данные. Критически оценивать корректность выполненного анализа, выполнять пространственное моделирование и визуализацию данных.

Задачи дисциплины:

- сформировать у студентов представления об особенностях хранения и визуализации разнородной пространственно-распределенной информации;
- познакомить с методами анализа геоданных, представленных в виде растровых изображений и многоточечных объектов;
- научить самостоятельно анализировать пространственно-распределенные данные и визуализировать результаты анализа.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- форматы представления пространственно-распределенных данных и способы их визуализации;
- картографической проекции, типы проекций и искажения на карте;
- понятие вариограмма и коррелограмма;
- методы пространственного анализа геолого-геофизических данных.

уметь:

- считать и визуализировать пространственно-распределенные геоданные;
- корректно выбирать и применять метод анализа пространственно-распределенных данных;
- представлять результаты анализа на уровне, удовлетворяющем требованиям периодических изданий;

- выполнять пространственно моделирование геоданных.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;

- навыками поиска и выбора корректного метода анализа пространственно-распределенных геофизических данных;

- подходами для решения нестандартных задач исследования закономерностей пространственного распределения геолого-геофизической информации.

Темы и разделы курса:

1. Введение в картографию

Типы картографических проекций. Виды искажений на картах. Индикатриса Тиссо.

Типы систем координат.

Разграфка и номенклатура карт.

Привязка графических изображений.

2. Форматы хранения геолого-геофизической информации

Бинарные, текстовые файлы, табличные данные и др. (.TXT, .DAT, .SCV, .XLS(X)).

Растровые, векторные и фрактальные графические изображения.

Шейп-файлы.

3. Визуализация геоданных

Особенности визуализации 1D (скважинных) данных.

Способы визуализации данных площадных 2D наблюдений. Методы интерполяции данных, заданным по регулярным и нерегулярным сеткам. Отличие Grid поверхностей от TIN поверхностей. Выбор оптимального размера ячеек интерполяции.

Способы построения 3D объектов.

Триангуляция Делоне.

4. Методы анализ геоданных, представленных в виде растровых изображений

Статистический анализ. Полный градиент. Энтропия. Анизотропия.

Фильтрация изображений. Линейная фильтрация. Фильтр Гаусса. Сглаживающая фильтрация. Медианная фильтрация.

Деконволюция изображения.

Детектор границ Кэнни.

5. Анализ пространственно-распределенных многоточечных объектов

Стационарность данных, декластеризация данных. Топологическая фильтрация

Детерминистические методы пространственной интерполяции.

Геостатистический анализ.

6. Моделирование пространственной неоднородности

Вероятностное моделирование локальной неопределенности

Стохастическое моделирование пространственной неопределенности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

Английский язык для академических целей

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

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

уметь:

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

владеть:

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

Темы и разделы курса:

1. Society. Community Service

Study skills: Managing work and study.

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

2. Business. Starting on the Path to Success

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

3. Ecology. Food Waste

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

4. Trends. Urban Sprawl

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

5. Skill: Effort or Luck?

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

6. Education. Exam Pressure

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

7. Work. Failing to Succeed. Peer Pressure

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

8. Sociology. Stress Relief Therapy

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

9. Fear of Public Speaking

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

10. Factual Story. Elements of the Plot

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

11. Environment. Solar Power

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

12. Technology. Smart Eye Exam

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

13. A Book Report. Literary Studies

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

14. Work Space. Job Satisfaction

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

15. Designing Solutions

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

16. Neuroscience. Is Your Memory Online?

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

17. The Power of the Written Word

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

18. How Does the Brain Multitask?

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

19. Making a Difference

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

20. Career Trends. Global Graduates

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

21. The Craft of Research Publications

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

Исследовательский вопрос и научная гипотеза.

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

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

22. Mine of Knowledge

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

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

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

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

23. Vocabulary-Building Strategies

Лекция. Noun Phrases. Strategic Language Re-Use.

Dealing with New Words

Стратегии формирования профессионального тезауруса. Методика работы с новыми словами.

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

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

24. Collocation and Corpus Searching

Лекция. Treasure Store. Concordancing. Concept Mapping.

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

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

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

25. Модуль 1.

26. Модуль 2.

27. Модуль 3.

28. Модуль 4.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Английский язык

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

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

уметь:

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

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

владеть:

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

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

Темы и разделы курса:

1. Тема 1. Человек

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

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

2. Тема 2. Прошлое и настоящее

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

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

3. Тема 3. Личностный рост

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

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

4. Тема 4. Окружающий мир

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

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

5. Тема 5. Развлечения и хобби

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

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

6. Тема 6. Мечты и реальность

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

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

7. Тема 7. Путешествия

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

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

8. Тема 8. Социальная жизнь

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

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

9. Тема 1. Образование

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

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

10. Тема 2. Креативность и творчество

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

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

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

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

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

12. Тема 4. Жизненные ценности

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

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Аэрофизика

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по вопросам аэродинамики и физической газодинамики в разработке ракетно-космических систем.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по вопросам аэрогазодинамики в разработке ракетно-космических систем;
- дать студентам базовые знания по истории разработки пилотируемых космических аппаратов с точки зрения аэродинамики и газодинамики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- аэрогазодинамические аспекты разработки ракетно-космической техники;
- основную терминологию прикладной аэродинамики ракетно-космических систем;
- принципы теоретического, экспериментального и вычислительного анализа и моделирования при анализе аэрогазодинамики ракетно-космических систем.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для аэродинамического анализа при разработке элементов аэрокосмической техники;
- производить численные оценки параметров течения у поверхности ракет-носителей (РН) и возвращаемых аппаратов на участке выведения;
- переводить технические задачи на язык аэрогазодинамики;
- осваивать новые прикладные и теоретические области.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;

- навыками освоения и анализа большого объема информации;
- навыками ясной, точной и аргументированной устной речи, формулирования своей точки зрения.

Темы и разделы курса:

1. Вопросы газовой динамики в разработке ракетно-космических систем.

Ракеты-носители. Стартовый участок, истечение струй ДУ. Взаимодействие с преградой и между собой. Аэродинамика участка выведения.

Космические корабли. Спускаемые аппараты. Газодинамика на атмосферном участке полета при возвращении с орбиты. Динамика разреженных газов. Истечение струй ДУ в затопленное пространство и в вакуум.

Космические станции. Факторы космического воздействия на конструкцию станции. Вопросы собственной внешней атмосферы загрязнений поверхности от воздействия струй ДУ.

Типы ракет-носителей, космических кораблей, возвращаемых аппаратов, космических станций (обзор).

Уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Второе начало термодинамики и понятие энтропии. Теплосодержание.

2. Основные уравнения газовой динамики.

Уравнение неразрывности. Уравнение движения. Уравнение сохранения энергии. Уравнение Бернулли. Установившееся течение в трубах. Отличия явлений при сверхзвуковых скоростях от явлений при дозвуковых скоростях. Уравнение для потенциала скорости. Функция тока. Простые примеры потоков сжимаемого газа. Линеаризация уравнений потенциала скоростей.

3. Исследование аэродинамики тел вращения с помощью теории малых возмущений.

Волновое уравнение. Обтекание тонкого конуса при нулевом угле атаки. Обтекание тел вращения при нулевом угле атаки. Обтекание тел вращения при малом угле атаки.

4. Теория ударных волн.

Основные соотношения. Ударная адиабата Гюгонио. Ударная поляра. Скачок энтропии. Структура ударных волн в газах. Схема взаимодействия ударных волн.

5. Плоские сверхзвуковые течения.

Характеристики для плоского потенциального сверхзвукового течения. Обтекание сверхзвуковым потоком выпуклого тупого угла. Линеаризованное сверхзвуковое течение разрежения и сжатия вдоль твердой границы. Волновое сопротивление и подъемная сила крыльев.

6. Конические течения.

Уравнение для потенциала скорости. Обтекание конуса при нулевом угле атаки. Численные методы расчета обтекания конусов.

7. Обтекание тел с отошедшей ударной волной.

Метод интегральных соотношений. Расчет обтекания кругового цилиндра. Численные методы.

8. Особенности гиперзвуковых течений.

Особенности течений идеального газа с большой сверхзвуковой скоростью. Закон подобия при обтекании геометрически подобных тел с очень большой сверхзвуковой скоростью. Оценка величин возмущения при обтекании тонких тел. Закон подобия при обтекании тел с большой сверхзвуковой скоростью

9. Свойства воздуха при высокой температуре.

Термодинамические свойства газа при высоких температурах. Диссоциация. Химические реакции. Ионизация и электронное возбуждение.

10. Теория излучающего газа.

Модели излучения. Типы излучения. Свойства излучающего газа.

11. Вопросы прикладной аэродинамики.

Системы координат, принятые в аэродинамике. Аэродинамические коэффициенты. Аэродинамическое качество. Вопросы устойчивости и управляемости возвращаемых аппаратов при движении в атмосфере Земли. Типы возвращаемых космических аппаратов. Траектории спуска СА "Союз", КК "Буран". Силы и моменты, действующие на СА и КК.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Безопасность жизнедеятельности

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- психологические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности, включающие в себя работу с психологическими угрозами, стрессовыми состояниями и построению безопасной коммуникации с социумом;

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

уметь:

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

владеть:

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

Темы и разделы курса:

1. Введение в безопасность жизнедеятельности

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

2. Добро пожаловать на Физтех

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

3. Психологические угрозы

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

4. Психология стресса

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

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

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

6. Социальные механизмы психологической безопасности

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

леность. Просоциальное поведение. Общественная и волонтерская деятельность, как способ самореализации и компенсации.

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

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

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

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

9. Рациональное питание (диетология, нутрициология)

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

10. Личная гигиена человека

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

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

Молодежная политика государства. Законные и незаконные формы молодежной активности. Участие в деятельности НКО как форма молодежной активности. Гражданское участие в местном самоуправлении. Правовые последствия участия студентов в несанкционированных мероприятиях и незаконных действиях в сети Интернет. Общая характеристика структуры и полномочий правоохранительных органов. Основы безопасного взаимодействия граждан с силовыми структурами.

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

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

13. Финансовая грамотность как основа личной экономической безопасности

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

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

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

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

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

15. Государственная политика РФ в сфере противодействия экстремизму и терроризму

Терроризм как политическое, как социально-экономическое явление, как инструмент достижения определённых политических и экономических целей и террористический акт как конкретное преступление. Исторические, идеологические и организационные аспекты возникновения и развития терроризма как серьёзнейшей угрозы современной цивилизации, экстремизм и терроризм. Социальные, экономические, политические и идеологические черты и особенности современного терроризма.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Бортовой комплекс управления

Цель дисциплины:

- подготовка специалистов к разработке систем бортовых комплексов управления (БКУ) и проектированию их программного обеспечения космических аппаратов, спутников связи и дистанционного зондирования Земли.

Задачи дисциплины:

- изучение принципов построения и методов проектирования бортовых комплексов управления;
- изучение принципов построения бортовых вычислительных систем в составе БКУ, методов и средств проектирования программного обеспечения;
- изучение методов и средств тестирования и отработки программного обеспечения БКУ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- виды КА;
- определение, состав и задачи, решаемые БКУ КА;
- состав и задачи всех составных частей БКУ;
- методы, средства и технологию создания программного обеспечения БКУ;
- особенности и принципы построения бортовой цифровой вычислительной системы (БЦВС) на базе бортовых вычислительных машин (БЦВМ);
- жизненный цикл создания и особенности проектирования программного обеспечения (ПО) БКУ;
- основные положения ГОСТ ЕСПД;
- принципы моделирования бортовых систем БКУ КА;
- методы и средства тестирования и отработки программного обеспечения БКУ;
- языки программирования ПО БКУ.

уметь:

- разработать структуру программного модуля в составе ПО БКУ КА;
- разработать протокол информационно-логического взаимодействия между программными модулями;
- создать математическую модель бортовых систем для отработки и испытаний БКУ и оценить погрешности модели;
- создавать программы-методики испытаний ПО БКУ на наземном стенде отработки.

владеть:

- навыками работы с ГОСТ ЕСПД;
- умением работать на персональном компьютере с текстовыми программами (Word, Excel и т.д.) и программами математического расчета (Math Cad, Mat Lab);
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Типы космических аппаратов и их бортовые системы. Понятие о бортовых комплексах управления (БКУ) и их применение в системах управления реального времени. Применение БКУ для решения задач управления пилотируемыми и непилотируемыми космическими аппаратами (КА).

2. Принципы построения бортовых комплексов управления космических аппаратов.

Основные задачи, решаемые БКУ по управлению бортовыми системами (БС) КА.

Типовая структура, принципы построения, общая характеристика и состав БКУ КА.

Основные особенности и принципы построения БЦВМ, ее элементы. Выбор характеристик БЦВМ.

Проектирование системы управления движением и навигации.

Система управления бортовыми комплексами в составе БКУ КА.

Бортовой радиотехнический комплекс в составе БКУ КА.

3. Проектирование и разработка программного обеспечения (ПО) БКУ КА.

Особенности разработки программного обеспечения БКУ.

Методы проектирования и технология создания ПО БКУ.

Структура ПО БКУ на базе БЦВМ и их особенности. Структура ПО БЦВМ.

Операционные системы реального времени. Программы и процессы. Диспетчеризация процессов. Ресурсы вычислительной системы (ВС).

4. Проектирование и разработка программного обеспечения (ПО) БКУ КА.

Понятие комплекса программ. Структуры программ и данных. Наборы данных. Обмен данными. Файлы, библиотеки, каталоги. Исходные, объектные, загрузочные и абсолютные модули.

Языки программирования, особенности их применения в создании ПО БКУ КА. Системы автоматизации программирования и отладки (САПО), их структура. Применение САПО при создании ПО БКУ НА базе БЦВМ.

5. Моделирование, отработка и испытаний бортовых комплексов управления и его программного обеспечения.

Применение математических моделей бортовых систем в разработке, отработке и испытаниях БКУ. Принципы и правила построения модели. Особенности построения модели БС для операционных систем реального времени. Оценка погрешностей модели БС. Уточнение параметров и структуры модели БС по результатам отработки. Методы моделирования.

Комплексные моделирующие стенды (КМС), наземные комплексы отработки (НКО). Структура КМС и НКО. Отработка и испытания БКУ и его ПО на КМС и НКО. Использование стендов имитационного моделирования на разных этапах жизненного цикла разработки, отработки и сопровождения БКУ КА.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в математический анализ

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

уметь:

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

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

владеть:

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

Темы и разделы курса:

1. Действительные числа

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

2. Пределы последовательностей

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

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

3. Предел и непрерывность функций одной переменной

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

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

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

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

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

4. Производная и ее применение

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

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

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

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

5. Первообразная и неопределенный интеграл

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

6. Дифференциальная геометрия

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

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

7. Комплексные числа

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

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в механику сплошных сред: гидрогазодинамика

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по механике сплошных сред для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля;
- формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области механики сплошных сред;
- научить студентов применять полученные знания для решения прикладных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической механики сплошных сред;
- современные проблемы механики сплошных сред;
- порядки численных величин, характерные для механики твердого деформируемого тела.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Механика жидкости и газа. Введение.

Основные понятия механики сплошных сред: твердое тело, жидкость, газ, плазма. Предмет механики сплошных сред - механика деформируемого твердого тела, механика жидкости, газа и плазмы, механика пористых, вязкоупругих, вязкопластических и сыпучих сред. Полевое описание переменных в механике сплошных сред.

2. Математический аппарат механики сплошных сред.

Понятие о тензоре. Определение и свойства тензоров. Преобразование тензоров при преобразованиях системы координат. Инварианты тензора второго порядка. Оператор набла, градиент, дивергенция, ротор. Дифференциальные операции над скалярными и векторными функциями. Теорема Остроградского-Гаусса.

3. Термодинамика газов и жидкостей.

Теплота, работа, внутренняя энергия, первый закон термодинамики. Термодинамические переменные и потенциалы. Собственные термодинамические переменные. Дифференциалы термодинамических переменных. Якобианы. Соотношение Максвелла. Удельные термодинамические переменные и потенциалы. Удельные объем, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия. Молярные и удельные теплоемкости. Термодинамическое и калорическое уравнения состояния вещества. Теплоемкости совершенного газа, соотношение Майера, показатель адиабаты. Внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, химический потенциал совершенного газа. Термодинамические процессы: изотермический, адиабатический и политропический процессы. Термодинамические циклы: Карно, Брайтона, двигателя внутреннего сгорания и дизельного двигателя. Теплоизолированные и открытые системы. Максимальная работа системы во внешней среде. Смеси совершенных газов. Молярные (объемные) и удельные концентрации. Внутренние степени свободы. Химические реакции. Уравнение состояния, внутренняя энергия и энтальпия газа с внутренними степенями свободы частиц. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

4. Стационарные адиабатические течения сжимаемого газа.

Адиабатические движения сжимаемого газа. Одномерные уравнения непрерывности, движения и адиабатичности стационарного течения газа. Метод малых возмущений. Звуковые волны. Скорость звука в жидкости, газе и твердом теле. Скорость звука в смеси

газов. Число Маха и конус Маха. Движение тел при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях. Области распространения возмущений в дозвуковых и сверхзвуковых течениях. Интеграл Бернулли для сжимаемого газа. Температура и давление торможения. Газодинамические функции. Зависимость давления, плотности, температуры, скорости звука от числа Маха. Условия учета сжимаемости газа. Истечение газов из резервуаров. Движение сжимаемого газа по трубам переменного сечения. Разгон и торможение потока. Формула расхода. Сверхзвуковое сопло Лаваля, дозвуковой диффузор. Задача профилирования сопла. Сила реакции, определение тяги реактивного двигателя. Расчетные и нерасчетные режимы течения. Газодинамические течения с теплоподводом и теплоотводом.

5. Нестационарные адиабатические течения сжимаемого газа.

Газовая динамика одномерных нестационарных течений. Метод характеристик. Гиперболические линейные и квазилинейные уравнения. Одномерные нестационарные течения сжимаемого газа. Метод характеристик. Инварианты Римана. Волны сжатия и разрежения. Задача о поршне вдвигаемом и выдвигаемом из трубы. Бесконечная труба и труба конечной длины.

6. Ударные волны.

Соотношения на прямом скачке. Адиабата Гюгонио, сравнение с адиабатой Пуассона. Возрастание энтропии при переходе через ударную волну. Теорема Цемпелена. Сильные и слабые ударные волны. Годограф скоростей. Соотношения на косоугольной ударной волне. Ударная поляра. Отошедшие ударные волны. Взаимодействие скачков уплотнения с пограничным слоем. Течение Прандтля-Майера.

7. Кинематика газовых и жидких сред.

Разложение перемещения на деформацию и вращение. Тензор скоростей деформаций. Разложение скорости деформации среды на тензоры скоростей деформации и завихренности. Лагранжево и эйлерово описания движения сплошной среды в трехмерном случае. Скорость и ускорение при эйлеровом описании среды. Субстанциальная или материальная производная произвольной функции по времени.

8. Уравнения механики сплошных сред в трехмерном случае.

Уравнение непрерывности. Уравнение движения Эйлера и Навье-Стокса. Закон Ньютона для вязкой жидкости. Динамическая и кинематическая вязкости. Уравнение энергии, уравнения для энтальпии и температуры.

9. Термодинамика необратимых процессов.

Второй закон термодинамики и производство энтропии. Связь между потоками тепла и градиентом температуры, тензором напряжений и тензором скоростей деформации. Положительность коэффициентов вязкости и теплопроводности.

10. Граничные условия в механике сплошных сред.

Граничные условия в механике сплошных сред. Граничные условия для плотности, скорости, давления и касательных напряжений. Условия на разрыве для плотности,

импульса и энтальпии. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа. Взаимодействие поверхностей разрыва. Ширина ударной волны.

11. Гидростатика.

Равновесие жидкости. Абсолютное и относительное равновесие. Давление в любой точке жидкости в состоянии равновесия. Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления. Равновесие тяжелой несжимаемой жидкости. Равновесие весомого газа. Барометрическая формула. Стандартная атмосфера. Равновесие при наличии негравитационных массовых сил. Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Плавание тел.

12. Динамика идеальной жидкости.

Модели жидкости: идеальная несжимаемая жидкость, вязкая несжимаемая жидкость, идеальная сжимаемая жидкость, вязкая сжимаемая жидкость. Траектории жидких частиц. Линии тока. Установившееся и неустойчивое движение. Трубка тока. Вихревые и безвихревые движения. Уравнения Эйлера в форме Громека-Лэмба. Интеграл Коши-Лагранжа и интеграл Бернулли. Потенциал скорости. Функция тока. Движение цилиндра и сферы в идеальной жидкости. Парадокс Стокса.

13. Динамика вязкой жидкости.

Стационарные течения вязкой жидкости в трубах и каналах. Течение Пуазейля. Распределение параметров по сечению трубы. Коэффициент сопротивления для гладких труб. Понятие о пограничном слое.

14. Устойчивость течений газа и жидкости.

Методы решения задач линейной устойчивости. Устойчивость плоскопараллельных течений. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Динамические и кинематические граничные условия. Дисперсионные соотношения. Теоремы Релея об устойчивости плоскопараллельных течений. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца для плоскопараллельного течения идеальной жидкости. Неустойчивость Релея-Тейлора контактного разрыва в гравитационном поле.

15. Турбулентное движение газа и жидкости.

Турбулентное движение газа и жидкости. Осреднение турбулентных течений. Тензор напряжений Рейнольдса. Распределение скоростей в пограничном слое и в трубе при больших числах Рейнольдса. Переход от ламинарного к турбулентному течению. Характеристики турбулентного течения. Теория Прандтля-Кармана. Гипотеза Прандтля о пути перемешивания. Логарифмический профиль скоростей. Коэффициент сопротивления трубы в турбулентном режиме.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в механику сплошных сред: механика твёрдого и деформируемого тела

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по механике твердого деформируемого тела для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля;
- формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области механики твердого деформируемого тела.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической механики сплошных сред;
- современные проблемы механики сплошных сред;
- порядки численных величин, характерные для механики твердого деформируемого тела;
- фундаментальные понятия, законы, теории классической механики сплошных сред;
- современные проблемы механики сплошных сред;
- порядки численных величин, характерные для механики твердого деформируемого тела;
- фундаментальные понятия, законы, теории классической механики сплошных сред;
- современные проблемы механики сплошных сред;
- порядки численных величин, характерные для механики твердого деформируемого тела;
- фундаментальные понятия, законы, теории классической механики сплошных сред;
- современные проблемы механики сплошных сред;
- порядки численных величин, характерные для механики твердого деформируемого тела.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценивать степень их достоверности;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценивать степень их достоверности;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценивать степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Предмет механики сплошной среды. Понятие сплошной среды. Примеры.

2. Элементы тензорного исчисления

Разложение вектора по ортонормированному базису. Компоненты вектора. Индексные обозначения. Тензор второго ранга. Тензорное умножение, диада. Компоненты тензора второго ранга. Традиционное определение тензора второго ранга. Детерминант тензора второго ранга. Специальные операции с тензорами. Симметричные, антисимметричные и ортогональные тензоры второго ранга. Девиатор и шаровой тензор. Главные значения и главные оси. Спектральная теорема. Инварианты симметричного тензора второго ранга. Тензоры третьего ранга. Альтернирующий тензор и представление векторного произведения. Изоморфизм между пространствами векторов и антисимметричных тензоров второго ранга. Тензор четвертого ранга. Элементы теории поля. Дифференцируемое поле. Градиент скалярного, векторного и тензорного поля. Дивергенция, ротор. Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Стокса.

3. Теория деформаций

Вектор перемещений. Тензор малых деформаций. Смысл компонент тензора малых деформаций. Главные деформации. Инварианты тензора малых деформаций. Условия совместности Сен-Венана. Уравнение неразрывности.

4. Теория напряжений

Силы, действующие на выделенный объем в сплошной среде. Вектор напряжений. Тензор напряжений. Формула Коши. Смысл компонент тензора напряжений. Правило знаков. Нормальные и касательные напряжения. Главные напряжения. Симметрия тензора напряжений, неполярные среды. Инварианты тензора напряжений. Представление напряженного состояния с помощью кругов Мора. Интегральное и дифференциальное уравнение равновесия.

5. Линейная упругость

Понятия линейной упругости, нелинейной упругости, неупругости. Закон Гука для анизотропного материала. Количество независимых упругих модулей. Закон Гука для изотропного материала. Коэффициенты Ламе, Модуль Юнга, коэффициент Пуассона.

6. Постановка задач в теории линейной упругости

Система уравнений. Типы граничных условий. Уравнение равновесия в перемещениях. Геометрические упрощения. Радиальная симметрия. Плоское напряженное состояние, плоское деформированное состояние. Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение.

7. Полуобратный метод Сен-Венана

Задача об изгибе балки прямоугольного сечения. Задача о кручении стержня эллиптического сечения.

8. Термодинамика упругих деформаций

Первое начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Второе начало термодинамики. Диссипация. Термодинамические потенциалы: внутренняя

энергия, свободная энергия, потенциал Гиббса. Определяющие соотношения. Разложение потенциалов в окрестности начального состояния в ряд по малым параметрам. Линейные соотношения термоупругости. Коэффициент термического расширения. Адиабатический и изотермический модуль Юнга. Представление упругой энергии в виде суммы энергии изменения объема и энергии изменения формы.

9. Общие теоремы теории упругости

Теорема о минимуме потенциальной энергии. Теорема Кастильяно. Теорема взаимности Бетти.

10. Элементы сопротивления материалов

Основные понятия. Принцип Сен-Венана. Статически определимые и статически неопределимые системы. Изгиб балки. Изгибающий момент, поперечная (перерезывающая) сила. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Дифференциальные зависимости. Гипотеза плоских сечений. Геометрические характеристики сечений при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Правило Верещагина. Кручение упругих стержней с круговым поперечным сечением. Внутренний крутящий момент. Геометрические характеристики сечения при кручении. Напряжения при кручении. Угол закручивания стержня. Методы расчета статически определимых и статически неопределимых стержневых систем. Применение теоремы Кастильяно. Устойчивость упругих стержней. Формула Эйлера и энергетический метод определения критической силы.

11. Неупругое поведение деформируемого твердого тела

Ползучесть, релаксация напряжений и деформаций. Принцип суперпозиции Больцмана. Линейная вязкоупругость. Механические аналогии. Простейшие модели вязкоупругих сред. Пластичность. Идеальная пластичность, пластичность с упрочнением. Деформационная теория пластичности. Теория пластического течения. Ассоциированный закон течения. Критерии текучести Треска, Мизеса, Кулона-Мора, Друккера-Прагера. Уравнения Прандтля-Рейса. Эквивалентность теории течения с условием текучести Мизеса и деформационной теории для простого нагружения.

12. Элементы теории разрушения

Теории прочности. Теоретический предел прочности. Дислокации. Концентрация напряжений в окрестности неоднородности. Напряженное состояние в окрестности кончика трещины. Интенсивность касательных напряжений. Энергетический критерий Гриффитса равновесия трещины в упругом теле. Силовой критерий равновесия трещины в упругом теле.

13. Динамические задачи теории упругости

Уравнение движения. Стержневая скорость звука. Плоские волны в безграничной среде.
Скорость продольных и поперечных плоских волн.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в построение расчётных сеток

Цель дисциплины:

Курс ставит своей целью обучить студентов основам современных подходов для построения расчетных сеток в прикладных задачах, а также сформировать исследовательские навыки применения знаний на практике.

Задачи дисциплины:

- 1) Дать студентам базовые знания в области современных численных методов построения расчетных сеток.
- 2) Научить студентов практическим приемам построения, анализа и применения расчетных сеток в задачах моделирования и численной геометрии.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Способы задания геометрических тел: В-сплайны, тесселяции, функции расстояния и неявное представление;

Потенциальные источники ошибок и проблем при задании геометрических тел, приводящие к ошибкам при построении расчетных сеток;

Типы сеток и их ячеек, а также критерии качества сеток;

Определение и основные свойства разбиений Делоне и Вороного, основные алгоритмы построения триангуляций и тетраэдральных сеток; Основные алгоритмы построения и оптимизации расчетных сеток, основанные на решении систем уравнений в частных производных, а также на использовании вариационных методов;

Иерархические структуры данных для геометрических алгоритмов: восьмеричные деревья, цифровые деревья.

уметь:

Выбирать тип расчетной сетки для решения прикладной задачи;

Корректно ставить задачу построения расчетной сетки;

Выбирать оптимальный алгоритм построения расчетных сеток заданного типа;

Самостоятельно проводить отладку и тестирование программ, а также анализ эффективности метода;

Осваивать новые численные методы и алгоритмы;

Эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых результатов.

владеть:

Навыками самостоятельной работы;

Культурой постановки и решения задач численной геометрии;

Навыками программирования в c/c++/Matlab/Python для реализации алгоритмов решения модельных задач и представления полученных результатов;

Навыками грамотной обработки результатов численных расчетов и сопоставления с теоретическими данными.

Темы и разделы курса:

1. В-сплайны и тесселяции для представления геометрических тел

Для построения расчетных сеток в инженерных задачах необходимо знать и использовать современные модели твердотельного моделирования, основанные на поверхностях, склеенных из фрагментов, задаваемых В-сплайнами.

2. Функции расстояния и неявное представление геометрических тел

Альтернативное представление в геометрическом моделировании основано на использовании неявных функций, которые позволяют описывать сложные тела, используя булевы операции над геометрическими примитивами.

3. Адаптивные декартовы сетки и восьмеричные деревья

Описание биомолекулярной системы при помощи законов физики. Потенциальная функция силового поля: уравнения и параметры. Уравнения движения. Периодические граничные условия.

4. Триангуляции Делоне

Теория разбиений Делоне и триангуляций Делоне, их оптимальность, и основные алгоритмы построения триангуляций Делоне.

5. Тетраэдральные сетки

Меры качества тетраэдров и алгоритмы построения тетраэдральных сеток.

6. Разбиения Вороного

Разбиения, двойственные к разбиениям Делоне: оптимальность и основные

алгоритмы построения, полиэдральные сетки.

7. Криволинейные сетки, деформации и параметризации

Теория отображений в задачах построения сеток и параметризаций, запись уравнений математической физики.

8. Использование метрик для управления сетками, анизотропные сетки

Понятие анизотропной сетки, управляющие метрики в эйлеровых и лагранжевых координатах.

9. Эллиптические генераторы расчетных сеток

Построение расчетных сеток при помощи конечно-разностного решения квазилинейных систем уравнений в частных производных эллиптического типа.

10. Вариационные методы построения и оптимизации расчетных сеток

Меры качества и функционалы для построения и оптимизации сеток.

11. Дискретные кривизны

Аналоги понятий дифференциальной геометрии на расчетных сетках.

12. Призматические сеточные слои

Построение ортогональных сгущающихся сеток в пристеночных слоях.

13. Распутывание сеток

Алгоритмы построения допустимых сеток и взаимнооднозначных деформаций.

14. Подвижные деформируемые сетки

Алгоритмы, реализующие движение и деформацию расчетных сеток.

15. Принцип равномерного распределения, адаптация сеток в решению и к кривизне

Принцип равномерного распределения в многомерном случае, адаптация сеток к решениям и к геометрическим особенностям расчетных областей посредством управляющих метрик в эйлеровых и лагранжевых координатах.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в проектирование космической техники

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по составу, структуре, методам разработки космической техники.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по общим условиям полета и основным типам космических аппаратов;
- дать студентам базовые знания по составу, структуре методам разработки автоматических и пилотируемых космических аппаратов;
- дать студентам базовые знания по принципам построения и функционирования комплекса бортовых систем космических аппаратов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные типы космических аппаратов и условия функционирования;
- состав и основную терминологию ракетно-космических систем и космических аппаратов;
- принципы построения и функционирования основных бортовых систем космических аппаратов;
- принципы обеспечения безопасности экипажа пилотируемых космических аппаратов в полёте.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для разработки и совершенствования бортовых систем космических аппаратов;
- формулировать задачи разработки космических аппаратов на языке их физических моделей, технических и организационных задач;
- осваивать новые области.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками ясной, точной и аргументированной устной речи, формулирования своей точки зрения.

Темы и разделы курса:

1. Космические аппараты как комплекс бортовых систем.

1.1 Формирование требований к космическим аппаратам, условия и ограничения проектирования

1.2 Оценки сроков и стоимости создания космических аппаратов

2. Ресурс, надёжность, безопасность космической техники.

2.1 Определение потребного ресурса бортового оборудования и аппаратуры

2.2 Определения и оценки надёжности оборудования и безопасности полёта

3. Программа полёта, её варианты.

3.1 Программа полёта, её варианты

4. Деление космических аппаратов на системы.

4.1 Принципы деления космических аппаратов на бортовые системы

4.2 Взаимосвязи бортовых систем между собой

4.3 Внешние интерфейсы бортовых систем

5. Основные бортовые системы космических аппаратов.

5.1 Комплекс целевой нагрузки

5.2 Двигательные установки

5.3 Системы управления движением и ориентацией

6. Бортовые системы обработки информации.

6.1 Бортовые системы обработки информации

6.2 Системы связи и телевидения, системы сбора и обработки телеметрической информации

6.3 Системы управления бортовой аппаратурой (бортовым комплексом)

7. Средства, обеспечивающие работу основных систем.

7.1 Средства энергоснабжения и средства электропитания

7.2 Средства терморегулирования, средства жизнеобеспечения

7.3 Элементы конструкции

8. Общие условия полёта и основные типы космических аппаратов.

8.1 Существенные условия космоса: галактическое и солнечное излучение, вакуум

8.2 Движение: масса, скорость и время, краткие данные о выведении на орбиту

8.3 Отдельные типы космических аппаратов и их основные особенности

8.4 Спутники навигации, связи и наблюдения; орбитальные обсерватории

8.5 Межпланетные зонды (межпланетные станции)

8.6 Перелётные аппараты

8.7 Десантные аппараты

9. Обитаемые космические аппараты.

9.1 Орбитальные обитаемые объекты и пилотируемые корабли

9.2 Системы и средства для транспортировки в ближнем Околосемье

9.3 Трансатмосферные, многосредные космические аппараты

10. Дополнительные области деятельности, необходимые для учёта при проектировании.

10.1 Экспериментальная отработка бортовых систем и космических аппаратов

10.2 Особенности производства и наземных испытаний космических аппаратов

10.3 Преимущества и недостатки унификации бортовых систем и космических аппаратов

10.4 Кратность и интенсивность использования бортовых систем и космических аппаратов

10.5 Законодательство и стандартизация в области космонавтики

10.6 Энергетика, экономика и экология космонавтики

10.7 Представления о мотивации космонавтики, тактика и стратегия космонавтики

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в теорию управления

Цель дисциплины:

- изучение основ теории управления и вариационного исчисления, а также знакомство с методами решения различных краевых задач минимизации целевых функционалов.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области решения краевых задач минимизации функционалов, зависящих от варьируемых функций и их производных;
- освоение студентами базовых навыков использования аппарата вариационного исчисления для решения задач оптимального управления;
- изучение студентами методов решения задач о минимизации функционалов качества;
- приобретение знаний о необходимых и достаточных условиях оптимальности решения вариационной задачи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общую постановку краевых задач вариационного исчисления;
- основные методы решения задач о минимизации варьируемых функционалов;
- необходимые и достаточные условия для нахождения оптимального решения задачи.

уметь:

- применять на практике математический аппарат вариационного исчисления для решения краевых задач теории оптимального управления;
- выбирать наиболее эффективный метод решения в зависимости от конкретной постановки краевой задачи;
- ставить и решать минимизационные задачи для различных внутренних и граничных условий;

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и методики в теории управления динамическими системами.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности теоретического и экспериментального плана с использованием методов математического анализа и вариационного исчисления;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Формулировка задачи минимизации функционала. Необходимые условия первого порядка для существования минимума.

Простейшая задача с фиксированными концами. Требования к варьируемым функциям. Понятия метрического пространства и различные нормы функций.

Дифференцируемость функционала по Фреше. Производные по Фреше и Гато. Вычисление первой вариации.

Дифференциальная и интегральная формы уравнения Эйлера.

Частные случаи уравнения Эйлера. Примеры. Задача о брахистохроне. Задача о теле вращения с минимальной площадью боковой поверхности. Задача Ньютона о теле минимального сопротивления.

Задача с несколькими искомыми функциями с фиксированными концами. Пример с двумя искомыми функциями. Задача о принципе Ферма.

Задача с подвижными концами и одной искомой функцией.

Задача со многими искомыми функциями.

Уравнения Эйлера-Пуассона.

2. Каноническая форма уравнений Эйлера. Уравнение Гамильтона-Якоби.

Канонические переменные. невырожденность матрицы Гесса лагранжиана. Уравнения Гамильтона.

Уравнение Гамильтона-Якоби для неоднородного лагранжиана.

3. Вариационная задача с однородным лагранжианом.

Определение однородного лагранжиана.

Уравнение Гамильтона-Якоби (однородный лагранжиан).

Каноническая форма уравнений Эйлера (однородный лагранжиан).

Вариационная задача о геодезической линии.

Некоторые свойства вариационной задачи с однородным лагранжианом. Уравнение Эйлера в натуральном параметре. Независимость функционала от параметризации кривой.

Уравнение эйконала.

Геодезические линии на параболоиде вращения. Пример регуляризации в задаче с однородным лагранжианом.

4. Экстремали с угловыми точками. Условия Вейерштрасса–Эрдмана.

Определение экстремалей с угловыми точками. Геометрическая интерпретация для одномерного случая.

Вывод условий Вейерштрасса-Эрдмана. Преломление и отражение экстремалей.

5. Вариационные задачи на условный экстремум.

Изопериметрическая задача. Задача Лагранжа. Уравнения экстремалей в канонических переменных.

6. Вторая вариация функционала.

Определение второй вариации. Условие Лежандра.

Необходимое условие Якоби. Пример.

Условия Лежандра и Якоби для случая нескольких искомых функций.

Инвариантный интеграл Гильберта, функция Вейерштрасса.

Необходимые и достаточные условия оптимальности экстремали.

7. Вариационные задачи относительно функций нескольких независимых переменных.

Эллиптические и гиперэллиптические задачи с фиксированными граничными значениями.

Необходимые условия оптимальности. Примеры задач с различными краевыми условиями.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в технологии создания наноматериалов

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по основным физическим и химическим принципам нанотехнологий и современным технологическим методам получения наноматериалов для использования знаний в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля и способности применять их на практике.

Задачи дисциплины:

- дать целостное представление о наноматериалах, как об особом классе материалов, строение и свойства которых определяются нанометровой размерностью их структурных единиц;
- дать основы теоретических знаний о физикохимических принципах формирования наноматериалов, на которых базируются современные нанотехнологии;
- дать знания о современных практических методах создания наноматериалов, о технологических процессах их получения и соответствующем технологическом оборудовании.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- отличительные признаки наноматериалов, выделяющие их в отдельный класс материалов;
- теоретические физические и химические принципы формирования наноматериалов;
- практические технологические методы их получения.

уметь:

- проводить анализ задач по получению конкретных наноматериалов;
- обосновывать физико-химические подходы к их решению;
- ориентироваться в технологических методах получения наноматериалов, определять оптимальные из них для практического решения поставленных задач.

владеть:

- базовыми подходами к планированию технологических процессов получения наноматериалов;
- навыками выбора технологического оборудования для получения конкретных видов наноматериалов и приборной базы для диагностики их характеристик;
- владеть навыками самостоятельной работы над решением научно-исследовательских задач в области нанотехнологий.

Темы и разделы курса:

1. Базовые определения, понятия и терминология нанотехнологий.

Последовательность «элемент → вещество → материал» и фундаментальные характеристики её членов.

Определение класса наноматериалов, общий основной признак. класса наноматериалов, существующие классификации наноматериалов. Два основополагающих пути получения наноматериалов. Общее определение диспергационных и конденсационных методов.

Классификации методов получения наноматериалов.

2. Основы теории зарождения и роста кристаллических частиц в газообразных и конденсированных средах.

Термодинамика и движущие силы процесса зарождения. Стадии процесса кристаллизации - образование центров нуклеации, рост наночастиц. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Критерии устойчивости зародыша новой фазы. Кинетика роста кристаллической частицы и факторы контролирующей её рост. Роль процессов тепло- и массопереноса при зарождении и росте нанокристаллических частиц.

3. Физические методы синтеза наночастиц.

Общие особенности и отличительные черты физических методов. Газофазный синтез (конденсация паров). Детонационный синтез и электровзрыв. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Криогенные методы синтеза.

Синтез в плазме. Синтез
при воздействии лазерного излучения (лазерная абляция). Синтез
при воздействии ионизирующих излучений.
Упорядочивание нестехиометрических соединений и превращение порядок-беспорядок.

4. Химические методы синтеза наночастиц.

Основные химические процессы, приводящие к синтезу наночастиц в газовых, жидких и твердых средах.

Структура растворов, коллоидов, золь, гелей. Структура аэрогелей и ксерогелей.
Синтез наночастиц методами осаждения из растворов. Синтез
наночастиц золь-гель методом. Электрохимические
методы получения наноматериалов из растворов. Криохимический метод
синтеза наночастиц.

Матричный (темплатный) синтез наночастиц в растворах.

Синтез пленок Лэнгмюра-Блоджет.

5. Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц.

Самоорганизация под действием капиллярных, гравитационной, центробежной сил и действия электрического и магнитного поля.

Матричная самоорганизация и формирование плоских и объемных структур.

Формирование упорядоченных ансамблей бинарных наночастиц.

6. Получение компактированных нанокристаллических и композитных наноматериалов.

Понятие фазы вещества

Превращения беспорядок-порядок

Методы осаждение на подложку наноразмерных слоёв вещества

Кристаллизация аморфных сплавов металлов

Наноstructuring металлов методом интенсивной пластической деформации

Методы компактирование нанопорошков неметаллический материалов

Метод плазменно-искрового спекания

Понятие нанокомпозитного материала и нанокерамики

Основные физико-химические принципы создания нанокомпозитов

Получение нанокомпозитов методами соединения исходных компонентов

Получение нанокompозитов методами выделения новой фазы в объеме исходного однородного материала

7. Внутренняя структура компактированных и композиционных наноматериалов.

Особенности реальной структуры компактированных и композитных наноматериалов на различных уровнях размерности .

Границы раздела в компактированных и композитных наноматериалах .

Особенности структуры объемных пористых наноматериалов.

Структурно-зависимые свойства веществ и их особенности для компактированных и композитных наноматериалов.

8. Основные методы исследования наноматериалов.

Электронная просвечивающая и сканирующая микроскопия.

Зондовая микроскопия и её разновидности.

Рентгеновские и нейтронные дифракционные методы.

Рентгенофлюоресцентная спектроскопия и электронный микронзондовый анализ.

Оптическая и колебательная спектроскопия.

Методы анализа дисперсности наночастиц.

Сравнительные возможности различных методов анализа наноматериалов и их применение для контроля процессов получения наноматериалов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в физику Земли

Цель дисциплины:

- получение студентами базовых сведений о физических процессах, протекающих в недрах Земли, которые необходимы для успешной будущей профессиональной деятельности специалистов в области наук о Земле.

Задачи дисциплины:

- Формирование понимания основ современных представлений о внутреннем строении Земли, методах ее изучения, физических процессах, протекающих в недрах, об эволюции геосфер, характеристиках и источниках внешних полей Земли. Приобретение комплекса знаний по теоретическому изучению феноменологии и физики различных процессов в геосферах, по методам инструментального исследования Земли.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- строение, состав, структуру основных внутренних геосфер, основы сейсмологии, характеристики и источники основных физических полей, методы изучения Земли и построения ее моделей.

уметь:

- систематизировать и обобщать имеющуюся в литературе информацию; делать правильные выводы из сопоставления результатов наблюдений и теории; применять полученные знания о строении Земли, характеристиках и источниках основных физических полей, методах изучения Земли для решения конкретных геофизических задач.

владеть:

- навыками использования современных моделей Земли и параметров основных физических полей.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

История развития представлений в физике Земли. Гипотезы о происхождении и развитии Земли.

Источники информации о внутреннем строении Земли и физических процессах.

2. Основы геохронологии.

Геологическое время. Геохронология на основе радиоактивного распада.

Основные методы определения абсолютного возраста и датировок. Возраст Земли.

3. Введение в сейсмологию

Сейсмологические методы исследования строения планет и свойств материалов. Сейсмические волны, их типы. Влияние границ на распространение сейсмических волн. Годографы.

Классическая сейсмическая модель Земли. Распределение скоростей сейсмических волн в Земле.

Земная кора, литосфера, астеносфера.

Сейсмичность Земли. Очаг землетрясения. Магнитуда, энергия и сейсмический момент землетрясений.

4. Введение в гравиметрию.

Гравитационное поле и фигура Земли. Сфероид Клеро. Геоид. Момент инерции Земли.

Изостазия. Земные приливы.

5. Геомагнитное поле.

Магнетизм и электропроводность Земли. Магнитное поле Земли. Методы исследования магнитного поля Земли.

Природа геомагнетизма. Миграция магнитных полюсов. Магнитные свойства пород. Палеомагнетизм. Электропроводность Земли.

6. Тепловое поле Земли.

Распределение температуры в верхних частях Земли. Тепловой поток и геотермический градиент на континентах и в океане.

Температура в нижней мантии и ядре Земли. Источники тепловой энергии Земли. Тепловой баланс Земли.

7. Модели внутреннего строения Земли.

Однородная модель. Определение плотности вещества внутри Земли. Вещество Земли в условиях высоких давлений и температур. Распределения плотности, ускорения силы тяжести, давления.

Минералогический состав. Мантия Земли. Земное ядро. Понятие о реологии коры и мантии.

8. Введение в тектонику плит.

История вопроса. Основы модели.

Тектонические плиты и их границы. Движущий механизм «тектоники плит».

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в физику ионосферы

Цель дисциплины:

- Ознакомление студента со структурой и основами физических процессов, происходящих в ионосфере Земли, как системы взаимодействующих геосфер, находящихся под воздействием возмущений природного и техногенного происхождения.

Задачи дисциплины:

- Приобретение студентами навыков построения физико-математических моделей процессов, встречающихся в ионосфере при различных видах возмущений;
- Овладение современными численными и аналитическими методами обработки экспериментальных данных и построения простейших моделей;
- Воспитание умения соотносить результаты исследования формальной модели с реальными физическими процессами.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Структуру верхних геосфер, с выделением различных слоев, обладающих специфическими характеристиками;
- Основные физические и геофизические процессы, управляющие поведением ионосферы.

уметь:

- Работать с экспериментальными данными, с учетом возможных неопределенностей измерений;
- Понимать физико-математические и плазмо-химические модели, описывающие поведение ионосферы при возмущениях;
- Устанавливать соответствие между результатами исследования физико-математической модели и поведением реальной системы.

владеть:

- Методами получения и обработки данных, полученных в результате ионосферных исследований;
- Пониманием процесса построения физико-математических и плазмо-химических моделей.

Темы и разделы курса:

1. Верхние геосферы, как составной элемент системы взаимодействующих сред.

Верхние геосферы, как составной элемент системы взаимодействующих сред. Воздействия "сверху" – влияние космической погоды: солнечные вспышки корональные выбросы, геомагнитные возмущения, связанные с динамикой геомагнитного поля. Воздействия снизу - метеорологические эффекты, включающие распространяющиеся вверх гравитационные волны, планетарные волны и приливы из нижних слоев атмосферы в термосферу. Временные и пространственные масштабы указанных процессов.

2. Экстремальные природные явления.

Экстремальные природные явления. Особенность геофизических процессов при сильных возмущениях природного и техногенного происхождений.

3. Основные количественные данные.

Основные количественные данные. Концентрация, температура, скорость плазмы. Геомагнитное поле, напряженность и конфигурация. Электрические токи, их величина и временные характеристики. Численные значения основных плазменных параметров естественной среды на разных высотах. Их зависимость от высоты и внешних условий.

4. Воздействия электромагнитного излучения на окружающую среду.

Воздействия электромагнитного излучения на окружающую среду. Особенности жесткого электромагнитного излучения, природные и техногенный источники такого излучения, методы регистрации. Ионизация атмосферы жестким электромагнитным излучением. Процессы переноса, особенности ионизации в дневное и ночное время. Распределение степени ионизации по времени и высоте. Физические и прогностические модели.

5. Плазмохимия нижней ионосферы.

Нижняя ионосфера Земли. Концентрации основных и малых нейтральных составляющих. Спутниковые данные параметров атмосферы. Состав ионов. Кластерные ионы. Индексы солнечной и магнитной активности. Гелиогеофизические условия. Плазмохимия нижней ионосферы. Ионизационно-рекомбинационный цикл. Основные химические процессы, скорости реакций.

6. Формирование и распад первичной ионизации в нижней ионосфере.

Классификация моделей ионосферы. Вероятностные и детерминированные модели среды. Параметрические модели. Поведение параметров нижней ионосферы под действием естественных возмущений. Рентгеновские вспышки. Волновод Земля–ионосфера. Влияние параметров нижней ионосферы на особенности распространения радиоволн СДВ-ДВ диапазона.

7. Волновые явления.

Волновые явления. Волны в незамагниченной плазме: ленгмюровские, ионно-акустические и ординарные электромагнитные волны. Магнитогидродинамические волны.

8. Магнитная гидродинамика потоков плазмы в околоземном пространстве.

Магнитная гидродинамика потоков плазмы в околоземном пространстве. Феноменологическая система уравнений МГД. Разновидности МГД моделей. Принципиальные отличия МГД от газовой динамики. Безразмерные критерии. МГД модели инъекции плазмы и их результаты. Токовые системы в ионосфере и магнитосфере.

9. Расширение плазмы в геомагнитном поле.

Расширение плазмы в геомагнитном поле. Диамагнитный эффект. Газодинамическая и магнитогидродинамическая стадии. Газодинамическая и бесстолкновительная ударные волны. Генерация МГД волн. Разновидности МГД моделей. Безразмерные критерии. Механизм торможения плазмы. Диамагнитная каверна и ее распад, как источник искусственных радиационных поясов.

10. Активные ракетные эксперименты.

Активные ракетные эксперименты: пучки электронов и ионов, выбросы плазмы, выбросы химических веществ и ядерные взрывы. Плазменные генераторы. Нагревные стенды. Поставленные цели, решаемые задачи, полученные результаты. Нерешенные вопросы.

11. Координированный анализ данных разной физической природы.

Координированный анализ данных разной физической природы. Анализ развития возмущений в околоземном космическом пространстве во времени и в пространстве. Правила проведения совместного анализа спутниковых и наземных данных. Радиофизический комплекс ГФО «Михнево». Доступные данные и их практической использование.

12. Лабораторный эксперимент в моделировании геофизических процессов.

Лабораторный эксперимент в моделировании геофизических процессов. Безразмерные параметры. Принципы и критерии подобия. Результаты моделирования взаимодействия потоков плазмы с ионосферой.

13. Распространение радиоволн в ионосфере Земли.

Распространение радиоволн в ионосфере Земли. Резонатор Земля-ионосфера. СДВ, ДВ, СВ, КВ, УКВ диапазоны. Волновой и геометроптический подходы. АЧХ и ФЧХ характеристики. Вертикальное зондирование ионосферы КВ радиоволнами.

14. Влияние возмущений на распространение радиоволн.

Влияние возмущений на распространение радиоволн. Схемы модуляции, информационное наполнение сигнала. Активные воздействия на среду и на радиосигнал с точки зрения передачи информации. Критерии устойчивости радиоканалов. Экспериментальные данные по глобальному возмущению радиоканалов при активных воздействиях.

15. Влияние геофизических возмущений на стабильность функционирования систем.

Влияние геофизических возмущений на стабильность функционирования систем связи, радиолокации и навигации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Введение в физику метеорных явлений

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по физике природных катастроф, необходимых для понимания всего спектра физических процессов, сопровождающих природные и техногенные катастрофы, и оценки их последствий.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые представления об основных физических явлениях, сопровождающих природные катастрофы;
- научить студентов на примерах вулканических извержений, ударов космических тел, волн цунами оценивать некоторые последствия катастрофических явлений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные физические процессы, связанные с метеорными явлениями;
- методы моделирования метеорных явлений и их эффектов;
- методы наблюдений метеорных явлений и основные подходы к обработке данных наблюдений;
- порядки численных величин, характерных для метеорных явлений разного масштаба.

уметь:

- делать правильные выводы из сопоставления наблюдательных данных и теории;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в природных явлениях физическое содержание;
- осваивать новые методы изучения метеорных явлений, теоретические модели и анализировать наблюдательные данные;
- оценивать достоверность и точность получаемых результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- основами методов моделирования природных катастроф;
- навыками грамотной обработки натурных данных и сопоставления их с теоретическими результатами.

Темы и разделы курса:

1. Классификация космических тел, попадающих на Землю; основные эффекты, вызванные входом космических объектов.

Классификация внеземных объектов, попадающих в атмосферу Земли (источники - астероиды-кометы-пыль-межзвездные, зодиакальное облако, спорадические-поточковые). Диапазон размеров. Абляция и фрагментация.

Эффекты при взаимодействии с Землей – кратеры, поля кратеров, метеориты, поля рассеяния, пыль – IDP и MM's, излучение, радиоследы, головное эхо, металлические слои, метеорный дым, мезосферные эхо, серебристые облака.

Частота падений для разных размеров.

Методы изучения свойств космических тел (прямые, не прямые). Метеориты, основная классификация, формирование, структура, физические свойства. IDP, микрометеориты (MM's).

2. Основные методы наблюдений и их интерпретация.

Оптические наблюдения – методы, определяемые характеристики, интерпретация наблюдений (для маленьких и больших объектов). Акустические наблюдения.

Радарные наблюдения – методы, определяемые характеристики, интерпретация наблюдений. Головное эхо, основные модели. Обычные ионизационные следы. Применение для исследования других процессов (ветра, агв, приток вещества, источники мелких метеоров).

3. Режимы взаимодействия космических объектов с атмосферой и их особенности; основные модели.

Режимы взаимодействия с атмосферой, классификация, какие методы соответствуют. Распыление, свободно - молекулярный режим взаимодействия, основные модели абляции и фрагментации для мелких метеорных тел.

Переходный режим взаимодействия, модели, предсказания и сравнение с наблюдениями

Непрерывный режим, параметр абляции, коэффициент высвета, модели фрагментации.

Спектры метеоров. Описание, существующие модели, сравнение с наблюдениями и метеоритами.

4. Численное моделирование крупных метеорных явлений.

Суперболиды, Сихоте-Алинь, Челябинск и Тунгуска – современное состояние.

АКО, поражающие факторы, моделирование, SL-9, калькуляторы импактов, марсианские и лунные кратеры, марсианские метеориты, марсианские кластеры кратеров.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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. Уравнения гиперболического типа

Методы построения аппроксимирующих разностных уравнений для уравнений в частных производных (на примере волнового уравнения и уравнения переноса). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Приемы исследования разностных задач на устойчивость. Принцип максимума, спектральный признак устойчивости, принцип замороженных коэффициентов.

Теорема Годунова о связи порядка аппроксимации и монотонности для линейных разностных схем. Корректная постановка краевых условий для системы уравнений с частными производными гиперболического типа. Характеристики, инварианты Римана. Техника переноса граничных условий с границы на расчетную ячейку. Разностные схемы для характеристической формы записи системы. Нелинейное уравнение Хопфа. Уравнения акустики и газовой динамики.

2. Уравнения параболического типа и решение неявных задач на их примере

Квазилинейное уравнение теплопроводности и его автомодельное решение. Разностные схемы для решения многомерных уравнений теплопроводности. Понятие о методах расщепления. Метод переменных направлений. Метод дробных шагов. Применение итерационных методов решения СЛАУ, полученных после линеаризации неявных задач.

Нормы в конечномерных пространствах. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений. Метод простых итераций. Необходимое, достаточное условие сходимости метода простых итераций. Чебышёвское ускорение итераций.

Метод Ньютона для систем уравнений. Вариационные методы решения СЛАУ: обобщенный метод минимальных невязок (GMRes), стабилизированный метод бисопряженных градиентов (BiCGStab). Понятие о предобуславливании: предобуславливатель Якоби, неполное LU-разложение (ILU(0)). Уравнения однофазной фильтрации.

3. Предмет вычислительной математики

Специфика машинных вычислений. Элементарная теория погрешностей.

4. Функции, заданные на дискретном множестве

Задача алгебраической интерполяции. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома. Остаточный член интерполяции. Оценка погрешности интерполяции для функций, заданных с ошибками. Кусочно-многочленная интерполяция. Интерполяция сплайнами. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона–Котеса (прямоугольников, трапеций, Симпсона) и оценка их погрешности. Правило Рунге, апостериорная оценка порядка. Квадратурные формулы Гаусса и их погрешность.

Вычисление несобственных интегралов. Интегрирование быстро осциллирующих функций.

Численное дифференцирование. Оценка погрешности формул.

5. Численное решение уравнений эллиптического типа

Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа. Разностная схема “крест” для численного решения уравнений Лапласа, Пуассона. Компактная схема 4-го порядка точности «крест на крест». Схемы на неструктурированных сетках, представления о построении треугольных сеток в областях сложной формы. Интегро-интерполяционный метод построения разностных схем. Конечно-объемные методы. МКЭ. Использование многосеточных методов (MultiGrid).

6. Методы решения нелинейных уравнений

Локализация корней. Принцип сжимающих отображений. Метод простой итерации. Условие сходимости метода простой итерации. Теорема о достаточных условиях сходимости метода простой итерации для системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Порядок сходимости и условия достижения заданной точности итерационных методов. Теоремы о сходимости метода Ньютона для скалярного уравнения и системы уравнений в окрестности корня. Методы высших порядков сходимости и наискорейшего спуска для системы уравнений.

7. Использование методов машинного обучения для задач аппроксимации и оптимизации

Представление об основных алгоритмах машинного обучения. Использование методов машинного обучения для задач аппроксимации данных. Использование методов машинного обучения в задачах оптимизации.

8. Численное дифференцирование

Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности.

9. Задача Коши для ОДУ

Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости. Методы Рунге–Кутты решения Задачи Коши для ОДУ. Устойчивость методов Рунге-Кутты. Барьеры Бутчера. Методы Адамса. Оценки погрешности и управление длиной шага при численном интегрировании систем ОДУ. Понятия о жёстких уравнениях и системах ОДУ. А-устойчивые схемы. Функции и области устойчивости наиболее употребительных разностных схем.

10. Краевые задачи для ОДУ

Алгоритм прогонки. Методы решения нелинейных краевых задач (метод стрельбы, метод квазилинеаризации). Вариационно-разностные и проекционные методы построения приближенного решения.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Газовая динамика

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по газовой динамике для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, при решении прикладных задачах ракетно-космической техники, формирование исследовательских навыков.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания и навыки по вопросам газовой динамики в проточных трактах ракетных двигателей и энергетических установок.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы газовой динамики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов газовой динамики;
- современные проблемы газовой динамики.

уметь:

- 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;
- 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;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Основные сведения из термодинамики, физической химии.

Предмет газовой динамики как раздела механики сплошных сред. Основные термодинамические соотношения, используемые в газовой динамике. Уравнения состояния. Внутренняя энергия. Энтропия. Закон действующих масс. Равновесные и неравновесные течения газов. Термодинамические модели газов.

2. Основные уравнения газовой динамики.

Уравнения газовой динамики в интегральной форме. Уравнения газовой динамики в дифференциальной форме. Идеальный газ. Уравнения газовой динамики идеального газа в интегральной форме. Уравнения газовой динамики идеального газа в дифференциальной форме. Уравнения для стационарного течения. Линии тока. Трубка тока. Соотношения для трубки тока (одномерные соотношения).

3. Контактные разрывы и ударные волны.

Виды контактных разрывов. Изменения параметров на разрывах. Основные соотношения на ударных волнах. Изменения параметров в скачке уплотнения. Ударная поляра. Соотношения на косом скачке.

4. Одномерные нестационарные течения газа.

Основные уравнения. Волны Римана. Основные соотношения метода характеристик для одномерных нестационарных течений. Задачи метода характеристик. Граничные условия. Типы характеристик. Задачи о поршне. Отражение волны разрежения от закрытого конца трубы. Отражение скачка уплотнения от закрытого и открытого конца трубы. Распад произвольного разрыва. Движение газа в ударной трубе.

5. Двумерные стационарные течения газа.

Основные уравнения двумерных стационарных течений. Метод характеристик для двумерных стационарных течений.

Течения Прандтля-Майера. Теорема о характеристиках для течения Прандтля-Майера. Обтекание клина и конуса. Уравнение для конуса. Граничные условия. «Яблоковидная» кривая. Околовзвучные и дозвучные течения газа. Уравнение и задача Чаплыгина. Методы установления.

Течения газа при больших сверхзвучных скоростях (гирпеззвучное приближение).

Профилирование сопел. Особенности профилирования сопел РДТТ.

6. Течения вязкого теплопроводного газа. Турбулентные течения.

Связь между тензором напряжений и тензором скоростей деформации. Уравнения Навье-Стокса (в широком и узком смысле). Коэффициенты вязкости и теплопроводности. Понятие турбулентности. Осреднение параметров. Уравнения Рейнольдса. Закон Колмогорова – Обухова. Модели турбулентности. МГД – приближение в газовой динамике.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Газодинамика высокоскоростных летательных аппаратов

Цель дисциплины:

- обеспечить освоение студентами основных представлений о течениях газа с высокими скоростями.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области газовой динамики;
- научить студентов на примерах и задачах строить газодинамические картины течений, самостоятельно анализировать полученные результаты;
- продемонстрировать особенности высокоскоростной газовой динамики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной механики;
- порядки численных величин, характерные для газодинамики высокоскоростных летательных аппаратов;
- современные проблемы механики сплошных сред.

уметь:

- 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;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Работа с суперкомпьютером. Основы C++ и Python

Основы C++. Компиляция программ с использованием библиотеки OpenFOAM (wmake). Первая программа "Hello world!".

Ввод и вывод OpenFOAM (stream). Контейнеры (dictionary, List, dynamicList).

Библиотека Time. Стандартные словари для взаимодействия с программой. Компиляция динамических библиотек (wmake libso).

Библиотеки интерполяции данных. Стандартная атмосфера. Модуль траектории.

CFD идеология. Формат сетки polyMesh. Установка программы визуализации ParaView. Python скрипт для построения простейших сеток в Salome.

Работа с полями в OpenFOAM. Метод Ньютона. Визуализация данных в ParaView. Верификация и валидация программ.

2. Метод контрольного объема. Возможности OpenFOAM

Метод контрольного объема в OpenFOAM. Аппроксимация производной по времени и источниковых членов.

Аппроксимация вязких членов. Решение уравнения Лапласа на одномерной сетке. Явная и неявная схемы.

Решение уравнения Лапласа на двумерной сетке (finite area method). Прогрев тонкостенной конструкции.

Решение уравнения Лапласа на трехмерной сетке. Качество сетки (неортогональность, скошенность, неравномерность). Коррекция вязких членов с учетом качества сетки.

Библиотека для параллельной реализации программ Message Passing Interface (MPI). Использование MPI в OpenFOAM. Параллельное вычисление на кластере.

Аппроксимация конвективных членов с первым и вторым порядком по пространству. Решение уравнения переноса на одномерной сетке. Явная и неявная схемы.

Решение уравнения переноса на двумерной сетке (finite area method). Метод эффективной длины.

3. Готовые солверы OpenFOAM

Обзор физических библиотек и готовых солверов OpenFOAM

4. Расчёт несжимаемого течения, задача теплопроводности

Построение одномерных, двумерных и трёхмерных расчётных сеток. Структурированные и неструктурированные расчётные сетки. Сеточные генераторы blockMesh, cartesianMesh, gmsh, salome. Библиотеки интерполяции данных. Метод контрольного объема в OpenFOAM. Аппроксимация производной по времени и источниковых членов. Аппроксимация вязких членов. Явная и неявная схемы. Солверы для решения несжимаемых течений (Pressure based method). SIMPLE алгоритм. Расчёт течения в трубе, расчёт прогрева в трехмерной постановке. Граничные условия первого, второго и третьего рода. Отображение и анализ результатов расчёта, paraview.

5. Расчёт течений сжимаемой жидкости

Расчёты на основе стандартного решателя rhoCentralFoam. Одномерные течения — задача о распаде разрыва, сравнение с аналитическим решением.

Плоское течение. Течение на уступе, отражение ударных волн.

Двумерные осесимметричные течения. Построение сеток, расчёт течения в сопле, расчёт затопленной струи.

Расчёт обтекания сферы в трёхмерной постановке при разных значениях числа Рейнольдса на неструктурированной сетке. Определение аэродинамических характеристик. Отход ударной волны.

Расчёты на неструктурированных сетках. Сильный взрыв.

6. Адаптация и движение расчётных сеток

Адаптация расчётных сеток к решению. Выделение, разрешение ударных волн и контактных разрывов.

Квазистационарные и нестационарные расчёты на подвижных сетках. Библиотека для работы с динамическими сетками. Адаптивная сетка (разбиение ячеек). Перекрывающиеся сетки (Overset).

Обзор методов слежения за движением разрывов на неподвижной сетке — методы VoF и Level Set Method,

7. Сопряжённые расчёты

Понятие сопряжённой задачи, интерполяция данных между расчётными сетками.

Организация совместной работы нескольких решателей, проблема обмена данными между решателями.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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, теореме о суммировании рядов Фурье методом средних арифметических и ее применения;
- определение сходимости в метрических и линейных нормированных пространствах, примеры полных и неполных пространств;
- примеры полных систем в линейных нормированных пространствах;
- основные понятия теории рядов Фурье по ортонормированной системе в бесконечномерном евклидовом пространстве;
- определения собственных и несобственных интегралов, зависящих от параметра, их свойства; теоремы о непрерывности, дифференцировании и интегрировании по параметру несобственных интегралов, их применение к вычислению интегралов;
- достаточное условие представления функции интегралом Фурье;
- преобразование Фурье абсолютно интегрируемой функции и его свойства;

- основные понятия теории обобщенных функций, преобразование Фурье обобщенных функций, его свойства.

уметь:

-разлагать функции в тригонометрический ряд Фурье, исследовать его на равномерную сходимость, определять порядок убывания коэффициентов Фурье;

-исследовать полноту систем в функциональных пространствах;

-исследовать сходимость и равномерную сходимость несобственных интегралов с параметром, дифференцировать и интегрировать их по параметру;

-представлять функции интегралом Фурье; выполнять преобразования Фурье;

-оперировать с обобщенными функциями.

владеть:

-мышлением, методами доказательств математических утверждений;

-навыками работы с рядами и интегралами Фурье в различных формах;

-навыками применения изученной теории в математических и физических приложениях;

-умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

Темы и разделы курса:

1. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций.

Лемма Римана. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций, стремление их коэффициентов к нулю. Представление частичной суммы ряда Фурье интегралом через ядро Дирихле. Принцип локализации. Признаки Дини и Липшица сходимости рядов Фурье, следствия из признака Липшица. Равномерная сходимость рядов Фурье. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов Фурье. Порядок убывания коэффициентов Фурье. Ряды Фурье в комплексной форме.

2. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических.

Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций тригонометрическими и алгебраическими многочленами.

3. Метрические и линейные нормированные пространства.

Метрические и линейные нормированные пространства. Сходимость в метрических пространствах. Полные метрические пространства, полные линейные нормированные (банаховы) пространства. Полнота пространства Неполнота пространства непрерывных на отрезке функций с интегральными нормами. Сравнение норм: сравнение равномерной сходимости, сходимостей в среднем и в среднем квадратичном. Полные системы в линейных нормированных пространствах.

4. Бесконечномерные евклидовы пространства.

Бесконечномерные евклидовы пространства. Ряд Фурье по ортонормированной системе. Минимальное свойство коэффициентов Фурье, неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Ортонормированный базис в бесконечномерном евклидовом пространстве. Гильбертовы пространства. Необходимое и достаточное условия для того, чтобы последовательность чисел являлась последовательностью коэффициентов Фурье элемента гильбертова пространства с фиксированным ортонормированным базисом. Связь понятий полноты и замкнутости ортонормированной системы.

5. Тригонометрические ряды Фурье для функций, абсолютно интегрируемых с квадратом.

Тригонометрические ряды Фурье для функций, абсолютно интегрируемых с квадратом. Полнота тригонометрической системы, равенство Парсеваля. Полнота системы полиномов Лежандра.

6. Собственные интегралы и несобственные интегралы.

Собственные интегралы, зависящие от параметра и их свойства. Несобственные интегралы, зависящие от параметра; равномерная сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости, признак Вейерштрасса. Признак Дирихле. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру несобственных интегралов. Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению определенных интегралов. Интегралы Дирихле и Лапласа. Интегралы Эйлера - гамма и бета-функции.

Выражение бета-функции через гамма-функцию.

7. Интеграл Фурье.

Интеграл Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Преобразование Фурье абсолютно интегрируемой функции и его свойства: непрерывность, стремление к нулю на бесконечности. Формулы обращения. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

8. Пространство основных функций и пространство обобщенных функций.

Пространство основных функций и пространство обобщенных функций. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дельта-функция. Умножение обобщенной на бесконечно дифференцируемую. Сходимость в пространстве обобщенных функций. Дифференцирование обобщенных функций.

9. Преобразование Фурье обобщенных функций.

Преобразование Фурье обобщенных функций. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Геофизическая гидродинамика

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по прикладной гидродинамике в приложении к задачам геофизики, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области геофизической гидродинамики;
- научить студентов на примерах и задачах оценивать механизмы формирования и развития отдельных физических явлений в геофизике, создавать их гидродинамические модели, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории геофизической гидродинамики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физической океанографии;
- современные проблемы гидрофизической гидродинамики в приложении к задачам океанологии.

уметь:

- 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;
- 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;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Геофизическая гидродинамика как раздел гидродинамики, учитывающей особенности движения морских вод на вращающейся Земле. Частота Вайсяля-Брента.

Основные приближения геофизической гидродинамики. Приближение Буссинеска. Приближение f-плоскости и бета-плоскости.

2. Кинематика волн

Понятие волн. Краткий обзор типов волн в океане: бароклинные и баротропные волны, классификация волн по типу возвращающей силы. Длина волны, волновой вектор, фазовая и групповая скорости. Эволюция волнового пакета. Дисперсионное соотношение.

3. Поверхностные гравитационные волны

Потенциальные волновые движения идеальной жидкости. Граничные условия на дне и свободной поверхности. Решение для свободных плоских гармонических поверхностных гравитационных волн (линейное граничное условие на свободной поверхности).

4. Волновое поле скоростей поверхностных гравитационных волн и энергия волн

Поле скоростей и траектории частиц при волновом движении. Энергия волн. Групповая скорость и перенос энергии волн.

5. Задача Коши (распространения волн цунами)

Метод стационарной фазы, асимптотическое приближение волнового решения. Решение в окрестности фронта, функция Эри.

6. Внутренние волны

Уравнения движения для стратифицированной жидкости, приближение Буссинеска. Частота Вайсяля-Брента. Кинематика внутренних волн, фазовая и групповая скорости. Энергия и поток энергии внутренних волн. ВКБ приближение для внутренних волн. Нормальные моды.

7. Крупномасштабные гидростатические движения жидкости (длинные волны)

Гидростатическое приближение. Закон сохранения потенциального вихря. Геострофическое приспособление потока жидкости.

8. Волны на мелкой воде с учетом вращения

Волны в канале: Пуанкаре и Кельвина. Дисперсионные соотношения. Пограничные (захваченные) волны. Типы захваченных волн. Захваченные волны у берега: краевые, шельфовые волны. Квазигеострофическое приближение. Волны над уступом – двойные волны Кельвина.

9. Уравнение Лапласа (волны в сферическом слое жидкости)

Волновые уравнения в сферическом слое жидкости. Приливные уравнения.

10. Экваториальные захваченные волны

Экваториальная f -плоскость. Волны Россби, смешанная волна Россби-гравитационная волна (Янаи), инерционно-гравитационные волны Пуанкаре, волна Кельвина.

11. Теория волн конечной амплитуды

Волны Стокса, предельная волна Стокса, волновое течение, волны конечной амплитуды на мелкой воде, уравнение Кортевега де Фриза, кноидальные волны, уединенная волна (солитон).

12. Волны во вращающемся океане

Инерционные волны. Нормальные моды в случае вращающейся жидкости.

13. Синоптические и мезомасштабные вихри океана

Особенности синоптических и мезомасштабных вихрей океана и их строение. Ядро вихря. Основные характеристики и свойства вихрей. Обезразмеривание уравнений геофизической гидродинамики для изучения синоптических и мезомасштабных явлений океана. Малые параметры задачи: число Россби, геометрический параметр. Разложение системы уравнений по малому параметру. Геострофический баланс сил. Роль гидростатического приближения в механике вихрей. Первые два приближения по малым параметрам. Незамкнутость системы в низшем приближении. Роль следующего приближения.

Закон сохранения потенциальной завихренности для жидкой частицы (лагранжев инвариант) – как закон динамики вихрей. Выражение всех физических характеристик вихрей через давление.

Кинематическое и динамическое граничные условия на границе вихревого ядра. Математическая формулировка задачи о поведении равновихренной вихревой области в неоднородном ранозавихренном потоке. Сведение задачи к теории гравитационного потенциала.

Эллипсоидальное вихревое ядро. Эволюция параметров ядра в неоднородном потоке. Условия недеформируемости ядра. Режимы поведения ядра. Поле скорости внутри и вне ядра вихря. Взаимодействие вихрей. Тенденция к сближению и слиянию одноименных вихрей. Задачи, которые можно эффективно решать предложенным методом.

Двумерные дипольные вихревые структуры . Вихрь Стокса на f -плоскости. Вихрь Ларичева-Резника на бета-плоскости. Трехслойный вихрь Берестова. Трипольный вихрь в сдвиговом потоке. Трехмерные дипольные вихревые структуры.

14. Баротропная и бароклинная неустойчивости зональных потоков

Баротропная и бароклинная неустойчивости зональных потоков. Задача Идди.

Волны Россби. Роль бета-эффекта. Модовое приближение. Баротропная и бароклинные моды. Вертикальная структура волн. Дисперсионное соотношение.

Придонный и приповерхностный пограничные слои Экмана. Сохранение потенциального вихря. Теорема Эртеля.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Глобальные спутниковые системы местоопределения и синхронизации

Цель дисциплины:

Усвоение смыслового содержания фундаментальных понятий спутниковой навигации: шкал времени системы, НКА, НАП, псевдодальности, псевдодоплеровского смещения частоты несущих колебаний спутниковых сигналов, параметров моделей движения НКА. Изучение основ спутниковой навигации, состава, принципов построения и функционирования ГНСС, способов и методов спутниковых координатных и скоростных определений, принципов построения системы глобальной синхронизации произвольно разнесенных в пространстве процессов управления, технологий применения сигналов ГНСС в различных областях человеческой деятельности.

Задачи дисциплины:

Изучение алгоритмов решения навигационной и скоростной задач, алгоритмов формирования в НАП измерений псевдодальностей и псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов. Формирование понятия высокоточных и целочисленно неоднозначных фазовых измерений на псевдодоплеровской частоте (псевдофазовых измерений). Усвоение особенностей методов обработки этих измерений с разрешением их целочисленной неоднозначности. Изучение способов организации временных процессов в НАП, построение на этой основе шкал времени НАП и системы глобальной синхронизации произвольно разнесенных в пространстве процессов управления.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- смысловое содержание фундаментальных понятий спутниковой навигации: шкал времени ГНСС, НКА, НАП, псевдодальности, псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов, параметров математических моделей движения НКА;
- основные системы координат и основные шкалы времени;
- состав, принципы построения и функционирования ГНСС;
- основы решения навигационной задачи;
- основы решения скоростной задачи;

- смысловое содержание высокоточных, целочисленно неоднозначных псевдофазовых измерений и общие принципы их обработки;
- основные источники погрешностей спутниковых навигационных определений;
- назначение, состав и принцип работы НАП;
- принципы формирования в НАП измерений псевдодальностей, псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов и псевдофаз;
- шкалы времени НАП и принципы их формирования;
- принципы построения системы глобальной синхронизации произвольно разнесенных в пространстве процессов управления;
- возможности применения ГНСС на транспорте, в геодезии, геодинاميке, при решении других задач в интересах социально-экономического развития страны.

уметь:

- анализировать влияние условий эксплуатации на характеристики ГНСС;
- осуществлять обоснованный выбор НАП, наилучшим образом удовлетворяющей предъявленным требованиям к конкретным навигационным определениям;
- осуществлять обоснованный выбор аппаратной платформы для реализации поставленных задач;
- выполнять координатные определения с помощью НАП;
- производить оценку точности навигационных определений.

владеть:

- навыками работы с НАП;
- навыками работы с программными продуктами решения навигационной задачи.

Темы и разделы курса:

1. Введение в дисциплину. Классификация и краткая история становления и развития глобальных наземных и спутниковых навигационных систем.

Введение в дисциплину. Классификация и краткая история становления и развития глобальных наземных и спутниковых навигационных систем. Содержание дисциплины, объем, мотивация изучения дисциплины. Определение навигации, спутниковой навигации. Основные этапы зарождения, становления и развития навигации.

2. Определение понятия «шкала времени». Основные шкалы времени и основные системы координат, используемые в ГНСС.

Определение понятия «шкала времени». Отличие смыслового содержания физического времени, используемого в учебниках по физике и понятия «времени по шкале».

Количественное значение времени по шкале как текущее значение фазы высокостабильного периодического природного процесса. Шкалы времени ГНСС, НКА и НАП. Понятие некорректируемых и корректируемых шкал времени. Основные системы координат в ГНСС. Абсолютная и относительная геоцентрические системы координат, топоцентрическая система координат, геодезическая криволинейная система координат.

3. Математические модели движения НКА, используемые в спутниковой навигации, и их параметры.

Пример использования параметров кеплеровской модели движения для расчета координат НКА. Параметры моделей движения НКА, используемые в ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou.

4. Подсистемы ГНСС и структура сигналов, излучаемых НКА.

Космическая подсистема, подсистема управления и подсистема потребителей. Передача потребителю показаний часов НКА (бортового времени). Код передачи показаний спутниковых часов (дальномерный код). Данные навигационных сообщений НКА.

5. Пространственно-временные-фазовые соотношения в ГНСС.

Понятие момента предшествования моменту формирования измерений в НАП. Модель НАП как совокупность канальных и собственных часов. Определение в НАП показаний часов НКА на момент предшествования.

6. Структура навигационного сообщения ГНСС ГЛОНАСС.

Эфемеридные данные НКА ГЛОНАСС. Алгоритм вычисления координат НКА ГЛОНАСС на моменты предшествования.

7. Структура навигационного сообщения ГНСС GPS.

Эфемеридные данные НКА GPS. Алгоритм вычисления координат НКА GPS на моменты предшествования.

8. Местоопределения по показаниям канальных часов НАП.

Определение понятия псевдозадержки и псевдодальности, их математические модели. Местоопределения по измерениям псевдодальностей.

9. Понятие о поверхностях положения в радиолокации и радионавигации.

Понятие о поверхностях положения в радиолокации и радионавигации. Поверхности положений измерений псевдодальностей и псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов. Геометрический фактора измерений псевдодальностей.

10. Алгоритм решения навигационной задачи путем решения системы нелинейных уравнений методом наименьших квадратов.

Учет вращения Земли. Основные погрешности, влияющие на точность спутниковых координатных определений.

11. Оценивание в НАП псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов.

Математическая модель. псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов. Алгоритм решения скоростной задачи. Основные погрешности, влияющие на точность спутниковых скоростных определений.

12. Понятие о высокоточных и целочисленно неоднозначных псевдофазовых измерениях в ГНСС.

Общие принципы обработки фазовых измерений с разрешением их целочисленной неоднозначности. Области применения измерений псевдодальностей, псевдодоплеровских смещений частот несущих колебаний спутниковых сигналов, псевдофаз в различных областях человеческой деятельности.

13. Функциональная схема НАП. Аналоговая и цифровая части.

Задающий генератор и преобразователи частоты его сигнала. Цифровая часть НАП. Аппаратные и программные средства петель слежения за фазой несущего колебания и фазой дальномерного кода.

14. Особенности обмена данными между многоканальным цифровым коррелятором и сигнальным процессором.

Особенности обмена данными между многоканальным цифровым коррелятором и сигнальным процессором. Событийные моменты времени, определяющие способы организации временных процессов в НАП.

15. Обзор способов организации временных процессов в НАП.

Формирование в НАП измерений псевдозадержек и псевдодоплеровских смещений несущих частот спутниковых сигналов.

16. Классификация шкалы времени НАП и принципы их формирования.

Шкалы времени НАП: корректируемая шкала, шкала с дискретной коррекцией, шкала с полной коррекцией.

17. Принципы синхронизации разнесенных в пространстве процессов управления с помощью НАП, работающих в шкале времени с полной коррекцией.

Определение положения показаний часов ГНСС на шкале времени НАП с дискретной коррекцией. Оценка предельно достижимой точности взаимной синхронизации разнесенных в пространстве НАП.

18. Области применений ГНСС.

Применение ГНСС при мониторинге и управлении транспортными средствами, для экстренного реагирования при дорожно-транспортных происшествиях и нештатных ситуациях на дороге, при спасении судов, самолетов и отдельных граждан, терпящих бедствие, при выполнении геодезических работ, в геодинاميке, при мониторинге деформационного процесса крупных инженерных сооружений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Двигательные и энергетические установки

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по ракетным двигателям и космическим энергетическим установкам для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, при решении прикладных задачах ракетно-космической техники.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания и навыков по вопросам газовой динамики в проточных трактах ракетных двигателей и энергетических установок.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы газовой динамики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов газовой динамики;
- современные проблемы газовой динамики.

уметь:

- 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;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Основные процессы в двигательных и энергетических установках

Основные типы ракетных двигателей (РД). Разновидности и назначение космических энергетических установок. Процессы смесеобразования и горения в камерах ракетных двигателей. Истечение продуктов сгорания из сопла РД. Теплообмен, охлаждение и тепловая защита в камерах и соплах РД.

2. Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД)

Основные узлы и агрегаты ЖРД: камера сгорания, сопло, форсуночная головка, газогенератор, турбонасосный агрегат. Их назначение и устройство. Типоразмеры и назначение ЖРД. Использование ЖРД малой тяги (ЖРДМТ). Основные топливные пары. Интегральные характеристики ЖРД. Понятие о двигательной установке. Топливные баки.

3. Ракетные двигатели на твердом топливе (РДТТ)

Основные элементы РДТТ: корпус, заряд, сопловой блок, тепловая защита, органы управления направлением вектора тяги. Понятие о твердом топливе. Виды твердых топлив. Химический состав, условная формула и энтальпия образования твердого топлива. Основные типы органов управления: газовые руля, поперечный вдув газа или впрыск жидкости, поворотные, качающиеся и разрезные сопла. Применение композиционных материалов в РДТТ. Тепловая защита камеры и сопла.

4. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД) и гиперзвуковые ПВРД (ГПВРД). Гибридные ракетные двигатели

Основное отличие воздушно-реактивных двигателей от РД других типов. Области применения ПВРД и ГПВРД. Основные процессы в ПВРД. Агрегаты ПВРД и аппарата с ПВРД: камера сгорания, воздухозаборное устройство, каналы, сопло, рубашки охлаждения, топливные баки, система подачи топлива. Особенности физических процессов в ГПВРД. Основные проблемы и пути их решения. Интеграция ПВРД и ГПВРД с летательным аппаратом. Гибридные ракетные двигатели (ГРД), их преимущества и недостатки по сравнению с ЖРД и РДТТ. Особенности рабочих процессов в ГРД.

5. Электроракетные двигатели (ЭРД)

Классификация ЭРД. Особенности рабочих процессов в холловских и ионных двигателях. Обеспечение ресурса ЭРД.

6. Космические энергетические установки

Типы космических энергетических установок. Системы, основанные на преобразовании химической, тепловой, солнечной энергии, энергии ядерного деления. Системы сброса тепла. Тепловые трубы.

7. Ядерные энерго-двигательные установки космического назначения

Классификация ЯЭДУ. Диапазоны изменения основных характеристик. Основные элементы ЯЭДУ космического назначения: реакторная установка, турбокомпрессор-генератор, теплообменник, теплообменник-рекуператор, система отвода тепла, сборки ЭРД. Основные процессы в системах и агрегатах ЯЭДУ. Численное моделирование нестационарных и переходных процессов в ЯЭДУ с учетом условий эксплуатации.

8. Выбор типа и оптимизация основных характеристик двигательных и энергетических установок

Основные задачи, решаемые ракетными комплексами космического назначения. Определение типа и размерности РД в соответствии с решаемой задачей. Оптимизация основных характеристик РД, Основные виды космических аппаратов и энергетических установок (ЭУ). Выбор типа и оптимизация параметров ЭУ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Динамика космического полёта

Цель дисциплины:

Ознакомить студентов с законами движения тел в космическом пространстве. Научить основным способам расчета траекторий в центральном поле, в полях тяготения нескольких тел, в поле несферичной планеты. Научить методам анализа движения спутника относительно его центра масс. Дать понятие о анализе возмущенных движений и методах корректировки орбит.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области движения тел в космическом пространстве;
- приобретение теоретических знаний в области анализа движения спутников относительно центра масс;
- приобретение практических навыков при различных способах расчета траекторий и их коррекции.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные законы динамики космического полёта.

уметь:

Рассчитывать траектории космического аппарата в центральном поле, анализировать возмущенное движение центра масс космического аппарата.

владеть:

Методами теоретической механики и дифференциальных уравнений для составления уравнений движения космического аппарата.

Темы и разделы курса:

1. Введение в предмет

Введение в предмет. Современные миссии и проекты.

2. Невозмущенное движение.

Невозмущенное движение (задача двух тел). Уравнения движения. Первые интегралы движения (интеграл энергии, интеграл площадей, интеграл Лапласа). Связь между интегралами движения. Уравнение орбиты. Уравнение Кеплера. Законы Кеплера. Большая полуось как мера энергии. Элементарные маневры. Эллипс Гомана. Первая космическая (круговая) скорость. Вторая космическая (параболическая) скорость.

3. Теория возмущенного движения

Теория возмущенного движения. Задача n-тел. Десять первых интегралов, плоскость Лапласа. Планетная форма уравнений относительного движения. Пертурбационная функция. Задача трех тел. Лагранжевы и эйлеровы точки либрации, их устойчивость, практическое использование точек либрации. Ограниченная задача трех тел. Интеграл Якоби, поверхность нулевой относительной скорости, эволюция сечений поверхности нулевой скорости, межпланетные перелеты на примере миссий Земля-Луна. Грависферы. Сфера притяжения, сфера действия. Использование грависфер при конструировании межпланетных траекторий.

4. Оскулирующие элементы

Оскулирующие элементы. Уравнения возмущенного движения в оскулирующих элементах. Приближенные уравнения при малых возмущениях.

5. Уравнения в оскулирующих элементах как инструмент исследования возмущенного движения

Уравнения в оскулирующих элементах как инструмент исследования возмущенного движения. Торможение спутника в атмосфере Земли.

6. Влияние несферичности Земли на движение искусственного спутника.

Влияние несферичности Земли на движение искусственного спутника. Гравитационное поле несферичной Земли. Возмущающее ускорение. Эволюция орбиты спутника в поле полярно-сжатой Земли (влияние гармоники J_2). Эволюция орбиты экваториального спутника, прецессия наклоненной орбиты, связь с теорией гироскопа, практическое использование эволюции орбиты. Солнечно-синхронная орбита для систем наблюдения Земли из космоса, высокоапогейные орбиты спутников типа «Молния». Геостационарный спутник. Влияние экваториального сжатия Земли на положение точек стояния геостационарных спутников.

7. Основы теории маневрирования КА.

Основы теории маневрирования КА. Характеристическая скорость. Маневры изменения ориентации плоскости орбиты (наклонение и аргумент восходящего узла). Оптимальное положение точки приложения импульса. Маневр в плоскости орбиты. Изменение периода обращения КА по орбите. "Цена" маневра.

8. Групповые полеты (Formation Flying) и созвездия (Constellation) спутников

Групповые полеты (Formation Flying) и созвездия (Constellation) спутников. Принципы построения. Сближение и стыковка на орбите. Уравнения относительного движения в орбитальной системе координат. Интегрирование уравнений движения. Влияние возмущений на относительное движение спутников. Примеры миссий.

9. Коррекция межпланетных траекторий.

Коррекция межпланетных траекторий. Движение КА в окрестности планеты назначения. Картичная плоскость. Гелиоцентрический участок номинальной траектории КА. Эллипсоид влияния. Матрица маневра. Свойства коррекции. Нуль-направление. Плоскость оптимальной коррекции. Двухпараметрическая коррекция. Об оптимальном положении точки коррекции на траектории. Вырождение матрицы маневра.

10. Гравитационные маневры.

Гравитационные маневры. Прицельная дальность. Изменение наклона плоскости гелиоцентрической орбиты. Использование гравитационных маневров в современных межпланетных миссиях.

11. Классификация систем ориентации.

Классификация систем ориентации. Моменты, действующие на КА, и их использование для управления ориентацией. Движение КА в гравитационном поле. Положения равновесия. Движение КА в магнитном поле. Управления движением малых спутников относительно центра масс с использованием токовых катушек и маховиков.

12. Использование асимптотических методов для приближенного решения задач небесной механики

Использование асимптотических методов для приближенного решения задач небесной механики. Метод Ван-дер-Поля.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

Дополнительные главы информатики

Цель дисциплины:

- получение базовых навыков программирования на языке Java.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний связанных с ООП, изучение основных операторов языка Java;
- приобретение навыков работы в одной из популярных сред (IDE), предназначенной для создания приложений на Java;
- получение практических навыков в разработке программного обеспечения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые понятия связанные с разработкой программного обеспечения;
- отличительные особенности языка Java;
- базовый набор операторов языка;
- основные термины ООП;
- механизм исключений в Java;
- основы технологии JavaFX.

уметь:

- реализовывать алгоритмы при помощи базовых конструкций языка Java;
- осуществлять реализацию интерфейсов, наследование классов, переопределение методов;
- создавать собственные исключения, обрабатывать уже существующие;
- разрабатывать простейшие приложения с графическим интерфейсом.

владеть:

- приобретение теоретических знаний связанных с ООП, изучение основных операторов языка Java;
- приобретение навыков работы в одной из популярных сред (IDE), предназначенной для создания приложений на Java;
- получение практических навыков в разработке программного обеспечения.

Темы и разделы курса:

1. Введение в предметную область

Языки программирования. История Java. Понятия компиляции и интерпретации. Основные понятия ООП. Интегрированные среды разработки IDE. Знакомство с средой IntelliJ IDEA. Знакомство с репозиторием git.

2. Базовый синтаксис

Синтаксис (комментарии, операнды, переменные, операторы). Создание простейшего приложения «Hello World». Типы данных. Арифметические операции и операторы инкремента и декремента. Логические операции и операции сравнения. Преобразование типов. Особенности ссылочных типов данных. Передача по ссылке/по значению.

3. Условные операторы и циклы

Условные операторы if, else. Циклы while, do-while, for. Область видимости переменных. Оператор switch. Операторы перехода continue, break, return.

4. Массивы и коллекции

Массивы. Сортировка массива. Интерфейс Collection. Коллекции ArrayList, LinkedList. Словари и множества Set, HashSet, TreeSet, Map, HashMap, ArrayMap.

5. Базовые понятия ООП

Объектно-ориентированное программирование. Наследование. Инкапсуляция. Полиморфизм. Создание класса. Методы. Конструкторы. Классы-обертки. Абстрактные классы и методы. Интерфейсы.

6. Особенности реализации принципов ООП в Java

Операторы this и super. Перегрузка и переопределение методов, аннотации. Модификаторы доступа. Статические поля и методы. Модификатор final, связывание. Анонимные и внутренние классы, затенение. Перечисление Enum. Пакеты. Дата и время, класс Random.

7. Исключения

Исключения. Иерархия исключений. Типы исключений. Ключевые слова в Java связанные с исключениями. Блоки try/catch, finally, try-with-resources. Работа с файлами: Input/Output

Stream, Buffered Reader/Writer, CSV. Generics, wildcards. Класс Object, методы класса Object. Hashcode и equals.

8. JavaFX (графический интерфейс)

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Дополнительные главы механики твердого тела

Цель дисциплины:

- изучение основ механики деформируемого твердого тела и знакомство с методами решения граничных задач теории упругости и вязкоупругости в плоской и пространственной постановках.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области решения краевых задач теории упругости в плоской и пространственной постановках;
- приобретение студентами базовых навыков использования аппарата функций комплексной переменной для решения плоской задачи теории упругости;
- изучение студентами методов решения задач контактного взаимодействия деформируемых тел;
- приобретение знаний о влиянии свойств поверхности и тонких поверхностных слоев на характер взаимодействий тел и их разрушение при трении.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общая постановка основных краевых задач механики деформируемого твердого тела;
- основные методы решения плоской задачи теории упругости;
- постановка и решение контактной задачи Герца.

уметь:

- применять на практике математический аппарат теории функций комплексной переменной для решения плоских задач теории упругости;
- выбирать наиболее эффективный метод решения в зависимости от конкретной постановки краевой задачи;

- ставить и решать краевую задачу для различных сопряжений, используемых в технике;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности теоретического и экспериментального плана с использованием методов математического анализа и теории функций комплексной переменной;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Общая теория деформаций и напряжений. Определяющие соотношения. Математическая постановка задачи линейной теории упругости.

Теория деформаций. Определение перемещений в трехмерном евклидовом пространстве.

Тензор деформаций. Понятие малых деформаций. Смысл компонент тензора деформаций.

Инварианты тензора деформаций. Теория напряжений. Уравнение движения произвольного объема сплошной среды. Тензор напряжений. Определение силы, действующей на произвольную площадку, через тензор напряжений. Необходимые условия симметрии тензора напряжений. Разложение тензора на девиаторную и гидростатическую составляющие. Главные оси тензора напряжений. Определение максимальных касательных напряжений. Определяющие соотношения. Модели упругого, вязкоупругого, идеально пластического и упругопластического материалов. Понятие об однородных и изотропных телах. Математическая постановка краевой задачи для линейно-упругого тела.

Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Вариационная постановка краевых задач теории упругости. Функционалы Рейснера, Лагранжа, Кастильяно.

Методы решения задач теории упругости, основанные на вариационных принципах.

2. Плоская задача теории упругости. Плоское напряженное состояние; плоская деформация.

Вывод системы уравнения для случая плоской деформации. Реализуемость модели плоского деформированного состояния. Краевая задача для тонкой пластинки, нагруженной по боковой поверхности. Общая система уравнений плоской задачи, связь коэффициентов с параметрами Ляме. Теорема Мориса-Леви.

3. Метод решения плоской задачи с помощью функции напряжений.

Постановка краевой задачи с помощью функции напряжений. Задача о действии сосредоточенных нормальной и касательной нагрузок на границу упругой полуплоскости.

Задача о действии распределенной нормальной и касательной нагрузок на границу упругой полуплоскости.

Интегральные соотношения между напряжениями и перемещениями границы полуплоскости.

Решение задачи о вдавливании штампа с плоским основанием в границу упругой полуплоскости с различными условиями в области контакта (сцепление, трение, отсутствие касательных напряжений).

Решение краевой задачи для упругой полуплоскости с помощью преобразования Фурье.

4. Применение метода ГФКП к решению плоской задачи теории упругости.

Утверждение Гурса. Комплексное представление смещений и напряжений (формулы Колосова-Мухелишвили). Случай многосвязных и бесконечных областей. Применение конформных отображений. Методы степенных рядов, функциональных уравнений, сведения к задаче сопряжен. Задачи о растяжении пластинки с круговым и эллиптическим отверстиями.

Определение напряженного состояния в вершине трещины. Напряженное состояние пластинки со вставленной в нее шайбой.

5. Пространственная задача теории упругости и методы ее решения.

Решение уравнений Ляме в форме Папковича–Нейбера. Сосредоточенная сила в изотропной неограниченной упругой среде. Нормальная нагрузка на границе полупространства (задача Буссинеска). Осесимметричное нагружение полупространства. Распределение напряжений внутри упругого полупространства.

6. Постановка контактных задач. Теория Герца.

Граничные условия в области контакта при разных условиях взаимодействия. Условия равновесия. Условие непрерывности на границе площадки контакта. Постановка задачи и основные предположения Герца. Метод решения. Определение контактных характеристик и их анализ. Задачи для штампов с угловыми точками. Контакт согласованных поверхностей.

Контактные задачи с трением и с адгезией. Применение модели Винклера в контактных задачах.

Контактные задачи для тел с покрытиями.

7. Динамические задачи теории упругости.

Постановка динамических задач теории упругости. Свободные и вынужденные колебания.

Дифференциальное уравнение движения упругого тела. Скорости распространения продольных и поперечных волн в изотропной упругой среде.

8. Постановка и метод решения контактных задач с трением и изнашиванием поверхностей взаимодействующих тел.

Постановка контактных задач с учетом поверхностной микроструктуры. Методы решения задачи дискретного контакта. Метод решения задачи с учетом шероховатого слоя (континуальный подход). Постановка износоконтактной задачи. Уравнение износа. Метод решения задачи в линейной постановке. Анализ эволюции контактных характеристик при изнашивании. Моделирование контактно-усталостного разрушения поверхностных слоев взаимодействующих тел.

9. Теория вязкоупругости.

Простейшие реологические модели и их свойства. Общая теория наследственности и операторы Вольтерра. Принцип Вольтерра. Внедрение штампа в вязкоупругое основание. Задача о движущемся штампе.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Дополнительные главы теории управления нелинейными системами

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теории автоматического управления нелинейными системами, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- научить студентов на примерах и задачах исследовать нелинейные системы с обратной связью и анализировать их устойчивость;
- познакомить студентов с основными приемами создания регуляторов для нелинейных систем;
- познакомить студентов с возможностями и свойствами нелинейных систем автоматического управления.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Фундаментальные особенности нелинейных систем управления.
- Основные теоремы об устойчивости нелинейных систем управления.
- Основные приемы синтеза регуляторов для нелинейных систем управления.

уметь:

- Анализировать устойчивость некоторых типов нелинейных систем управления;
- Синтезировать регуляторы для основных типов нелинейных систем.

владеть:

- Основными приемами синтеза регуляторов для нелинейных систем управления;
- Навыками моделирования систем управления на компьютере.

Темы и разделы курса:

1. Анализ нелинейных систем управления.

Прямой метод Ляпунова.

Теоремы Ляпунова о локальной и глобальной устойчивости систем.

2. ПИД регуляторы.

Свойства ПИД регуляторов. Анализ их устойчивости.

Способы настройки ПИД регуляторов.

Модификации ПИД регуляторов.

Компьютерное моделирование ПИД регуляторов.

3. Наблюдатели. Фильтры.

Расширенный фильтр Калмана.

Настройка фильтров.

Компьютерное моделирование фильтра Калмана.

4. Методы синтеза регуляторов для нелинейных систем управления.

Скользящее управление. Бэкстеппинг. Линеаризация обратной связи. Приемы повышения робастности системы с помощью нелинейностей. Построение управляющих функций Ляпунова.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Задачи вычислительной физики

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по вычислительной физике для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области вычислительной физики;
- научить студентов на примерах и задачах строить вычислимые модели прямых и обратных задач математической физики, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы и теории решения прямых и обратных задач вычислительной теплофизики и вычислительной механики жидкости и газа;
- современные вычислительные методы в механике сплошных сред.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- формировать физические модели для проблем предметной области;
- формировать вычислимые математические постановки для моделируемых физических процессов;
- осуществлять верификацию численных методов;
- осуществлять валидацию используемых физических моделей;
- производить апостериорные численные оценки погрешности решения;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и вычислительные методики;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками критического и конструктивного анализа большого объема информации, присутствующего в научных публикациях;
- навыками постановки и вычислительного моделирования задач аэрофизической механики.

Темы и разделы курса:

1. Некоторые уравнения газодинамики и теплообмена и методы их решения.

Уравнение теплопроводности. Обзор прямых и обратных задач механики жидкости. Уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Численные методы решения уравнений Эйлера, TVD, ENO, WENO. Исследование устойчивости и аппроксимации. Дифференциальное приближение. Погрешность аппроксимации и погрешность расчета. Решеточные уравнения Больцмана. Дисперсионные уравнения. Квантовая гидродинамика.

2. Сопряженные уравнения в обратных задачах теплопроводности.

Обратные и некорректно поставленные задачи теплообмена. Сопряженные уравнения первого порядка при решении обратных задач в оптимизационной постановке. Корректность обратных задач и некоторые методы регуляризации. Методы оптимизации при решении обратных задач. Градиентные методы оптимизации и регуляризация.

3. Сопряженные уравнения в обратных задачах аэрогазодинамики.

Обратные и некорректно поставленные задачи механики жидкости и газа. Поиск оптимальной формы тела, обтекаемого потоком газа. Обратные коэффициентные задачи. Задачи усвоения данных. Задачи восприимчивости и устойчивости. Сопряженные уравнения второго порядка и расчет Гессмана. Сопряженная система для уравнений Эйлера, Навье-Стокса в сжимаемой и несжимаемой постановках, параболизированных уравнений Навье-Стокса.

4. Апостериорная оценка погрешности расчета.

Верификация, валидация. Экстраполяция Ричардсона. Априорная и апостериорная оценка погрешности. Апостериорная оценка точности конечно-разностного расчета с использованием дифференциального приближения. Апостериорная оценка погрешности с использованием постпроцессора.

5. Перенос погрешности исходных данных.

Расчет переноса случайной погрешности исходных данных. Методы, использующие чувствительность. Определение точности оптимального решения и решения обратной задачи. Полиномиальный хаос.

6. Сопряженные уравнения в дискретной постановке.

Построение сопряженных задач из конечно-разностного алгоритма, программного кода. Автоматическое дифференцирование.

7. Отдельные эффективные приемы и технологические вопросы вычислительной физики.

Метод статистической регуляризации. Вейвлеты и их приложения к регуляризации обратных задач. Связь сопряженных параметров с функцией Грина, множителями Лагранжа. Немодовые неустойчивости при переходе к турбулентности. Разложение по динамическим модам. О физическом смысле сопряженных переменных. Технология подготовки отчетов, докладов, статей, реферируемые и рецензируемые издания, индекс цитирования, импакт-фактор.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Избранные задачи прикладной теоретической физики

Цель дисциплины:

- научить студентов применению методов теоретической физики в решении прикладных задач, показать на актуальных примерах возможность непосредственного применения теоретической физики.

Задачи дисциплины:

- обучение решения простых задач, не требующих сложной математики, но понятых из первых принципов (базовых) теоретической физики, изучение которых мотивированно стремлением понять яркие природные явления и работу технических систем;

- дать возможность активно применять теоретическую физику в самых разных областях.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы принципов современной теоретической физики.

уметь:

- разрабатывать теоретические физические модели различных процессов.

владеть:

- методами теоретической физики.

Темы и разделы курса:

1. Базовые принципы и структура теоретической физики.

Принцип относительности.

Специальная теория относительности. 4-векторы и 4-тензоры.

Релятивистская динамика.

Статистическая физика, принцип Больцмана.

Квантовая теория.

2. Ракеты, пушки взрывы.

Интегральные уравнения механики сплошной среды. Уравнение Бернулли.

Звук.

Кумуляция энергии Стрелковое оружие Ракеты-сверхзвуковое истечение из сопла.

Фугасы. Разрывные решения ударная волна. Сильный взрыв. Удар по воде.

Хлопок.

Термоядерный синтез – инерциальное удержание плазмы.

Тензор энергии-импульса.

3. Навигация (Координаты и время, принцип относительности).

Навигация в пространстве доступном до 1957 года.

Неподвижные звезды. Геоцентрическая система координат Отсчет времени и синхронизация часов Отсчет времени основанный на смене дня и ночи.Единое время.

Навигация в пространстве доступном сейчас Принцип эквивалентности – геометрия пространства и времени. Связь геометрии и гравитации в слабых полях. Синхронизация часов в доступном пространстве.

Принципы спутниковой навигации. Кротовые норы. Космология.

4. Квантовая механика. Будущие приложения.

Спутанные состояния и процесс измерения.

Матрица плотности и редуцированная матрица плотности, разложение Шмидта.

Квантовая телепортация.

Принципы квантовых компьютеров, алгоритм Гровера, шифрование и квантовое распределение ключа.

Квантовая теория молекулярных взаимодействий. Туннелирование.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Информатика

Цель дисциплины:

- Формирование базовых знаний по информатике для дальнейшего использования в других областях 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.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основы теории алгоритмов;
- свойства алгоритмов, проблемы алгоритмической сложности и алгоритмической неразрешимости;
- общие понятия о структурах данных: стеки, очереди, списки, деревья, хэш-таблицы;
- конструкции языка программирования C++;
- парадигму объектно-ориентированного программирования;
- приемы разработки программ на C++.

уметь:

- Разрабатывать полные законченные программы на языке C++;
- применять объектно-ориентированный подход для написания программ;

- выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- использовать современные средства написания и отладки программ;
- использовать знания по информатике для приложения в других областях знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

владеть:

- Языком программирования C++;
- современными средствами написания и отладки программ;
- методами создания программ с использованием библиотек.

Темы и разделы курса:

1. Базовые конструкции языка C++

Общая структура простейшей программы. Переменные - имена, служебные слова, стандартные имена. Базовые типы данных. Арифметические операторы. Операторы сравнения. Циклы - for, while, do-while. Условные операции и переходы - if-else, тернарный оператор, switch, break и continue.

Функции. Описание функций. Формальные и фактические параметры. Способы передачи параметров. Рекурсивный вызов функции. Сопоставление итерации и рекурсии.

Составные типы данных. Массивы. Структуры. Битовые поля. Объединения (union). Перечисления (enum). Декларация typedef.

Строки как массив символов со служебным символом конца строки. Работа со строками. Типовые строковые функции.

2. Представление данных в оперативной памяти

Хранение данных в памяти. Модель памяти flat. Понятие адреса и указателя. Связь указателей с массивами. Использование указателей совместно со структурами. Динамическая память. Понятие о стеке и куче. Динамическое выделение и очистка памяти. Понятие об утечках памяти.

3. Потоки ввода-вывода

Представление о потоках ввода-вывода. Работа с файлами как с потоками ввода-вывода. Текстовый и бинарный ввод-вывод.

4. Введение в теорию алгоритмов

Интуитивное понятие алгоритма. Формализация алгоритма для реализации на языке программирования. Понятие вычислительной сложности. Оценка сложности простейших алгоритмов. Локально жадные алгоритмы. Примеры локально жадных алгоритмов. Понятие о динамическом программировании. Примеры задач динамического программирования.

5. Эффективные алгоритмы сортировки

Понятие внутренней и внешней сортировки. Устойчивая сортировка. Сортировка inplace. Сортировка простыми вставками, простым выбором, метод «пузырька». Шейкер сортировка. Метод Шелла. Быстрая сортировка Хоара. Сортировка слиянием. Пирамидальная сортировка. Оценка сложности алгоритмов сортировки для входных данных различных видов.

6. Введение в структуры данных

Абстрактные структуры данных: список, стек, очередь, очередь с приоритетом, ассоциативный массив. Возможность реализации абстрактных структур данных на различных структурах хранения.

7. Структуры данных: списки

Односвязные и двусвязные списки. Варианты реализации. Базовые операции над списками. Алгоритмы на списках. Оценки алгоритмической сложности операций.

8. Структуры данных: деревья

Бинарные деревья поиска. Общая логика и подход к реализации. Необходимость балансировки дерева. Различные алгоритмы балансировки - АВЛ-деревья, красно-чёрные деревья. Оценки алгоритмической сложности операций.

9. Структуры данных: хэш-таблицы

Хэш-таблицы. Общая логика и подход к реализации. Функция хэширования, требования к ней, варианты функций хэширования для различных данных. Возникновение и разрешение коллизий. Хэш-таблицы с прямой и открытой адресацией, использование техники двойного хэширования при открытой адресации. Оценки алгоритмической сложности операций.

10. Базовые принципы объектно-ориентированного программирования

Сравнение процедурного и объектного программирования. Понятие класса и объекта. Базовая структура класса - поля, методы, конструкторы и деструкторы. Статические поля и методы класса.

Базовые принципы ООП: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Публичная и приватная части класса. Полиморфизм функций и методов. Полиморфизм времени компиляции и времени выполнения.

11. Наследование, интерфейс и реализация

Понятие наследования в объектном программировании. Перегрузка при наследовании. Работа конструкторов и деструкторов при наследовании. Модификаторы доступа при наследовании. Дружественные классы. Директивы `override` и `final`. Виртуальные методы. Абстрактные классы. Понятие интерфейса. Интерфейс и реализация. Применение интерфейсов. Таблица вызова виртуальных методов. Множественное наследование.

12. Работа с памятью в современном C++

Ссылки и указатели. Преимущества и недостатки ссылок и указателей, их типовые области применения. Передача параметров и возврат значений по ссылке. Использование указателей для реализации алгоритмов и структур данных.

Директива `const` - логика введения в язык и типовые сценарии применения. Константные методы и константные параметры методов и функций. Сочетание константности с указателями и ссылками. Константная целостность (`const correctness`).

Инициализация в C++. Списки инициализации. Использование инициализации при конструировании класса. Делегирование конструкторов.

Умные указатели. Виды умных указателей. Применение умных указателей для борьбы с утечками памяти.

Семантика перемещений (`move semantics`).

13. Перегрузка операторов

Перегрузка арифметических операторов, операторов ввода и вывода, операторов сравнения. Использование перегрузки операторов для упрощения программы. Использование перегрузки операторов для обеспечения возможностей метапрограммирования.

Перегрузка инкремента и декремента как отдельный случай перегрузки операторов.

Конструктор копирования и оператор присваивания, необходимость их перегрузки в отдельных случаях.

14. Обработка исключений

Механизм исключений. Обработка ошибок и проблем при выполнении программы. Сопоставление механизмов исключений и кодов возврата. Классы исключений. Освобождение ресурсов при обработке исключений.

15. Шаблоны

Понятие метапрограммирования. Параметризованные функции (шаблоны). Параметризованные классы (шаблоны). Сочетание шаблонов с наследованием и с дружественными классами.

16. Библиотека STL

STL - типовая библиотека шаблонов.

Контейнеры в составе STL - последовательные, упорядоченные ассоциативные, неупорядоченные ассоциативные. Внутреннее устройство контейнеров `vector`, `set`, `map`, `unordered_set`, `unordered_map`.

Понятие итератора. Виды итераторов. Внутренняя реализация итераторов.

Обобщённые алгоритмы в составе STL и их применение к контейнерам. Особенности синтаксиса. Ограничения, вызванные структурой контейнеров и реализацией итераторов.

Другие компоненты STL: адаптеры, функторы. Стек, очередь, очередь с приоритетами как адаптеры. Реализация адаптеров на типовых контейнерах. Классы-функторы.

Лямбда-функции, их применение совместно с алгоритмами STL.

17. Приведение и автоматическое выведение типов

Динамическое приведение типов и идентификация (RTTI).

Автоматическое выведение типов, ключевое слово auto.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Информационно-аналитические системы в науках о Земле

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с формами организации исследовательской деятельности и понятием «Наука данных».

Задачи дисциплины:

- сформировать у студентов представления о научном протоколе, его трансформации и взаимосвязи промышленных революций с организационными формами исследовательской деятельности;
- продемонстрировать на конкретных примерах, как организована исследовательская деятельность, основанная на данных;
- научить работать с информационно-аналитическими системами с целью поиска научных приоритетов;
- научить студентов структурировать информацию, получаемую в ходе выполнения научно-исследовательских работ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- понятие научный протокол;
- современные организационные формы проведения научных исследований;
- структуру научной статьи и научного доклада.

уметь:

- формировать аналитический отчет по данным реферативной базы;
- осуществить самостоятельный поиск научной информации по теме исследования;
- представить графический материал на уровне, удовлетворяющем требованиям периодических изданий;
- интерпретировать полученные результаты.

владеть:

- культурой презентации научного доклада;
- навыками представления научной информации;
- навыками самостоятельной работы;
- практикой поиска приоритетных направлений геофизических исследований.

Темы и разделы курса:**1. Структура исследовательского процесса**

Научное планирование, реализация исследований и управление результатом.

Формирование научной повестки как первая стадия научного планирования.

Объект исследования и метод исследования.

Научная парадигма и большие вызовы.

2. Промышленные революции и изменение методов научного познания

Связь промышленных революция и методов научного познания.

Первая, вторая и третья промышленные революции.

Четвертая промышленная революция - наука данных.

Мегасайенс установки как современный базис проведения исследований.

Исследовательские проекты EarthScope и Asterics.

3. Банки геофизических данных. Поиск и систематизация данных

Стандартизация данных.

Курирование данных.

Big data и FAIR data.

Понятие Киберинфраструктура.

Картографические и аналитические ГИС платформы.

Представление пространственно-распределенных данных.

4. Библиографические и реферативные базы научной информации

Реферативные базы Web of Science и Scopus.

Научный профиль исследователя.

Тематический рубрикатор и актуальность тематики.

Формирование запросов и составление аналитических отчетов.

5. Структура научной статьи и научного доклада

Виды публикаций: комментарий, обзор, статья, обсуждение.

Содержательные разделы статьи и структурирование информации в статье, графическая аннотация.

Плагиат и этика научных публикаций.

Структура научного доклада.

Представление информации на слайде, вопросы по докладу.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Информационно-измерительные системы в геофизике

Цель дисциплины:

- закрепление базовых теоретических знаний и получение практических навыков о методах проектирования информационно-измерительных систем в геофизике для использования при изучении дисциплин по соответствующей бакалаврской программе.

Задачи дисциплины:

- приобретение практических навыков в задачах технического и методического обеспечения сбора, передачи, синхронизации и предварительной обработки геофизических данных.
- приобретение практических навыков, позволяющих производить оптимальный выбор аппаратуры, синтез и расчёт характеристик измерительного канала или информационно-измерительной системы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления теоретических курсов «Введение в физику ионосферы» и «Введение в физику Земли»;
- физические принципы работы измерительной аппаратуры, номенклатуру технических характеристик датчиков и других элементов измерительного канала, а также их устройство в объёме, необходимом для синтеза информационно-измерительных систем;
- основные методы анализа экспериментальных данных и спектральной обработки сигналов.

уметь:

- применять на практике знания, полученные в результате изучения физико-математических дисциплин на 1-2 курсе;
- производить оптимальный выбор оборудования в соответствии с целями и задачами геофизических исследований;

- правильно устанавливать измерительную аппаратуру на месте регистрации;
- получать численные оценки ключевых характеристик;
- разбирать основные форматы хранения геофизических данных;
- оценивать достоверность и точность измеренных величин.

владеть:

- навыками усвоения междисциплинарной информации в области физики ионосферы и физики Земли;
- культурой постановки и проведения экспериментальных геофизических исследований;
- навыками компьютерной обработки экспериментальных результатов;
- навыками самостоятельной работы.

Темы и разделы курса:

1. Измерительный канал ИИС.

Целью работы является ознакомление со структурой измерительного канала ИИС. Изучение основных характеристик измерительного канала и технических средств преобразования сигналов, амплитудно- и фазо-частотных характеристик (АЧХ и ФЧХ) измерительных приборов.

Этапы выполнения работы:

Знакомство с теоретическим материалом.

Сборка измерительного канала и запуск измерительной системы.

Решение практических задач.

2. Математические пакеты для анализа геофизических данных.

Дискретные последовательности и системы. Анализ экспериментальных данных с помощью математических пакетов на примере Matlab.

Целью работы является изучение дискретных последовательностей и систем, линейных и нелинейных инвариантных систем, периодической дискретизации сигнала; ознакомление с математическими пакетами для анализа экспериментальных данных (на примере Matlab),

Этапы выполнения работы:

Знакомство с теоретическим материалом.

Работа с теоретическими сигналами в Matlab.

Решение практических задач, связанных с дискретными последовательностями (интерполяция и децимация сигналов, определение основных параметров сигналов).

3. Преобразование Фурье.

Целью работы является ознакомление с дискретным преобразованием Фурье, быстрым преобразованием Фурье, основными параметрами дискретного преобразования Фурье,

Целью работы является ознакомление с дискретным преобразованием Фурье, быстрым преобразованием Фурье, основными параметрами дискретного преобразования Фурье,

Этапы выполнения работы:

1. Знакомство с теоретическим материалом.
2. Работа с теоретическими сигналами в Matlab.
3. Решение практических задач.

4. Фильтрация цифровых сигналов.

Целью работы является ознакомление с построением цифровых фильтров, их типов и апробацией на тестовых и реальных сигналах.

Этапы выполнения работы:

1. Знакомство с теоретическим материалом.
2. Работа с теоретическими сигналами в Matlab.
3. Решение практических задач.

5. Применение методов спектрального анализа.

Целью работы является знакомство с методами спектрального анализа на реальных геофизических данных.

Этапы выполнения работы:

Знакомство с примерами обработки реальных геофизических данных.

Выделение частот Шумановского резонанса из волновых форм вариаций электромагнитных сигналов, регистрируемых в ГФО "Михнево".

Обработка данных мониторинга землетрясений, взрывов и слабых сейсмических событий.

6. Банки геофизических данных, каталоги.

Целью работы является ознакомление с банками и каталогами геофизических данных (ГС РАН, ГЦ РАН, ИДГ РАН, IRIS, USGS, F-net, NASA, KYOTO).

Этапы выполнения работы:

1. Знакомство с теоретическим материалом.
2. Работа с каталогами геофизических данных.
3. Обработка экспериментальных данных; выделение основных закономерностей для сейсмических данных.

7. Форматы хранения геофизических данных.

Цель работы – ознакомление с основными форматами хранения геофизических данных.

Этапы выполнения работы:

1. Знакомство с материалом.
2. Разбор основных форматов хранения данных, используемый в геофизике.
3. Анализ спектральных характеристик данных, которые использовались при разборе форматов данных.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Испанский язык

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации;
- системы этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значения в истории общества;
- особенности видов речевой деятельности на испанском языке; основные особенности системы образования в Испании;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на испанском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- культурно-специфические особенности менталитета, представлений, ценностей представителей испанской и латиноамериканской культур; основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран; поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на испанском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;

- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

уметь:

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на испанском языке;
- вести диалог на испанском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественной и академической.
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и академического общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных текстов;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации в профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;

- подбирать литературу по теме, переводить и реферировать литературу, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение; реферировать и аннотировать иноязычные тексты;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения;
- выполнять перевод текстов с испанского языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала; языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения испанского языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

владеть:

- межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; когнитивными стратегиями для изучения иностранного языка; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- коммуникативной технологией построения и порождения различных типов монологического высказывания (монолог-описание, монолог-приветствие, монолог-

рассуждение, монолог-сравнение, монологическая инструкция), подготовки, построение и презентации публичного выступления (выступление-сообщение, выступление- обзор прочитанного, увиденного, выступление-доказательство и т.д.)

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на испанском языке;
- современными техническими средствами и информационно-коммуникативными технологиями для получения и обработки информации при изучении иностранного языка.
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на испанском языке.

Темы и разделы курса:

1. Тема 1. Человек

Персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания. Внешность, черты характера, привычки, взгляды на жизнь, умения и способности, потребности и интересы, ценности, идеалы, смысл жизни, достижения, профессия. Детство, отрочество и юность. Время, как самая большая ценность в жизни человека. Основные характеристики успешного человека. Успешность личности. Факторы успеха: гены, среда, характер. Преодоление трудностей.

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

2. Тема 2. Мой дом, моя семья

Генеалогическое дерево, семья, и быт, круг общения, повседневная жизнь, работа. Распределение ролей в семье. Семейные традиции. Жилье и одежда, приготовления пищи. Кулинарные предпочтения и кухня мира. Праздники, покупки, подарки. Одежда. Бытовые принадлежности. Жизнь в городе, недостатки и преимущества. Городская среда, инфраструктура города, проблемы и достижения.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о семье, семейном положении, родственниках, степени родства, семейных традициях; логически строить высказывания по самостоятельно составленному плану о семейных праздниках, выборе подарка; давать характеристику различным предметам в быту; моделировать диалог в магазине подарков, одежды; аргументировать выбор подарка;

рассказать о стиле одежды на работе, дома, для праздника и особо важных мероприятий; используя монологические высказывания сравнивать жизнь в городе и деревне; описывать и сравнивать объекты для проживания в городе и деревне, инфраструктуру; вести диалог и выражать предпочтения об условиях проживания.

3. Тема 3. Развлечения и хобби

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

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

4. Тема 4. Окружающий мир

Воздействие человека с окружающей средой. Погода и климат. Влияние человека на природу: атмосферу, леса, мировой океан, почву, животный мир. Отношения человека с окружающим миром. Современные экологические проблемы.

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

5. Тема 5. Здоровый образ жизни

Здоровье и забота о нем. Медицинские услуги. Проблемы экологии и здоровья. Полезные, вредные привычки. Физическая культура и спорт. Режим дня. Влияние современных технологий на жизнь и здоровье человека.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в обсуждении и рассказывать о полезных и вредных привычках; выражать согласие и несогласие в процессе дискуссии о здоровом образе жизни; вести диалог моделируя игровые ситуации по заданной теме; сравнить гастрономические привычки испанцев с привычками соотечественников; формулировать вопросы и ответы на вопросы о самочувствии и состоянии здоровья. Готовить сообщения с оценкой проблемы зависимости от мобильных устройств.

6. Тема 6. Путешествия

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

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

7. Тема 7. Социальная жизнь

Принадлежность и причастность к какой-либо социальной группе, коллективу и т.д. Участие в студенческих клубах или сообществах. Волонтерское движение. Благотворительность. Благоустройство. Участие в молодежных и социальных проектах. Молодежные инициативы. Социальная сознательность.

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

8. Тема 8. Культура и язык

Основные культурно-исторические вехи в развитии изучаемых стран. Особенности культуры. Культурологическое наследие испанского языка. Биографии знаменитых людей испаноязычного мира. основополагающие принципы межкультурной коммуникации и диалога культур. Культурная картина мира: представление о ценностях, нормах, нравах собственной культуры и культур других народов. Типы отношений между культурами. Языковая система. Коммуникативная функция языка. Различные формы языкового общения. Человеческая речь как средство передачи и получения основной массы жизненно важной информации. Соотношение человеческой речи и языковой системы в целом. Значение языка в культуре народов. Язык как специфическое средство хранения и передачи информации, а также управления человеческим поведением. Взаимосвязь языка, культуры и коммуникации. Культура языка, коммуникации языковой личности, идентичность, стереотипы сознания, картины мира и др.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять ценности, этические нормы своей культуры и нормы других культур; обсуждать особенности и типы отношений между культурами; обсуждать важность учета различий средств передачи информации, коммуникативных стилей, присущих другим культурам; высказывать гипотезы и свою точку зрения о взаимодействии языка и культуры; описывать прошедшие события. Рассказывать об известных людях прошлого и настоящего. Оценивать прошедшие события.

9. Тема 1. Образование

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: суммировать основные идеи статьи о важности образования в современном обществе; сделать выводы о ценности образования на основе статистики; обсудить недостатки и

преимущества высшего образования; обсудить плюсы и минусы различных технологий обучения; дискутировать о профессиях будущего и собственном выборе профессии.

10. Тема 2. Креативность и творчество

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

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

11. Тема 3. Жизненные ценности

Ценность жизни. Три основных круга жизненных ценностей: личная жизнь и отношения, работа и бизнес, собственное развитие. Влияние семьи и социума на формирование жизненных ценностей. Индивидуализация ценностей в жизни и самооценность. Представление о жизненных ценностях как ориентирах в жизни.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о ценностных ориентирах в жизни человека, описывать собственное представление о жизненных ценностях, обмениваться мнениями о влиянии окружающей действительности и социума на формирование жизненных ценностей и собственного представления о ценности жизни.

12. Тема 4. Экология и здоровье человека

Взаимосвязь экологии и здоровья человека. Зависимость уровня здоровья человека от качества естественной среды обитания. Экологические факторы – свойства среды, в которой мы живем. Гигиена и экология человека. Экология и ее влияние на жизнедеятельность. Роль экологического образования в рациональном природопользовании. Зависимость общественного здоровья от природных факторов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обмениваться мнениями о роли экологии, гигиены на здоровье человека; рассуждать о зависимости здоровья человека от факторов окружающей среды; обсуждать влияние экологических факторов среды на здоровый образ жизни человека; составлять описательные эссе по тематике; делать выводы, формулировать мнение о роли экологического образования для сохранения естественной среды обитания на планете.

13. Тема 5. Академическая мобильность

Академическая мобильность как инструмент межкультурной коммуникации. Значение межкультурной коммуникации для академической мобильности. Особенности социальной и академической адаптации в условиях академической мобильности. Межкультурная коммуникация и коммуникативная компетенция в процессе академической мобильности.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в полилоге, в том числе в форме дискуссии с соблюдением речевых норм и

правил поведения, принятых в странах изучаемого языка, запрашивая и обмениваясь информацией, высказывая и аргументируя свою точку зрения, возражая, расспрашивая собеседника и уточняя его мнения и точки зрения, беря на себя инициативу в разговоре, внося пояснения/дополнения, выражая эмоциональное отношение к высказанному/обсуждаемому/прочитанному/ увиденному; обсуждать преимущества международной академической мобильности; приводить примеры академической мобильности в иноязычной и родной культуре; решать проблемные вопросы, связанные с культурной адаптацией в международной академической среде; участвовать в ролевой игре по типичным ситуациям международной академической мобильности.

14. Тема 6. Работа

Современный мир профессий, рынок труда и проблемы выбора будущей сферы трудовой и профессиональной деятельности, профессии, планы на ближайшее будущее. Значение труда в жизни человека. Сущность и функции работы для общества. Интересные профессии 21 века. Работа и карьера. Рынок труда и трудоустройство молодежи в современном мире.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в дискуссии запрашивая и обмениваясь информацией, высказывая и аргументируя свою точку зрения о значении труда в жизни человека возражая, расспрашивая собеседника и уточняя его мнения и точки зрения, брать на себя инициативу в дискуссии, внося пояснения/дополнения, выражая эмоциональное отношение к высказанному/обсуждаемому/прочитанному/ увиденному; описывать планы на ближайшее будущее; объяснять и готовить монологические высказывания о роли работы и карьере, проблемах трудоустройства молодежи в современном мире.

15. Тема 1. По страницам истории Испании. Образование и культура. Старейшие университеты Испании

История Испании. Хуан де Марианна – первый историк Испании. Формирование территориальных границ. Доисторическая Иберия. Доримское население Испании. Карфагенская и греческая цивилизации. Римская Испания. Правление варваров. Византийская Испания. Мусульманская Испания. Реконкиста. Золотой век Испании. Династия испанских королей. Эпоха Бурбонов. Реставрация Бурбонов. Революции и гражданские войны XIX века. Правление Франко. Переход к демократии. Смена правительств в XX веке. Филипп XVI и современное устройство власти. Феномен поколения «Испанских детей» и его влияние на социокультурный контекст.

Становление системы образования в Испании. История старейших университетов в мире: университет Саламанки, Университет Святого Духа в Оньате, Университет Кордовы. Образовательные возможности университетов во время Конкистадоров. Комплектование университетских библиотек. Создание первых университетских кампусов. Формирование научных сообществ. Получение грантов и стипендий при университетах. Перспективы образовательной политики Испании.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

участвовать в беседе о значимых исторических событиях; анализировать внешние и внутрисполитические процессы; аргументировать свою точку зрения на то или иное историческое событие; прогнозировать влияние исторических событий на ближайшее будущее время; сопоставлять полученные сведения с историей другого европейского

государства; рассуждать о современных проблемах в системе образования, поддерживать разговор на тему становления испанской образовательной системы; обмениваться опытом и сопоставлять испанскую образовательную систему с российской; говорить о достоинствах и недостатках получения высшего образования; прогнозировать возможные образовательные реформы и оценивать степень их влияния на развитие общеевропейской образовательного процесса.

16. Тема 2. Золотой век испанского театра.

Появление первых театральных трупп. Строительство первых испанских театров – Корралей. Формирование центров театральной культуры в Мадриде и Севилье. Появление первых драматургов: Хуан де ла Куэва и Лопе де Руэда. Произведения П. Кальдерона («Жизнь есть сон», «Благочестивая Марта»), Тирсо де Молины («Севильский озорник», «Дон Хиль зелёные штаны»), Лопе де Веги («Собака на сене», «Учитель танцев») на испанской сцене. Культура поведения зрителя в испанском театре. Опыт современных постановок репертуара Золотого века.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о философии, культуре, социальной жизни общества на примере драматургии; рассуждать о влиянии литературы на развитие театральной культуры; обсуждать роль театра в жизни общества; аргументировать собственную точку зрения на околотеатральные темы; узнавать жестовый язык коммуникации, заложенный в ремарках каждой пьесы; прогнозировать актуальность тем, которые могли бы быть интересны зрителю в современном театре.

17. Тема 3. Удивительный мир испанской литературы

Основные этапы развития испанской литературы. Разнообразие стилей и жанров в каждой конкретной эпохе. Средневековая литература («Песнь о моем Сиде», «Семь инфантов Лары»). Литература эпохи ренессанса («Книга жизни» Святой Терезы де ла Крус, «Жизнь Ласарильо де Тормеса»). Жанр рыцарских романов. М. Сервантес - автор «Дон Кихота». Литература эпохи барокко на примере творчества Луиса де Гонгоры, Франсиско Кеведо и Сор Хуаны. Становление эпохи романтизма и реализма: женская литература (Росалиа де Кастро). Современная испанская поэзия на примере группы «Поколение 98». Доступность литературы самому широкому кругу читателей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные направления развития испанской литературы, проводить сопоставительный анализ перевода на русский язык; дискутировать на тему влияния литературы на общий исторический контекст; проводить интервью на тему любых литературных произведений; читать вслух и развивать навыки фонематического восприятия текстов разного языкового уровня; пересказывать краткое содержание основных сюжетных линий сложного литературного произведения; выражать собственное мнение о прочитанном.

18. Тема 4. Три века испанской живописи

Этапы становления испанской живописи. Художники Золотого века: Эль Греко, Франсиско Сурбаран и Диего Веласкес. Появление первых испанских школ живописи. Творчество придворных испанских художников на примере Диего Веласкеса. Роль Сальвадора Дали и Пикассо в формировании современной художественной культуры. Коллекции испанских музеев живописи: Прадо, Гугенхайм, музей Сальвадора Дали.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о значимости живописи в социально-культурной жизни общества; описывать произведения искусства; выражать свою точку зрения на произведение живописи или её автора; обсуждать важность сохранения культурного наследия; принимать участие в дискуссии о современных методах репрезентации художественных произведений.

19. Тема 5. История стран Латинской Америки

Америка в доколумбовую эпоху. Дешифровка письменности майя Ю. Кнорозовым. Завоевание Латинской Америки: эпоха конкистадоров. Образование в Латинской Америке независимых государств. Экскурс в историю Колумбии: колониальный период, образование колумбийской республики, современность. Уникальная культура Мексики в колониальный период, отделение Техаса, война с США, правление Порфирио Диаса, череда революций XX века. История Аргентины: эпоха индейцев, испанская колония, правление Росаса, два периода правления Хуана Перона. Страницы истории Чили: испанское заселение, обретение независимости, реформы во времена демократического правления, Эра Пиночета, эпохи президентов. Остров Куба: доколумбовая эра, войны за независимость, период правления Фиделя Кастро.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о социально-экономической сущности исторических процессов; проследить закономерность в развитии латиноамериканских стран; проводить компаративистский анализ разных стран Латинской Америки; выстраивать перспективы развития исходя из исторических предпосылок; выделять межрасовые различия разных народов Латинской Америки для невербальной и вербальной коммуникации.

20. Тема 6. Образование и культура стран Латинской Америки

Высшие учебные заведения Латинской Америки: Национальный автономный университет Мексики, Чилийский государственный университет, Национальный университет Колумбии. Перспективы образовательных программ: система грантовой поддержки. Развитие онлайн курсов и программ дистанционного образования при ведущих латиноамериканских университетах. Программа научной мобильности. Международное сотрудничество.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о современных проблемах в системе образования, поддерживать разговор на тему становления испанской образовательной системы; обмениваться опытом и сопоставлять испанскую образовательную систему с российской; говорить о достоинствах

и недостатках получения высшего образования; прогнозировать возможные образовательные реформы и оценивать степень их влияния на развитие общеевропейской образовательного процесса.

21. Тема 7. Жанр магического реализма в латиноамериканской литературе

Краткий экскурс в историю латиноамериканской литературы. Истоки магического реализма. Творчество Габриэль Гарсия Маркеса на примере романа «Сто лет одиночества». Личность Хулио Кортасара и особенности восприятия романов «Игра в классики» и «62 модель для сборки». Метафизика Хорхе Луис Борхеса в «Истории танго», издание журнала «Мартин Фьерро». Нобелевские лауреаты по латиноамериканской литературе: Пабло Неруда, Октавио Пас, Марио Варгас Льюса.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные направления развития испанской литературы, проводить сопоставительный анализ перевода на русский язык; дискутировать на тему влияния литературы на общий исторический контекст; проводить интервью на тему любых литературных произведений; читать вслух и развивать навыки фонематического восприятия текстов разного языкового уровня; пересказывать краткое содержание основных сюжетных линий сложного литературного произведения; выражать собственное мнение о прочитанном.

22. Тема 8. Кинематограф Испании и Латинской Америки

Кинематограф Испании. Первые годы испанского кинематографа. Расцвет немого кино. Кинематограф во время войны: Рафаэль Хиль и Хуан де Ордунья. Послевоенные годы: Хуан Антонио Бардем. Новое испанское кино на примере творчества Карлоса Сауры. Эпоха демократии в испанском кинематографе: Педро Альмодовар и Алехандро Аменабар. Международный кинофестиваль в Вальядолиде и премия Гойя. Кинематограф Латинской Америки. Аргентинские шестидесятники. Поэтика Фернандо Соланаса. Голоса мастеров мексиканского кинематографа: Артуро Рипстейн. Национальный Смотр новый режиссеров и выпускники Международной школы кино и телевидения на Кубе. Чилийское кино сопротивления на примере творчества Беатрис Гонсалес. Звездный час уругвайского кино: Хуан Пабло Ребелья и Пабло Штоль. Латиноамериканское кино на российском экране.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

уметь формулировать основную мысль просмотренного киноматериала; дискутировать вокруг основных проблем; анализировать сильные и слабые стороны кинематографа; выстраивать перспективу зрительского интереса; прогнозировать актуальность затрагиваемых проблем для социокультурного развития страны; изучать различные диалекты испаноговорящих стран; фокусировать внимание на передаче смысла речи путем невербальной и вербальной коммуникации.

23. Тема 1. Основы политологии

Политология как научная дисциплина. Центральные понятия. Становление и развитие, структура политической науки. Профессия политолога. Биографические сведения о выдающихся политиках и учёных-политологах прошлого. Политическая власть, формы и категории власти. Политический режим. Человек как субъект политики, политического поведения. Разновидности политического участия. Политическая культура. Внешняя политика. Политология и социология, политология и психология: взаимодействие.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о сущности профессии политолога, о структуре политологии, аргументировать свою точку зрения; участвовать в обсуждении различных политических режимов и форм власти; формулировать и анализировать проблемы по изученной теме; вести неподготовленный диалог по общественно-политической тематике.

24. Тема 2. Государство

Сущность государства. Формы современного государства. Основные тенденции развития государственности в современном мире. Гражданское общество. Формы правления. Сферы деятельности государства. Государство и частная жизнь. Формирование человеческого капитала. Роль политической элиты. Обеспечение безопасности граждан. Цели государства. Государственно устройство Испании, стран Латинской Америки (ЛА). Геополитические интересы стран ЛА. Испания в современной системе международных отношений. Экспансия испанского языка в США, двуязычие. Роль католической церкви в странах ЛА. Внутренняя и внешняя политика стран ЛА- ключевые направления. Развитие отношений между странами ЛА и Россией.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной форме.; участвовать в обсуждении, излагать собственные суждения, обмениваться мнениями, участвовать в ситуационно-ролевой игре в виде пресс-конференции, выступить в том числе в роли переводчика; вести дискуссию в том числе с преподавателем по пройденным темам.

25. Тема 3. Глобальные проблемы человечества

Критерии выделения глобальных проблем. Социально-политические проблемы. Проблемы социально-экономической отсталости развивающихся стран. Обзор научных знаний об изменении климата. Мировой технический прогресс и проблемы экологии. Ресурсы. Глобализация. Интересы корпораций (на примере стран ЛА). Права человека. Миграция – социальный аспект. Межэтнические конфликты. Наркобизнес (на примере стран ЛА). Террористическая угроза. Религиозный терроризм. Иммиграция и демографические процессы. Демографические проблемы. Урбанизация. Система здравоохранения. Мировая продовольственная проблема. Негативное влияние биотехнологий на окружающую среду, человека и животных.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

взаимодействовать в группе для определения методов решения исследовательской проблемы, выбора источников информации, способов ее сбора и анализа; обмениваться мнением по постановке задач и обсуждении критериев оценки результатов, четко формулировать возможности исполнения поставленных задач; высказывать как можно большее количество вариантов, отстаивать свою позицию, достигать компромисса; вести

дискуссию по заявленным темам, учитывая тип адресата, адаптируя речь к ситуации общения.

26. Тема 4. Международные организации. Корпоративная этика в Испании и странах Латинской Америки

Определение и признаки международных организаций. Классификация. Африканский союз. Андское сообщество наций. Всемирная ассоциация операторов атомных электростанций. Международное агентство по атомной энергии. ВТО. ООН. БРИКС. МЕРКОСУР. Роль международных неправительственных организаций. Актуальные проблемы международных организаций. Корпоративная философия и корпоративная культура. Виды, принципы и приоритеты, функции корпоративной культуры. Формирование целевого образа корпоративной культуры. Взаимосвязь ценностей и корпоративной культуры со стратегией развития бизнеса и предпринимательства. Современные концепции корпоративной культуры. Формирование кодекса корпоративной культуры в бизнесе и предпринимательстве. Роль корпоративной культуры в развитии предпринимательства и бизнеса. Культура как бренд. Коммуникации корпоративной культуры.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

участвовать в обсуждении, инсценировать переговоры в команде (составить и подписать соглашение), вести круглый стол, диалогическое общение в официальной и неофициальной обстановке, проводить дебаты, ролевые игры и т.д.; дискутировать о философии корпоративной культуры в формировании целевого образа компании как бренда, приводить практические примеры; рассуждать о обсуждать роль корпоративной культуры в развитии предпринимательства и бизнеса на основе комплекса убеждений, ценностей и ожиданий; участвовать в обсуждении изменений современных концепций формирования и функций корпоративной культуры; делать сообщения о выборе стратегии и принципов выстраивания корпоративной культуры в известных компаниях-гигантах.

27. Модуль 1. Испанский язык для общих целей

28. Модуль 2. Испанский язык для академических целей

29. Модуль 3. Испанский язык для специальных целей

30. Модуль 4. Испанский язык для международного сотрудничества

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Использование вычислительных алгоритмов для моделирования белок-белковых взаимодействий

Цель дисциплины:

обеспечить понимание основных принципов моделирования молекулярных взаимодействий, а также используемых вычислительных методов и их реализаций.

Задачи дисциплины:

1. обеспечение понимания студентами структуры и роли молекулярных взаимодействий (белок-белок, белок-лиганд);
2. освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области молекулярного моделирования;
3. формирование представления о численных реализациях базовых методов молекулярного моделирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы молекулярной структуры и физики молекулярных взаимодействий;
- основные мат модели и численные процедуры, применяемые в моделировании молекулярных взаимодействий.

уметь:

- использовать пакет визуализации биомолекул Rmol;
- реализовывать алгоритмы применяемые в моделировании молекулярных.

владеть:

- навыками о молекулярной структуре биомолекул;
- навыками построения моделей молекулярных взаимодействий;

- навыками ревлизации этих моделей на компьютере.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия о структуре биологических молекул и их взаимодействиях .

Роль молекулярных взаимодействий в биологических системах.

2. Визуализация биологических молекул.

Использование пакета VMD. Репрезентации молекул. База данных белковых структур как основной источник структурных данных о биомолекулах. Формат файла PDB. Особенности экспериментальных технологий разрешения биомолекулярных структур: рентгеновская кристаллография, ЯМР и электронный микроскоп.

3. Метод Монте-Карло.

Общая формулировка. Применение Метода Монте-Карло для моделирования биологических объектов. Молекулярный докинг.

4. Использование пакета NAMD для молекулярного моделирования.

Минимизация энергии, нагрев системы, эквilibрация и равновесные симуляции. Конфигурационные файлы программы NAMD. Файл структуры белка PSF. Использование удалённых вычислительных ресурсов.

5. Методы кластеризации результатов моделирования.

Понятие о кластеризации. Основные методы и алгоритмы численной реализации.

6. Анализ белковых структур.

Построение карты контактов. Различные типы карт контактов

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

История и философия культуры. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о фундаментальных закономерностях развития современной культуры и овладение основными подходами к ее изучению.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных проблемах и событиях мировой и отечественной культуры, особенностях этапов ее развития;
- выработка навыков творчески исследовать сложные, теоретически нагруженные, гуманитарные тексты, актуализировать их смыслы;
- выработка умения определять собственные позиции и аргументировано отстаивать их, используя вопросноответные процедуры;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка умения использовать теоретический материал по научно-философскому осмыслению феномена культуры для формирования научно обоснованной теоретической и общемировоззренческой позиции обучающихся;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные концепции различных этапов развития философии культуры, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории и философии культуры;
- отличительные свойства различных этапов развития мировой философской мысли и отдельных философских течений;
- суть наиболее значимых проблем философии культуры и основные варианты их решения в различных школах.

уметь:

- использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- получать, понимать, изучать и критически анализировать научную информацию по тематике исследования и представлять результаты исследований;
- критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль профессиональной деятельности;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого переосмысления.

владеть:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- способностью к самоорганизации и самообразованию;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории и философии культуры.

Темы и разделы курса:**1. Предмет и метод истории и философии культуры России.**

Понятие «философия культуры». Предмет философии культуры, особенности философии отечественной культуры. Культура как форма самосознания народа. Культура России и мировоззрение.

2. История и философия культуры России до нач. XVI в.

Культура восточных славян, славянский пантеон и языческие обряды. Влияние византийской и других культурных традиций. Введение христианства и его культурно-историческое значение. Истоки русской культуры. Становление национальной культуры. Устное народное творчество. Славянская письменность. Древнерусская литература. Роль городов и ремесла. Русская церковь в домонгольский период. Влияние монгольского завоевания на развитие русской культуры. Культурное развитие русских земель в XIV-XV вв.

3. Культура России нового времени.

«Обмирщение» русской культуры в XVII в. Расширение культурных связей с Западной Европой. Создание школ. Славяно-греко-латинская академия. Новые жанры в литературе. Влияние реформ Петра Великого на формирование русской культуры: историко-философская оценка, дискуссии о роли петровских реформ. Формирование

национальных школ в культуре XVIII в. Поиск национально-политической идентичности. Славянофилы. Западники. Правительственная идеология и рождение теории «официальной народности». Развитие науки и техники в России в первой половине XIX в. Открытия и технические изобретения. Литература и книгоиздание. Стили и направления в литературе: сентиментализм, романтизм, реализм. Музыкальная культура. Живопись: от классицизма к романтизму и реализму. Архитектура. Театр. Великие реформы и русская культура. Перемены в системе образования: училища, школы, гимназии, университеты. Развитие науки и техники. Золотой век русской литературы. Просвещенный дворянин и «дикий» помещик. Значение дворянской культуры в истории России.

4. История и философия истории отечественной культуры новейшего времени.

Культурное развитие России в первой четверти XX в. и его особенности. «Серебряный век»: историко-философская характеристика. Революция и культура. Культура русской эмиграции. Советская культура как историко-философский феномен. Социалистический реализм. Особенности и общие черты развития мировой и советской философии и культуры в середине и второй половине XX в. Проблема отечественного постмодернизма. История и философия отечественной культуры последних десятилетий XX в.

5. Современная культура России и подходы к ее изучению.

Философия и культура России первых десятилетий XXI в. Проблема формирования современной культурной идентичности. Формы и проявления современной российской культуры. Цифровая эпоха в культурно-историческом аспекте. Социальные сети как культурный феномен.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

История и философия культуры

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о фундаментальных закономерностях развития современной культуры и овладение основными подходами к ее изучению.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных проблемах и событиях мировой и отечественной культуры, особенностях этапов ее развития;
- выработка навыков творчески исследовать сложные, теоретически нагруженные, гуманитарные тексты, актуализировать их смыслы;
- выработка умения определять собственные позиции и аргументировано отстаивать их, используя вопросоответные процедуры;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка умения использовать теоретический материал по научно-философскому осмыслению феномена культуры для формирования научно обоснованной теоретической и общемировоззренческой позиции обучающихся;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные концепции различных этапов развития философии культуры, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории и философии культуры;
- отличительные свойства различных этапов развития мировой философской мысли и отдельных философских течений;
- суть наиболее значимых проблем философии культуры и основные варианты их решения в различных школах.

уметь:

- использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- получать, понимать, изучать и критически анализировать научную информацию по тематике исследования и представлять результаты исследований;
- критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль профессиональной деятельности;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого переосмысления.

владеть:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- способностью к самоорганизации и самообразованию;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории и философии культуры.

Темы и разделы курса:**1. Предмет и метод истории и философии культуры**

Понятие «философия культуры». Предмет философии культуры, ее актуальность и назначение. Особенность философской методологии в исследовании культур. Творческий характер философии культуры. Культура как путь самосознания человечества. Культура и мировоззрение. Классификация концепций культуры. Культура как системно-целостное единство форм, способов, продуктов деятельности, институтов, процессов и тенденций человеческого бытия. Культура в социальной среде.

2. Формы и принципы истории и философии культуры

Принципы современной философии культуры. Особенности форм философско-культурологического познания. Время и пространство культуры.

Социокультурная парадигма.

3. История становления и развития философии культуры

Место культуры в структуре современного знания о культуре, определение границы философии культуры и теории культуры. Культура как саморазвивающаяся система. Периоды развития культуры: Первобытная культура; Культура Древнего мира; Культура

Средних веков; Культура Возрождения или Ренессанса; Культура Нового Времени; Культура Новейшего Времени. Первобытность как культурный мир. Культурная роль собирательства, охоты, земледелия, скотоводства, ремесленничества. Расширяющийся мир духовной культуры. Круг проблем, рассматриваемых философией культуры. Основные этапы эволюции представлений в области философии культуры. Становление художественной культуры как синтеза материальной и духовной культуры. Становление полярностей в культуре и субкультуре. Тотальный разрыв культуры Нового времени с бытийной средой. Современная ситуация кризиса в культуре. «Новая телесность» в современной культуре. Границы «человеческого»/«технического». Феномен боли в контексте «новой телесности» и ее рефлексия в современном искусстве. Преломление идей медикализации в современной художественной культуре.

4. Методологические основания философии культуры

Понятие «метод», «методика», «методология». Частные, общенаучные и философские методы. Специальные методы в познании культуры. Философия культуры как методологический уровень культурологии. Комплекс философских методов изучения культуры. Образ культуры в зеркале системной и синергетической методологии.

5. Культура и природа

Культура как надприродная форма бытия. Экстравертность культуры по отношению к природе. Практические формы отношения культуры к природе. Способы производства, политика и практика природопользования, техникотехнологическое знание. Способы производства, политика и практика природопользования, техникотехнологическое знание. Диапазон форм отношения к природе: от обожествления природы и адаптации в ее реальностях до хищнического истребления и навязывания ей человеческой воли.

6. Культура и общество

Коммуникативная природа культуры. Способы, виды и формы общения. Массовые коммуникации в культуре. Субкультуры. Культура социальных институтов. Культура как свободная деятельность. Проблема взаимодействия и взаимообогащения культур. Культура как творчество и форма самореализации человека и человечества. Понятие «границ человеческого» в условиях современного гиперреального общества. Понятие виртуальной реальности и ее роль в формировании картины мира. Виртуализация человеческого существования в современном обществе и культуре.

7. Культура и человек

Создание мифов, религии и искусства; созидание теоретических образов мира (наука, философия, идеология). Человек как биосоциокультурное существо. Человек как творец и творение культуры. Ценностная природа человека. Языки культуры. Виртуализация человеческого существования в современном обществе и культуре. Нечеловеческое-человеческое.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

История и философия науки и технологий. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о развитии технологий и научного знания, взаимосвязи научно-технологических достижений и политических, социально-экономических процессов, явлений в области религии, образования и культуры, получение систематизированных знаний об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса и мирового и отечественного научно-технологического развития.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных этапах научно-технологического развития человечества, особенностях этих этапов;
- выработка навыков выстраивания причинно-следственных связей между изменениями в жизни исторических обществ и их технологическими достижениями;
- выработка понимания места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные этапы научно-технологического развития человечества, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории науки и технологий;
- основные проблемы и историографические концепции истории науки и технологий.

уметь:

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития России и мира, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

владеть:

- представлениями о ключевых событиях российской и всемирной истории, связанных с основными научно-технологическими изменениями;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории науки и технологий России и мира.

Темы и разделы курса:

1. Развитие отечественной науки и технологий в эпоху НТР: основные подходы к изучению

Эпоха НТР и ее особенности в России. Трактовки понятия «научная революция» и его критика. Особенности развития науки в России новейшего времени. Взаимосвязь технологического развития и социально-экономических процессов. Технологии и политика. Технологии и культура.

2. Наука и технологии в России на рубеже XIX–XX вв.

Наука и образование в императорской России на рубеже XIX–XX вв. Д.И. Менделеев и его таблица в контексте становления современной науки. Паровоз, пароход, телеграф: новые технологии транспорта и связи и их социально-экономическое и культурное влияние. Первая мировая война и ее влияние на развитие отечественной науки и техники.

3. Наука и технологии в России в первой половине XX в.

Становление советской модели организации науки. Научно-техническая отрасль в идеологическом, социальном и политическом контексте раннего СССР. Роль технологических заимствований в мегапроектах первых пятилеток. Роль научно-технических достижений в успехах советского фронта и тыла. Противостояние «пули и брони». Управление экономикой в военное время: технологии мобилизации. Советская медицина. Начало эры антибиотиков.

4. Наука и технологии в России второй половины XX в.

Советский военно-промышленный комплекс и технологическое развитие. Советский атомный проект. Военный и мирный атом. Конкуренция как принцип организации советского ВПК. Феномен «наукоградов», новосибирский Академгородок. Институциональное устройство советской науки, роль исследований в вузах. Освоение ближнего космоса. Пилотируемая космонавтика, ее социальное и мировоззренческое значение. Роль С.П. Королева. Влияние марксистской идеологии на развитие естественных наук в СССР. Кибернетика и квантовая физика как «буржуазные науки» и их реабилитация. Организация партийного контроля за наукой в послевоенном СССР. Наука и технологии в позднесоветском обществе и культуре. Социология и демография отрасли исследований и разработок в позднем СССР. Формирование субкультуры советской научно-технической интеллигенции, «физики» и «лирики». Проблема квазинаучного и псевдонаучного знания в позднем СССР и постсоветский период. Научно-техническое развитие в позднем СССР и мире: параллели и различия. Интернет и «советский интернет». Экологическое движение в мире и в СССР.

5. Тенденции и проблемы развития науки и технологий в современной России.

Россия и мир в контексте проблем и перспектив научно-технологического развития в XXI веке. Концепция постиндустриального общества и его главные черты. Россия в постиндустриальном мире. Цифровые технологии и основные тенденции их развития в современной России. Наука и образование в рыночных условиях. Роль отечественной науки в современном мировом научном сообществе.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

История и философия науки и технологий

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления о развитии технологий и научного знания, взаимосвязи научно-технологических достижений и политических, социально-экономических процессов, явлений в области религии, образования и культуры, получение систематизированных знаний об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса и мирового и отечественного научно-технологического развития.

Задачи дисциплины:

- Формирование целостного представления об основных этапах научно-технологического развития человечества, особенностях этих этапов;
- выработка навыков выстраивания причинно-следственных связей между изменениями в жизни исторических обществ и их технологическими достижениями;
- выработка понимания места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные этапы научно-технологического развития человечества, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории науки и технологий;
- основные проблемы и историографические концепции истории науки и технологий.

уметь:

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития России и мира, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

Владеть:

- представлениями о ключевых событиях российской и всемирной истории, связанных с основными научно-технологическими изменениями;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории науки и технологий России и мира.

Темы и разделы курса:

1. Развитие науки и технологий в исторической перспективе: основные подходы к изучению.

История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. История изучения и актуальные подходы к изучению научно-технического развития. Понятие технического, техники, технологии. Понятие науки. Представление о «нормальной науке» и «научной революции», «научном сообществе». Ученый и инженер как социальная роль, статус, профессия. Взаимосвязь и взаимовлияние научно-технологического развития и социальных, политических, экономических процессов.

2. Технологии первобытного общества и Древнего мира.

Сельскохозяйственная революция как первая технологическая революция в истории. Роль зернового земледелия. Природно-географические факторы развития первых цивилизаций и дискуссии о концепции сельскохозяйственной революции Дж. Даймонда и Дж. Скотта.

Научные и технологические знания в античном мире, Аристотель как «первый ученый»? Дискуссии о роли церкви и богословия в развитии научных познаний в Западной Европе, влияние космогонии и физики Аристотеля в Средние века. Проблема европоцентризма в изучении истории науки и техники. Рецепция наследия античности в арабском мире и влияние арабской науки в средневековой Европе. Знания и технологии в Древнем Китае. «Парадокс Нидхэма».

3. Наука и технологии на пороге Нового времени.

Рождение науки в современном понимании, ее теоретические и институциональные основания. Придворное общество и патронаж как факторы развития науки. Галилео Галилей при дворе Медичи. Размежевание научного и «ненаучного»: роль и место алхимии в развитии раннего научного знания. Становление и институционализация эксперимента как способа производства, доказывания и презентации научных знаний. Эксперименты Р.Бойля. Проблема прикладной применимости ранних научных знаний. Научное знание в России от Петра I до Екатерины II, рождение Академии наук.

«Революция в военном деле»: от изобретения пороха до массового использования огнестрельного оружия. Проблема низкой эффективности раннего огнестрельного оружия. Организационные инновации в военном деле. Почему «революция в военном деле» произошла в Западной Европе, а не в Китае? Влияние перехода к массовому использованию огнестрельного оружия на становление современной бюрократии: концепция «военно-фискального государства» и преобразования Петра I в России.

У истоков промышленной революции: паровой двигатель. Первые попытки использования парового двигателя в Западной Европе и России. Проблема разрыва между научным знанием и технологиями на раннем этапе промышленной революции. Эпоха Просвещения и «промышленное Просвещение». Экономический и институциональный контекст внедрения парового двигателя в Англии. Предпосылки для возникновения промышленной революции.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

От кустарного к фабричному производству. Движение к стандартизации и взаимозаменяемости деталей в массовом производстве. Развитие оружейной промышленности в России и мире в XIX веке.

Изобретение исследовательского университета. Упадок классического университета в XVIII столетии. Наполеоновский университет. Гумбольдт и новая модель университета в контексте прусского политического проекта. От гумбольдтовского университета к становлению новой модели исследовательского университета в США. Рождение научной лаборатории, ее социальная организация и социальные преобразования. Развитие технического образования. Начало планирования науки, централизация научных учреждений, образования. Возникновение и эволюция технических наук. Университеты и университетская наука в императорской России. Д.И. Менделеев и его таблица в контексте становления современной науки.

Паровоз, пароход, телеграф: новые технологии транспорта, связи. Социальное конструирование технологий и их социально-экономическое, культурное влияние. Технологическое развитие и европейский колониализм XIX века.

5. Основные проблемы научно-технического развития в XX – начале XXI в.

Научно-техническая революция XX века: основные контуры. Первая мировая война и ее влияние на развитие науки и техники. Форсированная индустриализация в СССР и становление советской модели организации науки. Наследие царского времени, советские инновации и международные модели. Научно-исследовательский институт как форма организации научной деятельности в СССР.

Феномен «большой науки» в мире и СССР в послевоенный период: институциональные аспекты. Доклад В. Буша (Science, the Endless Frontier) в США. Особенности организации научно-технологического комплекса в СССР: роль Академии наук, вузов, отраслевых институтов. «Холодная война», гонка вооружений и научно-техническое развитие. Советская физика. Советский атомный проект.

Наука и технологии в советском обществе и культуре. Советская научно-технической интеллигенции: от «старых» спецов к служащим советского государства. Ученый и инженер как массовая профессия в послевоенный период. Феномен «наукоградов», новосибирский Академгородок. Наука и техника в советской массовой культуре.

От технологического энтузиазма к критике научно-технического прогресса в мире в послевоенный период. Доклад Римскому клубу «Пределы роста». Экологическое движение в мире и в СССР. Устойчивое развитие. Постколониализм.

Трансформация научно-технологической сферы к концу XX века. Понятие инноваций, цикл и формы организации инновационного процесса. Наука в эпоху глобализации. Новый менеджериализм в науке и высшей школе, его критика. Советские НТР в позднесоветский и постсоветский период: институциональные, организационные и профессиональные преемственности и трансформации.

Новые технологии XXI века и связанные с ними этические и социальные вызовы. Цифровые технологии и основные тенденции их развития. Когнитивный капитализм: знания и информация как важнейшие факторы современного производства. Цифровое неравенство, цифровые идентичности, онлайн сообщества, цифровые пространства. Киборги, постгуманизм, «умные» технологии и реконфигурации человеческой-нечеловеческой агентности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

История России. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России.

Задачи дисциплины:

- Знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;
- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;
- понятия и термины, относящиеся к истории России;

– основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

уметь:

- Анализировать проблемы истории России, устанавливать причинно-следственные связи;
- анализировать и оценивать социальную и экономическую информацию;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее.

владеть:

- Общенаучными и специальными историческими методами, способами и средствами исследований в области отечественной истории;
- представлениями о событиях российской и всемирной истории, основанными на принципе историзма;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации.
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории России.

Темы и разделы курса:

1. Периодизация и хронология новейшей истории России. Проблемы источниковедения и историографии истории России XX – начала XXI в.

Проблемы периодизации новейшей истории России. Особенности источников по новейшей истории России. Отражение спорных вопросов отечественной истории новейшего времени в российской и зарубежной исторической науке и общественном дискурсе. История России XX и начала XXI в. и основные события и процессы всеобщей истории.

2. Россия на рубеже XIX–XX вв. и в начале XX в. Первая мировая война.

Россия в начале XX в. Противоречия «русского капитализма». Русско-японская война. Общественная жизнь. Либерализм и консерватизм. Революция 1905-1907 гг. Становление российского парламентаризма. Политические партии в России начала века: генезис, классификация, программы, тактика. Государственная дума и Государственный совет. Региональная структура управления. Местное самоуправление. Усиление государственного регулирования экономики. Экономические реформы С.Ю. Витте и П.А. Столыпина.

Россия в системе международных отношений. Проблемы догоняющей модернизации. «Восточный вопрос» во внешней политике Российской империи. Капиталистические войны

конца XIX – начала XX вв. за рынки сбыта и источники сырья. Завершение раздела мира и борьба за колонии.

Россия в Первой мировой войне. Причины вступления России в войну, планы ведения боевых действий. Подготовка к войне. Этапы Первой мировой войны. Брусиловский прорыв. Истоки общенационального кризиса. Усиление кризиса власти в годы войны.

3. Великая Российская революция. Большевики приходят к власти. Гражданская война.

Февральская революция. Временное правительство и Петроградский Совет. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Большевистская стратегия: причины победы. Октябрь 1917 г. Экономическая программа большевиков. Гражданская война и интервенция. Первые шаги советской власти. Трансформация дореволюционных идей большевиков: государственное управление, армия, экономика. Формирование однопартийной системы. Становление новой правовой системы: от первых декретов до Конституции 1918 г. Государственное устройство. «Советская демократия» и партийные органы. Замена конституционных органов власти чрезвычайными. Централизация власти. Экономические, социальные и политические аспекты политики «военного коммунизма». Кризис «военного коммунизма».

Гражданская война: причины, действующие лица, политические программы сторон. Красный и белый террор. Причины поражения антибольшевистских сил. Российская эмиграция. Советская Россия на международной арене. Брестский мир. Военная интервенция стран Антанты. Изоляция Советской России. Коминтерн. Антикоминтерновский пакт.

4. СССР в 1920-х – 1930-х гг. «Сталинская модернизация».

Основные направления общественно-политического и государственного развития СССР в 20–30-е годы. Новая экономическая политика (НЭП): сущность и направления. Свертывание НЭП. Внутрипартийная борьба: дискуссии о путях социалистической модернизации общества. Возвышение И.В. Сталина. Экономические основы советского политического режима. Мировой экономический кризис 1929 г. и «великая депрессия». Дискуссии о тоталитаризме в современной историографии. Форсированная индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, ее экономические и социальные последствия. Попытки возврата к границам Российской империи: советско-финляндская война; присоединение Прибалтики, Бессарабии, Северной Буковины, Западной Украины.

5. Великая Отечественная война. Фронт и тыл.

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войнах. Общество в годы войны. Партизанское движение. Основные этапы военных действий. Начальный этап войны. Московская битва. Сражения весны – лета 1942 г. Сталинградская и Курская битвы, коренной перелом в ходе войны. «Десять сталинских ударов» - сражения 1944 г. Операция «Багратион». Завершающий этап войны. Взятие Берлина.

Советское военное искусство. Героизм советских людей в годы войны. Роль советского тыла. Государственный строй. Милитаризация аппарата. Управление экономикой в военное время. Влияние довоенной модернизации экономики на ход военных действий. Решающий

вклад Советского Союза в разгром фашизма. Тегеранская, Ялтинская, Потсдамская конференции.

6. Без срока давности: преступления гитлеровского нацизма на оккупированных советских территориях.

Идеологические основы нацистских преступлений против человечности на оккупированных территориях Советского Союза. Идея «обеспечения жизненного пространства» в идеологии Третьего Рейха. Нацистская политика «окончательного решения еврейского вопроса». Преступления против мирного населения на оккупированных советских территориях. Концентрационные лагеря. Карательные отряды, методы борьбы с партизанским движением. Использование труда советских граждан властями Германии. Деятельность гестапо на оккупированных территориях СССР. Понятие геноцида. Процессы против гитлеровских преступников. Харьковский трибунал. Нюрнбергский трибунал и его значение. Преступления японских оккупационных сил на территории СССР, Токийский трибунал.

7. СССР в 1945–1991 гг.

Восстановление народного хозяйства и ликвидация атомной монополии США. Влияние международной ситуации на направление развития экономики. Военно-промышленный комплекс. Власть и общество в первые послевоенные годы. Борьба за власть после смерти И.В. Сталина. Приход к власти Н.С. Хрущева. Попытки обновления социалистической системы. Экономические реформы 1950-1960-х годов, причины их неудач. Промышленность: снижение темпов модернизации. «Оттепель» в духовной сфере. Значение XX и XXII съездов КПСС.

Место СССР в послевоенном мире. Превращение США в сверхдержаву. Начало «холодной войны» и ее влияние на экономику и внешнюю политику. Распад колониальной системы. Создание НАТО и СЭВ. Формирование социалистического лагеря и ОВД. Создание и развитие международных финансовых структур (Всемирный банк, МВФ, МБРР). Военно-политические кризисы в рамках «холодной войны». Социалистический лагерь. Конфликты из-за различий в восприятии курса «десталинизации»: Венгрия, Польша, Китай, Албания. Либерализация внешней политики. Попытки диалога с Западом. Международные кризисы. Трансформация неокOLONIALИЗМА и экономическая глобализация. Интеграционные процессы в послевоенной Европе. Карибский кризис (1962 г.).

СССР в 1964–1985 гг. Теория развитого социализма. Роль сырьевых ресурсов. Стагнация в экономике и предкризисные явления в конце 70-х – начале 80-х гг. в стране. Зависимость от западных высоких технологий. Зависимость сельского хозяйства от государственных инвестиций. Попытки модернизации: реформа А.Н. Косыгина. Снижение темпов развития по отношению к западным странам. Ю.В. Андропов и попытка административного решения кризисных проблем.

Международное положение. Война во Вьетнаме. Арабо-израильский конфликт. Социалистическое движение в странах Запада и Востока. Попытки консервации существующего миропорядка в начале 70-х годов. «Разрядка». Улучшение отношений с Западом. Хельсинские соглашения. Обострение отношений в конце 70-х — начале 80-х годов. Война в Афганистане. Заключительный этап «холодной войны».

Причины и первые попытки всестороннего реформирования советской системы в 1980-е гг. Цели и основные этапы «перестройки». «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР.

Внешняя политика СССР в 1985–1991 гг. Конец «холодной войны». Вывод советских войск из Афганистана. Распад СЭВ и кризис мировой социалистической системы. Крах биполярного мира. ГКЧП и крах социалистического реформаторства в СССР. Распад СССР. Образование СНГ.

8. Россия в конце XX – начале XXI в.

Изменения экономического и политического строя в России 1990-х гг. Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Резкая поляризация общества в России. Ухудшение экономического положения значительной части населения. Роль сырьевых ресурсов. Российская экономика в мировой экономической системе.

Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция РФ 1993 г. Система разделения властей. Президент. Государственная Дума. Принципы федерализма. Наука, культура, образование в рыночных условиях. Социальная цена и первые результаты реформ.

Военно-политический кризис в Чечне. Внешняя политика Российской Федерации в 1991–1999 г.

Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Президентские выборы 2000, 2004, 2008 и 2012 гг. Курс на укрепление государственности, экономический подъем, социальную и политическую стабильность, укрепление национальной безопасности.

Россия в мировых интеграционных процессах и формировании современной международно-правовой системы. Рецидивы «холодной войны». Место России в международных конфликтах начала XXI в. Россия и СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства. Конец однополярного мира. Повышение роли КНР в мировой экономике и политике. Расширение ЕС на восток. Роль Российской Федерации в современном мировом сообществе. Региональные и глобальные интересы России. Воссоединение Крыма с Россией и рост международной напряженности в 2010-х гг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

История России

Цель дисциплины:

Формирование у студентов комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России.

Задачи дисциплины:

- Знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;
- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;
- понятия и термины, относящиеся к истории России;

– основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

уметь:

- Анализировать проблемы истории России, устанавливать причинно-следственные связи;
- анализировать и оценивать социальную и экономическую информацию;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее.

владеть:

- Общенаучными и специальными историческими методами, способами и средствами исследований в области отечественной истории;
- представлениями о событиях российской и всемирной истории, основанными на принципе историзма;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации.
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории России.

Темы и разделы курса:

1. История в системе социально-гуманитарных наук. Источниковедение и историография истории России

Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии. Основные направления современной исторической науки. Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории. Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации. Факторы исторического развития: природно-климатический, этнический, экономический, культурно-политический. Хронология и периодизация мировой истории, ее варианты и принципы выделения этапов истории человечества, концепции исторического развития

2. Восточные славяне. Древняя Русь. Русские земли в XII – первой трети XIII в.

Заселение Восточной Европы. Северное Причерноморье в I тыс. до н.э. – начале I тыс.н.э. Славяне и Великое переселение народов (IV–VI вв.). Славянские племена в Европе и их соседи. Византия и народы Восточной Европы. Быт и хозяйство восточных славян.

Общественные отношения и верования. Славянский пантеон и языческие обряды. Проблемы этногенеза и ранней истории славян в исторической науке.

Становление русской государственности. Формирование союзов племен. Вече и его роль в древнеславянском обществе. Князь и дружина. Торговый путь «из варяг в греки». Легенда о призвании варягов и ее исторические основания.

Первые русские князья и их деятельность: военные походы и реформы. Дань и данничество.

Образование Древнерусского государства. Эволюция древнерусской государственности в XI–XII вв.: от единовластия до междоусобицы. Древнерусский город. Военные, дипломатические и торговые контакты Руси и Византии в IX–X вв. Владимир Святой. Введение христианства и его культурно-историческое значение.

Средневековье как стадия исторического процесса в Западной Европе, на Востоке и в России: технологии, производственные отношения и способы эксплуатации, политические системы. Феодализм Западной Европы и социально-экономический строй Древней Руси: сходства и различия. Властные традиции и институты в государствах Восточной, Центральной и Северной Европы в раннем средневековье. Соседи Древней Руси в IX–XII вв.: Византия, славянские страны, Западная Европа, Хазария, Волжская Булгария. Международные связи древнерусских земель. Культурные влияния Востока и Запада.

Древнерусское государство в оценках современных историков. Дискуссия о характере общественно-экономической формации в отечественной науке.

Ярослав Мудрый. «Русская правда». Власть и собственность. Основные категории населения. Князь и боярство. Истоки русской культуры. Становление национальной культуры. Устное народное творчество. Славянская письменность. Древнерусская литература.

Причины раздробленности. Междоусобная борьба князей. Крупнейшие земли и княжества Руси, их особенности. Великий Новгород. Хозяйственное, социальное и политическое развитие. Владимиро-Суздальское княжество. Роль городов и ремесла. Политическое устройство. Галицко-Волынское княжество. Земледелие, города и ремесло. Роль боярства. Объединение княжества при Романе Мстиславиче и Данииле Галицком

3. Монгольское завоевание и иго. Русские земли в XIII–XIV веках

Общественно-экономический строй монгольских племен. Образование монгольской державы. Причины и направления монгольской экспансии. Улус Джучи. Ордынское нашествие на Русь. Образование Золотой Орды, ее социально-экономическое и политическое устройство. Русь под властью Золотой Орды. Александр Невский и Даниил Галицкий. Имперский порядок. Иго и дискуссия о его роли в становлении Русского государства. Исламизация Орды и православная церковь.

Агрессия крестоносцев в прибалтийские земли. Рыцарские ордены. Борьба народов Прибалтики и Руси против крестоносцев. Разгром шведов на Неве. Ледовое побоище. Объединение литовских земель и становление литовского государства. Русские земли в составе Великого княжества Литовского.

Восстановление экономического уровня после нашествия монголо-татар. Формы собственности и категории населения. Князь, боярство, дворянство. Город и ремесло. Церковь и духовенство, еретические движения.

Русь и Золотая Орда в XIV в.: борьба за великое княжение. Экономическое и политическое усиление Московского княжества. Борьба Москвы и Твери. Иван Калита. Дмитрий Донской и начало борьбы за свержение ордынского ига. Битва на Воже. Куликовская битва и ее значение. Обособление западных территорий Руси. Великое княжество Литовское и Польша. Особое положение Новгородской республики. Отношения с Москвой

4. Московское государство в XVI–XVII вв.

Усиление Московского государства. Завершение процесса собирания восточных русских земель. Иван III. Присоединение Новгорода и других земель. Битва на р. Угре. Образование единого Русского государства. Политический строй. Формирование органов центральной и местной власти. Судебник 1497 г. Боярская дума. Государев двор. Приказы. Испомещивание как форма оплаты труда «чиновников». Организация войска. Церковь и великокняжеская власть. Борьба иосифлян и нестяжателей. Нил Сорский и Иосиф Волоцкий. Церковный собор 1503 г.

Территория и население России в XVI в. Василий III и его политика. Елена Глинская. Боярское правление. Венчание на царство Ивана Грозного, формирование самодержавной идеологии. Избранная Рада и ее реформы. Земский собор. Судебник 1550 г. Церковь и государство. Стоглавый собор. Военные преобразования.

Основные направления внешней политики Ивана IV. Включение в состав Руси Казанского, Астраханского ханства и начало присоединения Сибири. Укрепление позиций России на Кавказе. Отношения с Крымским ханством. «Дикое поле». Казачество. Борьба за выход к Балтийскому морю. Ливонская война (1558–1583 гг.). Образование Речи Посполитой (1569 г.).

Опричнина и причины ее введения. Опричный террор. Социально-экономические и политические последствия опричнины.

Федор Иоаннович. Внешняя политика России в конце XVI в. Учреждение патриаршества. Строительство укреплений на южных и западных рубежах. Проблема престолонаследия. Борис Годунов и его политика. Учреждение патриаршества.

Экологический кризис и восстания начала XVII в. XVII век – эпоха всеобщего европейского кризиса. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. Начало Смуты. Самозванцы. Участие Польши и Швеции в Смуте. Семибоярщина. Интервенция. Первое и второе ополчения. Кузьма Минин и Дмитрий Пожарский. Земский собор 1613 г. и начало правления Романовых.

Территория и население России в XVII в. Внутренняя и внешняя политика первых Романовых. Соборное уложение 1649 г. Юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Городские восстания середины XVII столетия. Политический строй России. Развитие приказной системы. Падение роли Боярской думы и земских соборов. Особенности сословно-представительной монархии в России. Дискуссии о генезисе самодержавия. Реформы Никона и церковный раскол. Культурное и политическое значение. Крестьянская война под предводительством Степана Разина.

Основные направления внешней политики России в XVII в. Присоединение Левобережной Украины. Войны со Швецией и Турцией. Освоение Сибири и Дальнего Востока.

«Обмирщение» русской культуры в XVII в. Расширение культурных связей с Западной Европой. Создание школ. Славяно-греко-латинская академия. Новые жанры в литературе.

5. Россия и мир в XVIII–XIX веках: попытки модернизации и промышленный переворот

Процесс модернизации западного мира. Зарождение нового хозяйственного уклада в экономике. Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Развитие тяжелой и легкой промышленности. Создание Балтийского флота и регулярной армии. Церковная реформа. Провозглашение России империей. Усвоение европейской технической культуры и принципов эффективного государственного управления. Внешняя политика России при Петре I. Азовские походы. Великое посольство. Участие России в Северной войне. Ништадтский мир. Прутский поход. Укрепление позиций России в Причерноморье. Освещение петровских реформ в современной отечественной историографии.

Эпоха дворцовых переворотов. Екатерина I. Верховный Тайный совет. Петр II. «Затейка» верховников и воцарение Анны Иоанновны. Бироновщина. Политическая борьба и дворцовый переворот 1741 г. Социально-экономическая политика Елизаветы Петровны. Участие России в Семилетней войне. Правление Петра III. Дворцовый переворот 1762 г. и воцарение Екатерины II.

«Просвещенный абсолютизм» и его особенности в Австрии, Пруссии, России. Участие России в общеевропейских конфликтах — войнах за Польское и Австрийское наследство, в Семилетней войне. «Османский фактор» европейской политики; вклад России в борьбу с турецкой угрозой. Упрочение международного авторитета страны.

Екатерина II: истоки и сущность дуализма внутренней политики. «Просвещенный абсолютизм». Восстание под предводительством Емельяна Пугачева. Характер и направленность реформ Екатерины Великой. Новый юридический статус дворянства. Разделы Польши. Присоединение Крыма и ряда других территорий на юге. Внутренняя и внешняя политика Павла I. Русская культура в середине XVIII в. Идеи Просвещения и просвещенное общество в России. Достижения архитектуры и изобразительного искусства. Барокко и классицизм в России.

Территория и население империи. Особенности российской колонизации. Роль географического фактора в социально-экономическом и политическом развитии России. Национальный вопрос. Социальная структура. Дворянство. Духовенство. Городское население. Крестьянство. Казачество. Социальный и культурный разрыв между сословиями. Аристократическая культура и «культура безмолвствующего большинства».

Реформы начала царствования Александра I. Идейная борьба. М.М. Сперанский, Н.Н. Новосильцев, Н.М. Карамзин. Французская революция и её влияние на политическое и социокультурное развитие стран Европы. Отечественная война 1812 г. Россия в 1815–1825 гг. Конституционные проекты. Причины неудач реформ Александра I. А.А. Аракчеев. Военные поселения. Общественные движения и восстание декабристов. Значение победы России в войне против Наполеона и освободительного похода России в Европу для

укрепления международных позиций России. Российское самодержавие и «Священный Союз». Изменение политического курса в начале 20-х гг. XIX в.: причины и последствия.

Николай I. Смена политических приоритетов. Роль бюрократии. Официальный национализм. Консерватизм в государственно-правовой и идеологической сферах. Внутренняя политика Николая I. Российская правовая система. Свод законов Российской империи. Государство. Особенности российской монархии. Система министерств. Россия и христианские народы Балканского полуострова. Российская империя и мусульманские народы Кавказа. Кавказская война. Закавказье в политике Российской империи; борьба с Ираном за территории и влияние. Вхождение Закавказья в состав России. Россия и европейские революции 1830–1831 гг., 1848–1849 гг. Крымская война и крах «Венской системы».

Реформы Александра II. Крестьянский вопрос: этапы решения. Предпосылки и причины отмены крепостного права. Дискуссия об экономическом кризисе системы крепостничества в России. Отмена крепостного права и её итоги: экономический и социальный аспекты. Судебная, земская и военная реформы. Финансовые преобразования. Реформы в области просвещения и печати. Итоги реформ, их историческое значение. Либералы и консерваторы власти. Социалистические идеи в России. Российские радикалы: от нигилистов к бунтарям, пропагандистам и заговорщикам. От народнических кружков к «Народной воле». Правительственные репрессии и революционный террор. Убийство Александра II.

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Утверждение полиэтничного и поликонфессионального государства. Российская экономика конца XIX – начала XX вв.: подъемы и кризисы, их причины. Доля иностранного капитала в российской добывающей и обрабатывающей промышленности. Завершение промышленного переворота. Изменения социальной структуры общества в условиях индустриального развития. Кризис дворянства и крестьянства. Формирование новых социальных слоев. Буржуазия и пролетариат.

Консервативный курс Александра III. Ограничение реформ. Ужесточение цензуры. Сословная и национальная политика правительства. Общественное движение: спад и новый подъем.

Отмена условий Парижского мира. «Союз трех императоров». Россия и Восток. Россия и славянский вопрос. Русско-турецкая война 1877–1878 гг. и ее результаты. Россия и европейские державы. Присоединение Средней Азии.

Поиск национально-политической идентичности. Славянофилы. Западники. Правительственная идеология и рождение теории «официальной народности». Развитие науки и техники в России в первой половине XIX в. Открытия и технические изобретения. Литература и книгоиздание. Стили и направления в литературе: сентиментализм, романтизм, реализм. Музыкальная культура. Живопись: от классицизма к романтизму и реализму. Архитектура. Театр. Великие реформы и русская культура. Перемены в системе образования: училища, школы, гимназии, университеты. Развитие науки и техники. Золотой век русской литературы. Просвещенный дворянин и «дикий» помещик. Значение дворянской культуры в истории России.

6. Россия в эпоху великих потрясений: 1900-е – 1930-е гг.

Россия в начале XX в. Противоречия «русского капитализма». Русско-японская война. Революция 1905-1907 гг. Становление российского парламентаризма. Государственная дума и Государственный совет. Экономические реформы С.Ю. Витте и П.А. Столыпина. Россия в системе международных отношений.

Россия в Первой мировой войне. Кризис власти в годы войны и его истоки. Февральская революция. Временное правительство и Петроградский Совет. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Большевистская стратегия: причины победы. Октябрь 1917 г. Экономическая программа большевиков. Гражданская война и интервенция. Первые шаги советской власти. Становление новой правовой системы: от первых декретов до Конституции 1918 г. Экономические, социальные и политические аспекты политики «военного коммунизма». Кризис «военного коммунизма». Новая экономическая политика (нэп): сущность и направления. Гражданская война. Причины поражения антибольшевистских сил.

Основные направления общественно-политического и государственного развития СССР в 20–30-е годы. Возвышение И.В. Сталина. Форсированная индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, ее экономические и социальные последствия

7. Великая Отечественная война. Ничто не забыто: преступления гитлеровского нацизма на территории СССР

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войнах. Общество в годы войны. Партизанское движение. Основные этапы военных действий. Начальный этап войны. Московская битва. Сражения весны – лета 1942 г. Сталинградская и Курская битвы, коренной перелом в ходе войны. «Десять сталинских ударов» – сражения 1944 г. Операция «Багратион». Завершающий этап войны. Взятие Берлина.

Советское военное искусство. Героизм советских людей в годы войны. Роль советского тыла. Государственный строй. Милитаризация аппарата. Управление экономикой в военное время. Влияние довоенной модернизации экономики на ход военных действий. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Тегеранская, Ялтинская, Потсдамская конференции.

Идеологические основы нацистских преступлений против человечности на оккупированных территориях Советского Союза. Идея «обеспечения жизненного пространства» в идеологии Третьего Рейха. Преступления против мирного населения на оккупированных советских территориях. Понятие геноцида. Процессы против гитлеровских преступников. Харьковский трибунал. Нюрнбергский трибунал и его значение. Преступления японских оккупационных сил на территории СССР, Токийский трибунал.

8. СССР во второй половине XX в. Россия в конце XX – начале XXI вв.

Восстановление народного хозяйства. Власть и общество в первые послевоенные годы. Приход к власти Н.С. Хрущева. Попытки обновления социалистической системы. Экономические реформы 1950-1960-х годов, причины их неудач. «Оттепель» в духовной

сфере. Значение XX и XXII съездов КПСС. Место СССР в послевоенном мире. Начало «холодной войны» и ее влияние на экономику и внешнюю политику. Карибский кризис (1962 г.). СССР в 1964–1985 гг. Теория развитого социализма. Попытки модернизации: реформа А.Н. Косыгина. Международное положение СССР. Война в Афганистане. Заключительный этап «холодной войны».

Причины и первые попытки всестороннего реформирования советской системы в 1980-е гг. Цели и основные этапы «перестройки». «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР. Внешняя политика СССР в 1985–1991 гг. Конец «холодной войны». Распад СССР. Образование СНГ. Изменения экономического и политического строя в России 1990-х гг. Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция РФ 1993 г. Военно-политический кризис в Чечне. Внешняя политика Российской Федерации в 1991–1999 г. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Россия и СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства. Конец однополярного мира. Региональные и глобальные интересы России. Воссоединение Крыма с Россией и рост международной напряженности в 2010-х гг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Квантовая механика

Цель дисциплины:

Дать студентам знания в области описания различных квантовых физических явлений и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие и непротиворечивость системы постулатов, положенных в основу квантовой теории, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению.

Задачи дисциплины:

- Изучение свойств точно решаемых задач-моделей квантовомеханических систем;
- изучение приближенных методов решения задач квантовой механики;
- изучение методов описания сложных систем, в том числе систем тождественных частиц;
- овладение методами квантовой механики для описания свойств различных физических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Постулаты и принципы квантовой механики, методы описания квантовых систем, связь состояний и операторов с наблюдаемыми и измеряемыми величинами;
- основные свойства точно решаемых моделей квантовых систем;
- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений;
- методы описания сложных и незамкнутых квантовых систем;
- методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;
- методы описания рассеяния частиц; описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов.

уметь:

- Определять энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- определять средние значения (физические величины) квантовых систем, если известны их волновые функции;
- определять состояния и классифицировать энергетические спектры частицы в симметричных потенциалах, в частности, обладающих аксиальной и центральной симметрией;
- применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей прохождения в одномерных потенциалах;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;
- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможные оптические переходы между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний.

владеть:

- Основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

Темы и разделы курса:**1. Уравнение Шредингера и его свойства.**

Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представление. Временное уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности. Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Нормировка волновой функции в случае дискретного и непрерывного спектра. Стационарное уравнение Шредингера.

2. Нестационарная теория возмущений. Представление взаимодействия.

Представление взаимодействия. Хронологизованная экспонента. Теория квантовых переходов. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Переходы в двухуровневой системе. Переходы в непрерывном спектре. «Золотое правило» Ферми. Внезапные и адиабатические возмущения.

3. Стационарная теория возмущений. Метод функции Грина.

Теория возмущений для дискретного спектра. Критерий применимости. Метод функции Грина. Поправки к состояниям и уровням энергии. Случай вырожденных уровней энергии. Правильные волновые функции нулевого приближения. Теория возмущений для непрерывного спектра, борновское приближение в теории рассеяния.

4. Основы релятивистской теории.

Релятивистские волновые уравнения. Уравнение Клейна–Гордона–Фока. Уравнение Дирака. Матрицы Дирака и их свойства. Релятивистская инвариантность уравнения Дирака. Орбитальный, собственный и полный момент в теории Дирака. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней атома водорода.

5. Системы тождественных частиц. Сложный атом.

Описание сложных систем. Сложение моментов. Коэффициенты Клебша–Гордана. Принцип тождественности (неразличимости) микрочастиц. Симметрия волновой функции относительно перестановки тождественных частиц. Фермионы и принцип Паули. Детерминант Слэтера. Бозоны. Представление чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения. Основные операторы в представлении чисел заполнения.

Атом гелия. Обменное взаимодействие. Основное и возбужденное состояния атома гелия. Пара- и ортогелий.

Приближение центрального поля в атоме. Вариационный метод. Электронные конфигурации. Термы. Правила Хунда. Тонкая структура.

6. Система электрических зарядов во внешнем электромагнитном поле.

Уравнение Шредингера во внешнем электромагнитном поле. Уравнение Паули. Калибровочная инвариантность. Движение электрона в однородном магнитном поле. Уровни Ландау. Эффект Зеемана.

7. Теория электромагнитного излучения.

Квантование свободного электромагнитного поля. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным излучением. Спонтанное и вынужденное излучение фотонов. Правила отбора.

8. Теория рассеяния.

Сечение рассеяния. Амплитуда рассеяния. Упругое рассеяние. Метод парциальных волн в теории рассеяния, амплитуда и фазы рассеяния. Оптическая теорема. Рассеяние тождественных частиц.

9. Сложение моментов.

Полный момент релятивистской частицы. Коэффициенты Клебша–Гордана.

10. Приём заданий.

11. Временная эволюция физической системы

Представление Шредингера и представление Гайзенберга. Гайзенберговские уравнения движения. Квантовые скобки Пуассона.

Фундаментальные коммутационные соотношения. Интегралы движения в квантовой теории. Теоремы Эренфеста.

12. Симметрии в квантовой механике и законы сохранения.

Инвариантность квантово-механической системы относительно групп преобразований. Симметрии физической системы и законы сохранения.

Группа пространственных трансляций и закон сохранения импульса. Группа временных трансляций и закон сохранения энергии. Группа трехмерных вращений и закон сохранения орбитального момента. Неприводимые представления группы трехмерных вращений. Спин и полный момент. Группа пространственной инверсии и закон сохранения четности. Группа обращения времени.

13. Теория углового момента и спина электрона

Угловой момент в квантовой механике. Операторы момента количества движения и квадрата момента. Собственные значения и собственные функции. Оператор конечных вращений.

Оператор спина. Матрицы Паули и их свойства. Спиновая волновая функция. Методы измерения спина.

14. Задача двух тел. Движение в поле центрально-симметричного потенциала.

Задача двух тел в квантовой механике. Центральное поле, разделение переменных. Радиальное уравнение Шредингера. Пространственно-изотропный осциллятор. Водородоподобный атом. Энергетический спектр, волновая функция. Вырождение.

15. Квазиклассическое приближение.

Предельный переход к классической механике. Волновая функция в квазиклассическом приближении. Метод ВКБ. Правило квантования Бора–Зоммерфельда. Фазовый объем, приходящийся на одно состояние. Прохождение сквозь потенциальный барьер (туннельный эффект). Элементарная теория распада.

16. Атом водорода.

Атомная система единиц. Энергетический спектр. Радиальные волновые функции. Кратность вырождения уровней.

17. Теория линейного гармонического осциллятора.

Энергетический спектр. Собственные функции гармонического осциллятора в координатном представлении.

18. Приём заданий.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Китайский язык

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

Сформировать способность обучающегося к чтению научных и технических текстов различной степени полноты и точности понимания: просмотровому (предполагает ознакомление с общей проблематикой текста и способность кратко изложить затронутые в нем темы); ознакомительному (предполагает умение вычлнить основные повествовательные блоки и изложить суть посылок и выводов автора, понимание на уровне 70% информации); изучающему (предполагает абсолютное и исчерпывающее понимание содержания текста); а также к решению языковыми средствами коммуникативных задач в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлению межличностного и профессионального общения на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка; умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Читательскую компетенцию: способность к корректному извлечению информации из текста.

Профессионально ориентированную читательскую компетенцию: способность к пониманию и обработке текстовой информации профессиональной направленности.

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

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

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

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

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

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

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

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- особенности использования изучаемого языка в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- основную лексику, терминологию китайского языка, относящуюся к научно-технической сфере;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации в научной среде;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- принципы поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни китайскоязычных стран;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения;

уметь:

- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты профессиональной (научно-технической) направленности;
- устно и письменно реализовывать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять общую тематику научного текста, конспектировать, излагать основную идею, ход рассуждения автора и основные выводы;
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных китайскоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- передавать на русском языке содержание китайскоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры в академической / профессиональной среде;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения профессионально-ориентированного содержания на китайском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;

- описывать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме на китайском языке.

владеть:

- лексико-грамматической базой для осуществления коммуникации в научно-технической профессиональной и академической среде;
- навыками чтения научно-технической литературы на китайском языке;
- навыками перевода научно-технической литературы с китайского языка на русский;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей на китайском языке;
- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры в академической среде;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.
- различными видами чтения (просмотровое, ознакомительное, изучающее) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками составления выступления с докладом, написания научной статьи.

Темы и разделы курса:

1. Тема 3. Знакомство с интернетом, сайтом университета. Знакомство с иностранными коллегами, обсуждение учебы. Гаджеты

Интернет, сайт, веб-адрес, страница, личный кабинет, логин, пароль, университет; компьютер, телефон, планшет, ноутбук.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.).

Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положение отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne.

Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. Вопросительные предложения с вопросительными местоимениями. Порядок слов в вопросительном предложении с вопросительным местоимением. Предложение с глагольным сказуемым (глаголом действия в позиции комментария). Наречия 也 yě и 都 dōu, их место в предложении относительно сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, описывающие работу с гаджетами и интернет-сайтом.

Письмо: основные правила каллиграфии, основы иероглифики, овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание небольших письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

2. Тема 4. Знакомство с кампусом, местонахождение объекта в пространстве, стороны света. Лаборатория. Точные науки

Ориентирование в кампусе, расположение объектов внутри и снаружи студенческого городка. Указание направлений движения, сторон света, описание взаиморасположения объектов в пространстве. Изучение различных наук в университете.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания, вести комбинированный диалог, включающий

элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение местоположения и направления движения, о том как проехать/пройти и на каких видах транспорта; где найти нужный предмет в помещении.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, названия сторон света, послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения, виды транспорта, направления движения.

Грамматическая сторона речи: Предложения наличия и обладания с глаголом 有 yǒu. Глаголы (глаголы-предлоги) в позиции предлога в китайском языке. Послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения (前边qiánbiān, 后边hòubiān, 上边shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在zài, глагол 有yǒu, связка 是shì). Односложный дополнительный элемент направления (модификатор, (полу)суффикс глагола движения) 来lái / 去qù. Удвоение прилагательных, двусложные прилагательные в позиции определения.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Тема 5. Настоящее, прошедшее, будущее время. Точное время. Натуральные числа. Двузначные, многозначные числа в китайском языке. Разряды и классы чисел.

Настоящее, прошедшее, будущее время. Временные промежутки. Указание точного времени по часам. Натуральные числа. Двузначные, многозначные числа в китайском языке. Десятки, сотни, тысячи, десятки тысяч (вань). Разряды и классы чисел. Перевод числительных. Дробные числа.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, относящиеся к сфере числительных, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, включающие числительные, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученн

ой тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/ увиденное; сообщение о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной, рассказ о планах на будущее.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: Использование числительных в речи, правила и способы выражения многозначных чисел, числительные от 1 до 100 000 000. Числительные количественные и порядковые, дни недели, даты, точное время.

Грамматическая сторона речи: Выражение значения действия, имевшего место в неопределенное время в прошлом (суффикс 过 guo). Отрицательная форма глаголов с суффиксом 过 guo. Показатель состоявшегося действия суффикс 了 le; модальная частица 了 le. Отрицание в предложениях с суффиксом 了 le и модальной частицей 了 le. Употребление модальных глаголов 想 xiǎng, 要 yào, 会 huì, 能 néng, 可以 kěyǐ и др. и их значения. Отрицательная форма модальных глаголов. Выражение значения продолженного действия / вида. Употребление наречий 正 zhèng, 在 zài, комбинации 正在 zhèngzài и модальной частицы 呢 ne для передачи значения продолженного действия. Выделительная конструкция 是...的 shì ...de.

4. Тема 6. Финансы. Проценты, арифметические действия. Целые и дробные числа

Деньги, денежные единицы, целые и дробные числа, проценты, простые арифметические действия, решение примеров и задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах, передача числовой информации, вопросы и ответы цене товара, о скидках, умение проговаривать на китайском языке арифметические примеры, понимание и решение арифметических задач.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: Названия основных арифметических знаков, названия арифметических действий, лексика, касающаяся дробных чисел и процентов. Вопросительные слова к числительным.

Грамматическая сторона речи: правила использования числительных, счетных слов (классификаторов), выражение процентов и дробей при помощи 之.

5. Тема 7. Поиск в Интернете. Интернет сайты. Онлайн покупки

Онлайн-торговля. Покупки товаров онлайн. Поиск в Интернете, доставка из интернет-магазинов, поисковая строка, выдача, регистрация на сайте, выбор товара, одежда, обувь, цвет, размер..

Коммуникативные задачи: Умение вести онлайн-переписку с продавцом о выборе цвета одежды, о предпочтениях, общей стоимости, скидках; оставлять отзыв о купленном товаре, преимуществах и недостатках. Покупка одежды/обуви. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Грамматическая сторона речи: правила использования числительных — количественных и порядковых, многозначных чисел, использование счетных слов (классификаторов), проценты, дроби, вопросительные слова 几, 多少. Альтернативный вопрос с союзом 还是. Выражение «слегка» 有点儿... / ...一点儿.

6. Тема 8. Зарубежные поездки.

Приглашение на конференцию, обсуждение темы доклада, оформление визы, бронирование отелей и билетов онлайн, разговор по телефону, посещение достопримечательностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему предстоящей командировки; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; описывать географическое положение городов и стран; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы. Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов — купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без места. Научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет, сдать билет.

Грамматические задачи: выражения скорого свершения события 快要... 了, 就要... 了. Глаголы 打算, 安排, существительное 计划. Связки 先... 再 / 后 / 然后, выражения смены действий ... 了, 就... Наречия 再, 又. Результативные морфемы 好, 错, 到, 完.

7. Тема 1. Посещение библиотеки, электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме

Посещение библиотеки, устройство библиотеки, диалог с библиотекарем, читательский билет, правила посещения библиотеки и читального зала. Электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах — вопрос о наличии нужной книги, просьба о помощи в поиске книги по теме, диалог с библиотекарем, как взять и сдать книгу, умение указать сроки сдачи.

Грамматические задачи: наречия 就/才, результативные морфемы 到, 完, 好. Модификаторы направления 来/去.

8. Тема 2. Китайская и западная медицина

Разговор о проблеме здоровья и заботы о нем, самочувствия (части тела), медицинских услуг. Строение организма, лечение, лекарства, китайская и западная медицина.

Коммуникативные задачи:

Осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: разговор с врачом, описание жалоб на здоровье, состояние организма, прохождение медосмотра, получение лечения, покупка выписанных лекарств, прием лекарств по графику. Особенности лечения в китайской и европейской медицине.

Грамматические задачи: дополнение длительности, дополнение кратности, 有点儿.

9. Тема 3. Бытовая техника

Обсуждение пищевых предпочтений и их пользы/вреда для организма. Пищевая и энергетическая ценность продуктов питания, способы приготовления блюд, названия бытовых приборов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждение вкусовых предпочтений собеседника — мясоедение, вегетарианство, витамины, КБЖУ. Обсуждение рецептов приготовления любимых блюд. Кухонная бытовая техника — микроволновка, рисоварка, плита, духовой шкаф, холодильник и т.д.

Грамматические задачи: сравнительные конструкции с предлогами 比, 有/没有, 跟.... 一样.

10. Тема 4. Геометрические фигуры, формулы, графики

Объяснение и проговаривание простейших арифметических действий, описание формул, графиков, названия геометрических фигур, теоремы и доказательства.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по математике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, математические обозначения, задачи, примеры, теоремы и т.д.

11. Тема 5. Физика, основные понятия и законы

Основные законы физики, постоянные, переменные, формулы, задачи. Ученые и теории.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по физике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, обозначения, объяснить явления с помощью законов физики.

12. Тема 6. Космос. Космическая программа Шэньчжоу. Ракета-носитель Чанчжэн. Лунная программа «Чан Э»

КОСМОС, звезды, планеты. Космическая программа Китая. Космические ракеты и модули. Лунная программа «Чан Э». Чан Э как мифологический персонаж.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать о достижениях человечества в области освоения космоса. Первый человек в космосе и в открытом космосе. Первый человек на Луне. Китай в космосе. Китай на Луне. Ракеты и спутники. Развитие коммерческого запуска спутников.

13. Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра

История развития естественных наук и научные открытия. Новые направления в науке. Естественные и гуманитарные науки в современном мире. Знаменитые ученые. Наши современники, лауреаты нобелевской премии и их открытия. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата. Открытия и изобретения конца нового времени. Научные сенсации и технический прогресс. Процесс технологизации науки.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся истории науки, развитие навыков чтения текстов о науке, о истории науки, современном состоянии науки и ее развитии, о роли науки в жизни общества, о научных открытиях, новых направлениях в науке; о влиянии научных открытий на мировоззрение человека.

14. Тема 2. Китайская наука и европейская наука

Научные открытия китайских и европейских ученых. Китайские и европейские изобретения. Современная китайская наука. Взаимосвязь науки и техники и их взаимосвязь. Техника

как прикладная наука. Корреляция научного и технического мышления в Европе и в Китае.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся китайской науки, развитие навыков чтения текстов о китайской науке, китайских изобретениях, современном состоянии китайской науки и ее развитии, о роли китайской науки в мире. Лаборатории, научные центры на территории Китая; проект постройки самого мощного адронного коллайдера в Китае.

15. Тема 3. Пандемия и вакцинация, создание вакцины, история вакцинации

Болезни, эпидемии, пандемии. Эпидемии в истории человечества. Эпидемии XX-XXI вв. Пандемия SarsCov-2, ее влияние на мировую экономику, медицину и науку. Вакцинация, история вакцинации, вакцины от коронавируса.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся болезней, эпидемий, пандемий; истории вакцинации, технологии создания вакцин в XX и в XXI вв.

16. Тема 4. Проблемы экологии, глобальные последствия, способы решения

Экологические проблемы России, Китая, глобальные экологические проблемы. Последствия и прогнозы. Способы борьбы с мусором, пластиком, CO₂, глобальным потеплением.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся экологии, загрязненности воздуха, воды, почвы, глобального потепления, зеленой энергии, борьбы с пластиком и т.д.

17. Тема 5. Цифровые технологии, информационная безопасность, искусственный интеллект

История развития цифровых технологий в Европе и в Китае. Интернет в Китае. Политика информационной безопасности в Китае. Искусственный интеллект на службе у государства.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся цифровых технологий, интернет-технологий, ИИ, политики кибер-безопасности.

18. Тема 6. Научная коммуникация, научные центры, лаборатории, научные конференции.

Средства популяризации науки. Научная коммуникация. Авторское право и интеллектуальная собственность. СМИ, научная журналистика. Популяризация науки в Интернете. Цифровые и интернет-технологии на службе у научных сообществ. Научные конференции онлайн и офлайн, симпозиумы, конгрессы. Открытые лекции и выступления ученых.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся - жизни научных сообществ — конгрессы, конференции, симпозиумы, семинары, лекции, публикации; - средств популяризации науки; авторского права на научные исследования и произведения; научной журналистики и ее роли в популяризации и науки; популяризации науки в Интернете, СМИ

19. Тема 7. Изобретения и научные открытия, которые изменили мир

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся открытий и изобретений, случайных открытий, инсайтов, креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

20. Тема 8. Исследование: цель, проблема, объект и предмет

Виды исследований: фундаментальное исследование, прикладное исследование, междисциплинарное исследование, междисциплинарное исследование. Этапы научного исследования и их краткое содержание. Выбор темы исследования. Определение объекта и предмета исследования. Определение цели и задач. Разработка гипотезы. Составление плана исследования. Работа с литературой.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся этапов научного исследования, выбора темы исследования, его объекта и предмета, цели и задач; выдвижения гипотезы исследования; составления плана исследования, формирования библиографического списка по исследуемой проблеме.

21. Тема 1. Подбор и анализ научно-технических текстов

Выбор темы исследования, ключевые слова, поиск и подбор научно-исследовательских материалов по выбранной теме.

Лексические задачи: наработка лексики по выбранной теме, отбор ключевых слов, поиск исследований по ключевым словам, умение определить методом ознакомительного чтения соответствие найденных статей выбранной теме.

22. Тема 2. Гипотеза и эксперимент, принципы аргументации

Выдвижение гипотезы своего исследования, дизайн эксперимента, аргументация.

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для выдвижения гипотезы своего исследования, использование наработанной лексики для описания дизайна эксперимента, умение составлять краткое описание целей и ожидаемых результатов эксперимента, умение вести научную аргументацию для подтверждения/опровержения гипотезы.

23. Тема 3. Принципы написания аннотации и введения к работе на китайском языке

Описание актуальности темы, объекта, предмета исследования, цели и задач исследования, гипотезы исследования, методов исследования, научной новизны. [LSEP]

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления введения научной статьи, а также составления аннотации к статье.

24. Тема 4. Составление презентации и выступления для «научной конференции» по выбранной теме

Написание речи выступления для научной конференции, семинара, защиты диплома, проекта и проч. Составление презентации.

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления написания тезисов, плана доклада, речи выступления для научной конференции, защиты диплома, умение выделять опорные пункты доклада, расставлять интонационные акценты и паузы, составление презентации,

25. Модуль 1 Китайский язык для специальных целей. Вводный курс

26. Тема 1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Общие сведения о грамматике китайского языка.

Ознакомление с основами произносительной базы китайского языка (путунхуа) и основными правилами каллиграфии и иероглифики, а также актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

Произносительная сторона речи: звуко-буквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложение с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария).

27. Тема 2. Информационные носители.

Флешки, диски, карты памяти, дискеты.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских

предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有 ую. Отрицательные предложения с частицами 没, 不.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

28. Модуль 2. Китайский язык для специальных целей. Продолжающий уровень

29. Модуль 3. Китайский язык для специальных целей. Чтение научно-технического текста

30. Модуль 4. Китайский язык для специальных целей. Написание научно-технического текста

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Колебания, волны, устойчивость

Цель дисциплины:

- получение студентами знаний о колебательных и волновых процессах как в дискретных, так и в распределенных системах, возникновении и эволюции неустойчивостей и волн в сплошной среде. Сюда включены имеющие общий физический характер резонансные явления, специально рассматриваются акустическая, гидродинамическая и энтропийная моды возмущений в высокотемпературной сплошной среде и их взаимодействие; гидродинамические и тепловые неустойчивости, в том числе конвекция, тепловой взрыв и термоакустика; влияние магнитного поля на устойчивость электропроводящей среды; нелинейность, дисперсия и диссипация волн в среде.

Задачи дисциплины:

- подробное изучение студентами разделов курса – колебания в дискретных системах, волны и неустойчивости в распределенных системах, самоорганизация и общие принципы теории колебаний и волн;
- понимание студентами принципов теории волн, линейной теории устойчивости, умение анализировать конкретные волновые и колебательные процессы в среде;
- самостоятельное решение студентами задач неустойчивостей в сплошной среде, включая компьютерное моделирование.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные теоретические основы колебательных и волновых явлений;
- вытекающие из них физические эффекты и их закономерности.

уметь:

теоретически описывать различные типы колебаний, волн и неустойчивостей в сплошной среде;

- оценивать их физические параметры и характеристики;
- давать правильное качественное объяснение возникающих физических эффектов.

владеть:

- качественными и аналитическими методами описания распространения волн и неустойчивостей в сплошной среде, учитывая совместно гидродинамические, термодинамические и электродинамические явления.

Темы и разделы курса:**1. Колебания в дискретных системах**

Гармонический осциллятор. Фазовый портрет. Диссипация, декремент, добротность.

Вынужденные колебания. Резонансные кривые, максимум и ширина резонанса.

Параметрический резонанс. Уравнение Матье. Зоны параметрической неустойчивости.

Адиабатические инварианты. Осциллятор с медленно меняющейся частотой.

Ангармонический осциллятор. Фазовый портрет, сепаратрисы. Солитоны в математическом маятнике.

Понятие устойчивости по Ляпунову. Методы решения задач линейной устойчивости дискретных систем.

2. Линейные возмущения в высокотемпературной сплошной среде, линейный анализ устойчивости

Уравнения гидродинамики, термодинамики и электродинамики для описания высокотемпературной сплошной среды.

Линейные возмущения в высокотемпературной сплошной среде. Акустическая, гидродинамическая и энтропийная моды возмущений.

Методы исследования устойчивости в гидро-газодинамике: элементарные волны возмущений, интегральные преобразования Фурье и Лапласа, энергетический метод.

Акустические колебания. Дисперсия и поглощение акустических волн в газе.

Термоакустическая неустойчивость в среде с объемным энерговыделением. Критерий Рэлея.

Гидродинамическая мода колебаний. Устойчивость плоскопараллельных течений вязкой жидкости. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Теоремы Рэлея для невязкого течения. Теорема Сквайра.

Неустойчивости Рэлея-Тейлора и Кельвина-Гельмгольца. Устойчивость стратифицированной жидкости в поле тяжести.

Магнитогидродинамические волны Альфвена. Магнитный звук.

Влияние магнитного поля на гидродинамическую устойчивость.

Конвекция жидкости. Неустойчивость горизонтального слоя жидкости, подогреваемой снизу. Ячейки Бенара. Конвективная неустойчивость в магнитном поле.

Распространение тепла в среде. Тепловые волны. Тепловой взрыв.

3. Нелинейные волны и явления

Малые колебания в плазме. Плазменные колебания, волны Ленгмюра, ионный звук. Поглощение электромагнитных волн.

Гравитационная неустойчивость Джинса, гравитационный коллапс.

Простые волны Римана в газодинамике. Взаимодействие волн.

Нелинейные волны с дисперсией. Уравнение Korteweg-de-Vries. Солитоны.

Влияние диссипации на нелинейные волны. Уравнение Бюргера. Структура ударной волны.

4. Самоорганизация и общие принципы теории колебаний и волн

Устойчивость, бифуркация и катастрофы. Синергетика.

Хаос и образование упорядоченных структур. Странный аттрактор. Модель Лоренца.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Компьютерные и программные технологии

Цель дисциплины:

•формирование теоретических и практических знаний в области компьютерно-серверных и сетевых технологий, основанных на операционной системе Линукс-Дебиан, проектирования и использования высоконагруженных серверов, высокопроизводительных сетевых структур и систем хранения, инсталлировании и настройке серверов, систем анализа и защиты.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических и практических знаний в области компьютерно-серверных и сетевых технологий;
- приобретение навыков по созданию и использованию устройств на базе ОС Линукс – рабочих станций, серверов, контроллеров и сетевых систем;
- приобретение знаний по инсталлированию и настройке серверов в ОС Линукс-Дебиан;
- приобретение знаний по инсталлированию и настройке систем анализа и защиты компьютерно-серверных и сетевых систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения операционных систем Линукс в компьютерно-серверных и сетевых системах, включая специальную технику, вычислительные кластеры, высоконагруженные сервера и системы хранения;
- основы теории работы операционных систем Линукс в компьютерно-серверных и сетевых системах, включая вычислительные кластеры, высоконагруженные сервера и системы хранения и специальные компьютерные устройства;
- основные сетевые протоколы и сетевые технологии;
- основные понятия о программных продуктах, входящих в состав дистрибутива ОС Линукс-Дебиан;
- общую методику защиты серверов и рабочих станций от проникновений, методику работы с системами анализа вторжений и системами защиты серверов на ОС Линукс.

уметь:

- применять на практике основные понятия, программы и компоненты ОС Линукс, компьютерные и сетевые технологии, методики проектирования рабочих компьютеров, рабочих станций и серверов, сетевых систем и систем хранения;
- анализировать журналы и отчеты операционной системы и систем анализа вторжения;
- производить горизонтальное и вертикальное масштабирование компьютерно-серверных систем и сетевых системы и систем хранения информации;
- инсталлировать и настраивать сетевые приложения и сервисы в ОС Линукс-Дебиан;
- осваивать новые версии ОС Линукс.

владеть:

- навыками усвоения большого объема информации об операционной системе Линукс, программах и приложениях этой операционной системы;
- навыками усвоения большого объема информации об аппаратной реализации компьютерно-серверных и сетевых систем;
- культурой постановки и моделирования программно-аппаратных серверов в ОС Линукс;
- навыками постановки типовых задач инсталлирования, настройки и обслуживания аппаратуры, использующей ОС Линукс-Дебиан.

Темы и разделы курса:**1. Аппаратура серверов, рабочих станций, и специальных компьютерных устройств**

История вычислительной техники. Аппаратная реализация компьютеров и серверов. Суперкомпьютеры и кластеры. Промышленные высокопроизводительные рабочие станции, сервера и специальные компьютерные устройства. Процессоры, системные платы, оперативная память, контроллеры, устройства хранения информации, устройства ввода-вывода. Массивы, системы хранения информации с горизонтальным масштабированием, ленточные библиотеки. Устройства и системы бесперебойного питания.

2. Сетевые устройства и протоколы

Компьютеры и сервера в локальной сети. Сетевые адреса и зарезервированные блоки адресов. Порядок получение блока IP адресов. Сетевые модели.

Локальная сеть, структура, пассивные и активные сетевые устройства, контроль и настройка сети.

Интернет протоколы версии 4 и 6, ARP протокол. Сети и подсети, маска сети, широковещательный адрес.

Стек TCP/IP. Сетевые файловые системы.

Сетевой трафик, учет и контроль. Сетевые экраны. Пакеты `iproute` и `iptables`. Контроль и оптимизация сетевого трафика. Утилиты анализа сетевого трафика `iptraf`, `tcpdump`.

Конфигурирование и настройка TCP/IP. Утилиты `ifconfig`, `iostat`, `netstat`.

Доменная система имен. Зоны и домены 2 и 3 уровней. Регистрация и получение доменного имени.

Беспроводные компьютерные технологии и сети.

3. Операционная система Ли-нукс

Операционные системы UNIX и Linux. Дистрибутивы ОС Linux, их различие и особенности. Проблемы защиты и надежности компьютеров и серверов под управлением различных операционных систем - ОС Unix-Linux, MACOSX и ОС MS Windows. Лицензионное соглашение, свободное и несвободное программное обеспечение.

Инсталлирование ОС DebianGNU/Linux. Планирование процесса инсталляции. Процесс инсталлирования с различных носителей и по сети. Особенности инсталляции при различных аппаратных реализациях и различных назначениях сервера. Пакеты `apt`, `tasksel`, `aptitude` и `dpkg`.

Структура ОС Linux. Файловые системы, устройства, каталоги, файлы. Атрибуты файлов. Режимы доступа к файлам и каталогам.

Администрирование Linux серверов и компьютеров. Задачи администратора, права и привилегии пользователей. Пакет `sudo` и утилита `su`. Системные журналы. Ротация логов и пакеты ротации и автоматического анализа.

4. Операционная система Линукс

Создание и удаление пользователей и групп. Защита через пароли. Теневые пароли. Программы для выбора и проверки паролей.

Изучение основных команд и пакетов ОС DebianGNU/Linux.

Ядро ОС Linux. Структура ядра. Временная файловая система `initrd`. Управление параметрами ядра с помощью утилиты `sysctl` и редактирование файлов в псевдосистеме `/proc`. Принятие решения о необходимости генерирования нового ядра.

Виртуализация в Линукс. Пакеты виртуализации. Пакеты для виртуализации, супервизоры операционных систем. Операционная система Proxmox.

5. Серверы в ОС Линукс

Доменная система имен, иерархия серверов DNS, пространство доменных имен. Установка и настройка сервера имен `bind`. Проверка, контроль работы, безопасность и защита сервера от атак. Альтернативные сервера имен. Протокол DNSSEC.

Почтовые серверы и почтовые транспортные агенты – сравнение, особенности и настройка postfix, sendmail, exim, qmail, CommuniGatePro. Установка и настройка почтового сервера postfix. Спам и задача защиты от спама. Пакеты postgrey и postfix-pcre.

Протоколы получения почты. Агенты доставки почты solid-pop3, dovecat.

Серверы протокола передачи гипертекста HTTP. Инсталлирование и настройка сервера apache. Виртуальные серверы и виртуальный хостинг.

Сервера точного времени, конференций, баз данных и другие сервера. Настройка и проверка работы.

Сервер безопасного доступа openssh. Конфигурирование и контроль.

Распределенные вычисления в сети. Создание и настройка вычислительных кластеров.

Параллельные файловые системы. Сравнение, особенности и методы реализации.

Сервера хранения. Облачные технологии. Распределенные горизонтально масштабируемые системы хранения.

Высокопроизводительные сервера и кластеры. Структура, файловые системы и системы хранения.

6. Компьютерная и сетевая безопасность

Задача безопасности и защиты компьютеров, серверов и активного сетевого оборудования. Закрывание неиспользуемых портов, обновление операционной системы, фильтрация трафика. Применение сетевых фильтров в задачах защиты и безопасности серверов. Средства анализа защищенности и предотвращения атак. Различные виды атак и теория и технология противодействия атакам.

Протокол безопасной передачи данных SSL. Пакет openssl. Модули и библиотеки протокола openssl.

Криптографические протоколы. Элементы протоколов, промежуточные протоколы, развитые протоколы. Длина ключа и управление ключами. Слабые ключи.

Криптографические алгоритмы. Стандарты DES и ГОСТ 28147-89. Блочные шифры.

Генераторы настоящих случайных и псевдослучайных последовательностей. Однонаправленные хеш-функции.

Пакеты PGP и GPG, модули и библиотеки. Установка, настройки и проблемы защиты.

Аппаратные средства криптозащиты.

Введение в криптоанализ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Компьютерные технологии решения научных задач

Цель дисциплины:

Научить студентов использовать типовые компьютерные технологии решения научных задач, научить работать с комплексной задачей от этапа постановки до реализации на одном из языков программирования и представления результата, научить работать в группе с использованием системы контроля версий git.

Задачи дисциплины:

- Формирование навыков работы с комплексной задачей от этапа уточнения требований и определения строгой постановки до реализации на одном из языков программирования и представления результата;
- формирование навыка проектирования и разработки программного обеспечения с использованием системы контроля версий, в том числе в рабочей группе;
- формирование базовых знаний о распространённых компьютерных технологиях решения научных задач — вопросы машинной точности вычислений, библиотеки работы с геометрией, средства научной визуализации, API некоторых библиотек для расчётов с использованием сеток и частиц, средства разработки графического интерфейса, различные технологии распараллеливания расчётного кода.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Особенности написания расчётного кода с учётом машинной точности вычислений;
- одну из библиотек работы с геометрией и построения расчётных сеток;
- технологии научной визуализации с использованием VTK;
- одну из библиотек для расчётов с использованием сеток или частиц;
- базовые принципы разработки графического интерфейса;
- базовые принципы распараллеливания расчётного кода с использованием OpenMP, MPI, CUDA.

уметь:

- Отображать физическую задачу на компьютерные технологии её решения;
- определять допустимое приближение задачи с учётом имеющихся входных данных;
- выполнять проектирование и разработку программного обеспечения для поставленной задачи;
- использовать систему контроля версий git для совместной разработки;
- представлять выполненную работу в формате доклада.

владеть:

- Навыками использования git;
- навыками использования git средств визуализации;
- навыками написания кроссплатформенных оконных интерфейсов с использованием Qt.

Темы и разделы курса:

1. Средства совместной разработки с использованием git.

Централизованные и распределённые системы контроля версий. Общая организация системы контроля версий git. Понятие коммита (commit), ветки (branch), репозитория (repository). Варианты организации работы при совместной разработке проекта с использованием общего репозитория. Понятие форка (fork), клонирования (clone), слияния (merge), запроса на изменение (pull request). Консольный интерфейс git. Некоторые графические клиенты git.

2. Средства визуализации. Научная визуализация с использованием vtk/paraview.

Различные подходы к визуализации. Понятие об асинхронности расчёта и визуализации вычислительных экспериментов. Общая архитектура библиотеки VTK. Работа со структурированными и неструктурированными сетками из расчётных модулей на C++ и Python. Запись динамического процесса как последовательности кадров. Просмотр, анализ и постобработка расчётных данных в Paraview.

3. Средства визуализации. 2D и 3D графика средствами OpenGL.

Высокоуровневый обзор средств интерактивной машинной графики. Взаимодействие прикладного расчётного кода, процессора (CPU) и видеокарты (GPU). Общая логика организации OpenGL как типового инструмента визуализации. Примеры использования OpenGL в своей программе. Библиотеки GLUT, GLFW. Библиотека SFML.

4. Средства работы с геометрией. Геометрические модели - построение, импорт в свою программу.

Общие подходы к хранению данных о геометрии сложных моделей или гетерогенных сред. Геометрические примитивы для описания поверхностей и объёмов. Некоторые редакторы геометрических моделей. Формат STL как пример типового формата хранения данных геометрии. Сопоставление подходов к заданию и хранению геометрии с подходами при расчёте и визуализации.

5. Средства работы с геометрией. Расчётные сетки средствами gmsh, Ani3D, CGAL - построение, импорт в свою программу.

Необходимость построения расчётных сеток из входных геометрических данных. Типовые требования к расчётным сеткам со стороны вычислительных модулей. Библиотеки gmsh, Ani3D, CGAL - общая архитектура, использование из своей программы на C++ или Python.

6. Техники моделирования физических задач. Некоторые библиотеки и API для сеточных методов.

Общий подход к моделированию физических задач, в которых объектом выступает сплошная среда. Философия сеточных методов. Некоторые библиотеки для реализации сеточных методов - Deal.II, Dofin, FEniCS. Примеры использования библиотек в своей программе.

7. Техники моделирования физических задач. Некоторые библиотеки и API для методов частиц.

Общий подход к моделированию физических задач с использованием методов частиц. Сходства и отличия методов молекулярной динамики и сглаженных частиц. Некоторые библиотеки для реализации методов частиц - PySPH, SPlisHSPlasH. Примеры использования библиотек в своей программе.

8. Особенности написания расчётного кода. Вопросы производительности. Машинная точность вычислений.

Вопросы производительности вычислительных программ, обусловленные архитектурой современного оборудования - эффекты использования кэшей процессора, обмена данными с оперативной памятью, конвейеризации и векторизации операций. Вопросы машинной точности при работе с малыми и большими величинами. Необходимость обезразмеривания данных и приведения их к одному порядку.

9. Кроссплатформенные оконные интерфейсы с использованием Qt. Базовый обзор технологии.

Базовый обзор технологии Qt. Базовое понятие о среде разработки Qt Creator. Логика построения оконных интерфейсов, основанная на обработке событий. Необходимость использования библиотек для достижения кроссплатформенности приложения. Необходимость использования многопоточности и асинхронных операций при разработке интерфейса пользователя.

10. Технологии распараллеливания на CPU. OpenMP. Базовый обзор технологии.

Понятие о распараллеливании на CPU в общей памяти - возможности и ограничения подхода. Базовый обзор технологии распараллеливания OpenMP. Некоторые директивы OpenMP. Сборка программы на C++ с использованием OpenMP. Использование OpenMP в программе на Python. Примеры использования OpenMP на разных логических уровнях программы, приводящие к заметному отличию в эффективности.

11. Технологии распараллеливания на CPU. MPI. Базовый обзор технологии.

Понятие о распараллеливании на CPU для суперкомпьютера с распределённой памятью - возможности и ограничения подхода, необходимость информационных обменов и синхронизации. Базовый обзор технологии распараллеливания MPI. Некоторые функции

MPI, достаточные для запуска базовых примеров. Сборка и запуск программы на C++ с использованием MPI. Использование MPI в программе на Python.

12. Технологии распараллеливания на GPU. CUDA. Базовый обзор технологии.

Понятие об использовании сопроцессоров для вычислений. GPU как сопроцессор. Необходимость информационных обменов и синхронизации с сопроцессором. Базовый обзор технологии CUDA. Некоторые функции CUDA, достаточные для запуска базовых примеров. Сборка и запуск программы на C++ с использованием CUDA. Использование CUDA в программе на Python.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Компьютерные технологии: геоинформатика

Цель дисциплины:

Целью дисциплины является получение теоретических знаний и практических навыков в области дистанционного зондирования Земли и географических информационных систем (ГИС) и технологий для дальнейшего их использования при изучении дисциплин по соответствующей программе и выполнении НИР в бакалавриате.

Задачи дисциплины:

- дать теоретические знания о дистанционном зондировании Земли;
- рассказать о цикле решения задач дистанционного зондирования Земли: начиная с определения положения космического аппарата, заканчивая получением и анализом спутниковых данных в геоинформационной системе;
- дать навыки математического моделирования процесса переноса излучения в сплошной среде применительно к задачам ДЗЗ;
- дать базовые знания и навыки работы с программно-инструментальным средством ГИС.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые понятия и инструменты геоинформатики;
- теоретические основы динамики космического полета;
- возможности интернет-ресурсов и программного обеспечения для решения профессиональных задач;
- основные направления применения дистанционных аэрокосмических методов для изучения атмосферы и поверхности Земли;
- основы цифровой обработки сигналов применительно к задачам ДЗЗ;
- основные понятия, определения и уравнения, используемые при постановке и решении прямой задачи расчета поля излучения в неоднородной сплошной среде;
- основы работы в программно-инструментальном средстве разработки ГИС-проектов ArcGIS.

уметь:

- осуществлять поиск, фильтрацию, сбор и анализ данных, информации и цифрового контента с использованием интернет-браузеров;
- определять положение космического аппарата (КА) и направление на него с использованием двухстрочного набора элементов (TLE), используя самостоятельно разработанное программное обеспечение;
- проводить упрощение и применять на практике методы решения прямых и обратных задач дистанционного зондирования;
- получать численные оценки ключевых характеристик, формирующих поле излучения в вакууме, в поглощающей и рассеивающей сплошной среде;
- проводить расчет сигнала, регистрируемого приемником излучения;
- разрабатывать ГИС-проект для прикладного анализа данных дистанционного зондирования Земли в программно-инструментальной оболочке ArcGIS.

владеть:

- навыками усвоения большого объема междисциплинарной информации в области физики атмосферы, теории переноса излучения в сплошной среде, методов решения прямых и обратных задач;
- навыками различного вида коммуникации с другими студентами для решения в команде поставленной задачи;
- культурой постановки и математического моделирования физических задач в предметной области дистанционного зондирования;
- навыками поиска информации посредством электронных ресурсов;
- базовыми навыками программирования, включая работу в интегрированной среде разработки, а также в интерактивной вычислительной среде;
- базовыми навыками разработки программного обеспечения для обработки сигналов и работы с программно определяемыми радиосистемами;
- навыками обработки данных дистанционного зондирования с использованием программного обеспечения, включая программно-инструментальные средства ГИС-анализа.

Темы и разделы курса:

1. Введение в геоинформатику
 - 1.1. Метеоспутники и их применение.
 - 1.2. История и методы дистанционного зондирования Земли.
 - 1.3. Особенности прохождения излучения через атмосферу.

- 1.4. Основные типы орбит. Законы Кеплера.
- 1.5. Особенности измерения температуры радиометром спутников серии NOAA.
- 1.6. Принципы работы радиометра.
2. Теоретические основы динамики космического полета
 - 2.1. Базовые понятия динамики космического полета.
 - 2.2. Элементы орбиты небесных тел.
 - 2.3. Системы небесных координат.
 - 2.4. TLE или двухстрочный набор элементов.
 - 2.5. SGP и SDP или упрощенные модели возмущений.
 - 2.6. Прогноз положения КА и направления на него с помощью TLE.
3. Программно определяемые приемопередатчики
 - 3.1. История программно определяемых приемопередатчиков (SDR) и области их применения.
 - 3.2. Оценка возможностей современных SDR и разбор проблемных мест и недостатков.
 - 3.3. Знакомство с цифровой обработкой сигнала.
 - 3.4. Программы для работы с SDR.
 - 3.5. Построение архитектур программ для SDR.
 - 3.6. Построение архитектуры программы в GNU Radio с целью обработки FM радиосигнала с выделением несущей частоты, фильтрацией и регулировкой мощности.
4. Снимки с метеорологических спутников
 - 4.1. Метеоспутники серии NOAA. Особенности конструкции.
 - 4.2. APT-формат данных метеоснимков.
 - 4.3. Схема приёма, демодуляции, синхронизации и преобразования в изображение сигнала со спутника NOAA-19.
 - 4.4. Калибровка радиометра спутника.
 - 4.5. Калибровка метеоснимков. Нормализация данных.
 - 4.6. Вычисление температуры подстилающей поверхности Земли.
5. Геоинформационные системы
 - 5.1. Основные термины и понятия при работе с растровыми спутниковыми изображениями.
 - 5.2. Методы географической привязки спутниковых изображений.
 - 5.3. Автоматизация географической привязки и сшивки спутниковых изображений.

5.4. Классификация и сегментация спутниковых изображений с использованием нейронных сетей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Компьютерные технологии: прикладные пакеты

Цель дисциплины:

- формирование у обучающихся представления об основных понятиях и методах конечноэлементного инженерного анализа, а также навыков использования прикладных пакетов программ для его проведения (на примере SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation).

Задачи дисциплины:

- обзорное рассмотрение понятий и методов конечноэлементного анализа;
- решение прикладных задач с верификацией полученных результатов;
- освоение прикладных пакетов конечноэлементного анализа SolidWorks.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- назначение и основные понятия конечноэлементного инженерного анализа: модель, уравнения состояния среды, сетка, решающая программа, решение;
- методику применения инженерного анализа.

уметь:

- корректно формулировать постановку задачи анализа, обоснованно и рационально подходить к подготовке объекта (модели) к анализу с учетом требований задачи и имеющихся ресурсов;
- оценивать факторы наибольшего влияния на результат;
- рационально распределять вычислительные ресурсы;
- грамотно представлять и интерпретировать результаты анализа.

владеть:

- методами конечноэлементного анализа и функционалом модулей инженерного анализа прикладного пакета SolidWorks (Simulation, Flow Simulation).

Темы и разделы курса:

1. Введение к конечноэлементный анализ

Основные понятия: модель, сетка, граничные условия, решение.

2. Расчеты в Solidworks Simulation

Введение в SolidWorks Simulation. Прочностные расчеты. Основные методы. Верификация результатов. Сеточная сходимость. Подготовка модели к анализу. Адаптивное построение сетки. Автоматизация расчетов. Прочностной анализ сборок. Гармонический анализ. Термический анализ в SolidWorks Simulation.

3. Расчеты в Solidworks Flow Simulation

Введение в анализ текучих сред в SolidWorks Flow Simulation. Основные понятия и модели. Решение стационарных гидродинамических внутренних задач с ламинарным течением. Задачи с теплообменом. Упрощающие модели. Внешние задачи. Аэродинамические расчеты. Турбулентность.

4. Интеграция результатов расчета

Использование результатов расчета в программных модулях для дальнейшего анализа в других модулях. Решение задач оптимизации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Компьютерные технологии: робототехника

Цель дисциплины:

- формирование у студентов представления о робототехнике как о прикладной научной дисциплине, характеризующейся своими базовыми понятиями, задачами и методами исследования.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами современных методов кинематического анализа систем твердых тел, связанных шарнирами различных типов, методов математического моделирования динамики таких систем;
- расширение и углубление фундаментальных знаний по механике систем со связями (голономными и неголономными);
- ознакомление студентов с основными задачами управления манипуляционными и локомоционными (мобильными) роботами и методами их решения, методами оптимального управления робототехническими системами.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы кинематики и динамики систем многих тел; методы математического моделирования динамики робототехнических систем;
- основные методы решения задач управления роботами и оптимизации их движений.

уметь:

- моделировать кинематику систем тел с использованием матриц преобразований однородных координат;
- составлять уравнения динамики роботов в различных формах;
- использовать принцип наименьшего принуждения Гаусса для моделирования динамики роботов;
- учитывать при моделировании упругую податливость звеньев роботов и их сочленений;

- рассчитывать законы управления роботами, обеспечивающие их позиционирование в заданной конфигурации или отслеживание заданного движения;
- решать задачи оптимального управления роботами по критериям быстродействия и потребления энергии.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой математического моделирования динамических процессов в сложных механических, электромеханических и мехатронных системах;
- навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности теоретического плана с использованием методов моделирования и анализа динамических процессов, управления и оптимизации;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Кинематика манипуляционных роботов.

Основные понятия кинематики многозвенных манипуляторов. Обобщенные координаты манипулятора (внутренние координаты) и обобщенные координаты объекта манипулирования (внешние координаты). Основное уравнение кинематики многозвенного манипулятора. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов. Понятие о кинематической избыточности.

Описание кинематики абсолютно твердого тела с неподвижной точкой в терминах матрицы поворота, определяющей положение тела по отношению к базовой системе координат, условно принятой за неподвижную. Кососимметрический тензор угловой скорости.

Уравнение Пуассона. Дифференцирование тензора второго ранга в подвижной системе координат. Описание кинематики произвольного движения абсолютно твердого тела при помощи 4×4 -матриц преобразований однородных координат.

Описание кинематики системы связанных тел в терминах матриц преобразований однородных координат. Приложения к задачам робототехники.

2. Динамика манипуляционных роботов с абсолютно жесткими звеньями.

Механические связи, их классификация. Голономные и неголономные механические системы.

Активные силы и силы реакции. Уравнения Ньютона-Эйлера. Уравнения Лагранжа первого и второго рода. Уравнения Аппеля и Маджи. Выражения для кинетической энергии абсолютно твердого тела, отвечающие различным способам описания его кинематики.

Различные формы тензора инерции твердого тела. Связь между ними.

Критерий возможности симметричной 3×3 -матрицы быть тензором инерции твердого тела.

Формулировка и доказательство принципа наименьшего принуждения. Его использование для моделирования динамики механических систем со связями.

Связь принципа наименьшего принуждения с уравнениями Лагранжа первого рода.

Применение принципа наименьшего принуждения для моделирования динамики робототехнических систем.

Элементарная теория редукторных электроприводов с двигателями постоянного тока.

Электромеханическая система с одной степенью свободы, ее характеристики.

Электромагнитная и электромеханическая постоянные времени.

Уравнения движения многозвенного манипулятора с электроприводами.

3. Динамика манипуляционных роботов с упругими элементами.

Вывод соотношения для момента сил упругости относительно оси, проходящей через центр поперечного сечения стержня перпендикулярно плоскости изгиба (основное уравнение элементарной теории изгиба балки).

Условия применимости элементарной теории изгиба балки. Вывод выражения для упругой потенциальной энергии изогнутого стержня. Вывод уравнений вращения упругого стержня относительно неподвижной оси под действием управляющего момента, приложенного к этой оси. Интегрируемая и дифференциальная форма уравнений движения, связь между ними. Краевые условия.

Постановка и решение задачи управления поворотом упругого стержня (руки манипулятора) на заданный угол с гашением его колебаний с помощью момента, ограниченного по абсолютной величине.

4. Основные принципы и задачи управления роботами.

Задача позиционирования. Задача отслеживания траектории манипулятора. Задача отслеживания траектории объекта манипулирования. Задача отслеживания движения манипулятора. Основные методы решения задачи позиционирования.

Пропорционально-дифференциальный регулятор (ПД-регулятор).

Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор).

Управление позиционированием и отслеживанием движения при помощи управления с «компенсирующей» обратной связью, приводящей к линеаризации уравнений движения.

Локальная оптимизация движений манипуляторов с кинематической избыточностью. Псевдообращение матриц.

5. Оптимальное управление электромеханическими манипуляционными роботами.

Задача оптимизации траектории движения (двухточечная задача). Задача оптимального управления движением вдоль заданной траектории. Оптимизация по быстродействию и энергозатратам.

Синтез оптимального по быстродействию управления позиционированием электромеханической системы с одной степенью свободы при ограничениях на управляющее напряжение и ток в обмотке якоря электродвигателя.

Синтез оптимального управления позиционированием электромеханической системы с одной степенью свободы по комплексному критерию, учитывающему быстродействие и энергозатраты.

Квазиоптимальное управление многозвенным электромеханическим манипулятором с редукторными приводами в шарнирах.

6. Мобильные роботы, перемещающиеся в сопротивляющихся средах за счет изменения конфигурации и движения внутренних тел.

Многозвенные мобильные механизмы с вращательными и поступательными шарнирами. Физический механизм их перемещения в сопротивляющихся средах.

Квазистатические и динамические режимы движения.

Обзор постановок задач оптимального управления и результатов их решения (по публикациям последних лет).

Оптимальное управление прямолинейным движением мобильного механизма с одним и двумя внутренними телами по критерию максимальной средней скорости в средах с различными законами сопротивления.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Компьютерный практикум по геофизике

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с методами построения компьютерных моделей геофизических процессов, а также научить некоторым численными методам и практическим навыкам компьютерного моделирования.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по специфике компьютерного моделирования геофизических процессов;
- продемонстрировать на конкретных примерах возможности современного программного обеспечения, необходимого при решении геофизических задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные виды программного обеспечения, необходимого для решения геофизических задач (математические приложения, компиляторы, пакеты для визуализации данных);
- основные этапы моделирования;
- принципы построения моделей;
- основные численные методы.

уметь:

- построить физическую модель;
- перейти к ее математической постановке;
- выбрать способ решения: готовый пакет или численный метод;
- осуществить самостоятельное компьютерное моделирование;
- представить графический материал на уровне, удовлетворяющем требованиям периодических изданий;

- интерпретировать полученные результаты.

владеть:

- культурой постановки геофизических задач;
- навыками использования существующего программного обеспечения, допускающего режим вычислений как численного, так и аналитического характера;
- навыками программирования на языке ФОРТРАН;
- навыками визуализации полученных результатов;
- практикой решения некоторых прикладных задач геофизики;
- навыками самостоятельной работы.

Темы и разделы курса:

1. Современное программное обеспечение при компьютерном моделировании в геофизике.

1.1 Обзор современного программного обеспечения, необходимого для решения геофизических задач (математические приложения, компиляторы, графические пакеты).

1.2 Визуализация данных. Графические пакеты Golden Software (Grapher, Surfer, Voxler). Практические занятия: освоение графических пакетов до уровня, необходимого для удовлетворения требований периодических изданий по представлению графического материала.

1.3 Математические пакеты Wolfram Research (Mathematica, Calculation center). Практические занятия: освоение пакета Mathematica. Интегрирование, дифференцирование, решение трансцендентных, обыкновенных дифференциальных уравнений. Проведение простейших оценок отдельных геофизических процессов с помощью этого пакета.

1.4 Сравнительный анализ языков программирования (FORTRAN, C, Pascal). Области применения языков программирования. Проблемы переносимости программ. Стили программирования и оптимизация программ. Современные тенденции развития языков программирования. Язык программирования Фортран 90. Современные компиляторы и библиотеки. Практические занятия: знакомство с синтаксисом Фортрана 90 и обменом данными, использование стандартных библиотечных программ.

2. Основные алгоритмы вычислительной математики (интерполяция-экстраполяция, численное интегрирование, задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, метод Рунге-Кутты).

2.1 Интерполяция-экстраполяция, численное интегрирование. Практические занятия: решение уравнения гидростатики для атмосфер планет земной группы.

2.2 Решение трансцендентных уравнений. Практические занятия: определение равновесного заряда пылевых частиц в пылевой плазме.

2.3 Метод Рунге-Кутты при решении задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Практические занятия: решение уравнений плазмохимии для D - слоя ионосферы, распространение сигналов при вертикальном зондировании ионосферы.

3. Уравнения математической физики. Дискретизация уравнений. Сеточные методы. Явные и неявные схемы. Эллиптические уравнения в геофизике.

3.1. Эллиптические уравнения. Построение разностной аппроксимации уравнения Пуассона. 3.1 Эллиптические уравнения. Построение разностной аппроксимации уравнения Пуассона. Метод прогонки для решения систем линейных алгебраических уравнений.

3.2 Практические занятия: численное решение одномерного уравнения Пуассона для определения электрического поля при появлении в атмосфере заряженного аэрозольного облака с помощью программы, составленной на языке ФОРТРАН, а также в пакете Mathematica.

4. Параболические уравнения в геофизике. Решение уравнения теплопроводности.

4.1 Параболические уравнения. Построение разностной аппроксимации уравнения линейной и нелинейной теплопроводности. Неявная схема. Практические занятия: решение задачи о прогреве почвы в течении светового дня с помощью программы, составленной на языке ФОРТРАН, а также в пакете Mathematica.

4.2 Практические занятия: решение задачи о распространении тепловой волны за счет лучистой теплопроводности с помощью программы, составленной на языке ФОРТРАН, а также в пакете Mathematica.

5. Гиперболические уравнения в геофизике.

5.1 Гиперболические уравнения. Задачи вычислительной газодинамики. Аппроксимационная вязкость и псевдовязкость в уравнениях газодинамики. Образование и распространение ударных волн. Построение разностной аппроксимации. Применение неявных схем при численном моделировании нестационарных газодинамических процессов.

5.2 Практические занятия: решение задачи о поршне, вдвигающемся в газ помощью программы, составленной на языке ФОРТРАН.

5.3 Приближение "мелкой воды". Практические занятия: решение задачи о гравитационных волнах на мелкой воде путем решения одномерных уравнений газодинамики с помощью программы, составленной на языке ФОРТРАН.

5.4 Практические занятия: решение задачи о колебаниях струны.

6. Пакеты программ для задач компьютерного моделирования в геофизике. Обзор. Система COMSOL.

6.1 Система COMSOL. Интерфейс пользователя. Параметры, компоненты, решатели, результаты. PDE мода. Соответствие синтаксиса системы и записи уравнений в литературе. Типы возможных граничных условий.

6.2 Система Abaqus/CAE.

7. Параболические уравнения в геофизике. Система COMSOL.

7.1 Решение уравнения теплопроводности в произвольном твердом теле при разных типах граничных условий в PDE моде. Влияние степенной нелинейности коэффициента теплопроводности на вид решения. Влияние неоднородных включений на поле температур и теплового потока. Задание материалов и связь свойств среды с геометрией задачи. Визуализация скалярных и векторных полей. Расчет интегральных характеристик. Автоматическая генерация отчета в формате WORD.

7.2 Разные способы задания сетки. Треугольные элементы, квадрупольные элементы и регулярная ортогональная сетка. Уточнение сетки вдоль границ, в углах, в произвольной области. Влияние на решение. Адаптивное уточнение сетки. Влияние на решение.

7.3 Модуль решения задачи теплопроводности. Точечные источники. Понятие о слабой формулировке. Решение уравнения теплопроводности с точечным источником в слабой формулировке. Множественные точечные источники в области G и эффективный источник в области G.

7.4 Модуль решения задачи фильтрации. Закон Дарси. Случайно-пористая и регулярно-пористая среда. Задание входных параметров. Сборка модуля. Тестовый запуск. Исследование влияния свойств жидкости и параметров пор на скорость фильтрации и массовый расход. Подготовка отчета в WORD.

8. Эллиптические уравнения в геофизике. Система COMSOL.

8.1 Решение уравнения Пуассона для электростатического потенциала в PDE моде. Задание материалов и связь свойств среды с геометрией задачи. Визуализация полей. Автоматическая генерация отчета в формате WORD.

8.2 Решение уравнения Пуассона для системы точечных источников. Модуль AC|DC. Возможности и ограничения. Сравнение решений итерационными и прямыми методами.

8.3 Решение уравнения Пуассона для электростатического потенциала. Модуль AC|DC. Возможности и ограничения. 3D геометрия.

9. Гиперболические уравнения в геофизике. Система COMSOL.

9.1 Решение задач радиофизики. Волновое уравнение. Задание комплексной диэлектрической проницаемости среды. Расчет распространения СДВ радиоволны в неоднородной ионосфере. Parametric Sweep мода. Сборка модели и одиночный запуск.

9.2 Гиперзвуковое течение в канале. CFD модуль. Возможности и ограничения. Исследовать влияние числа Маха и геометрии канала на параметры течения. Подготовить отчет в WORD.

9.3 Приближение "мелкой воды". Решение задачи о гравитационных волнах на мелкой воде.

9.4 Распространение упругих волн в грунте. Модуль Elastic waves. Создание анимации и запись в файл. Экспорт результатов в файл.

10. Решение задач геофизики в прикладном пакете Abaqus/CAE.

10.1 Современные методы численного моделирования механического поведения сплошных и неоднородных сред. Системы Abaqus/CAE. Интерфейс пользователя. Параметры, компоненты, решатели, результаты. PDE мода. Соответствие синтаксиса системы и записи уравнений в литературе. Типы возможных граничных условий.

10.2 Упругие и пластические материалы. Упругие и пластические материалы в Abaqus/CAE. Условие текучести Кулона-Мора. Модель Друкера-Прагера. Создание материалов, нагрузок, граничных условий. Моделирование напряженно-деформированных состояний сплошных сред.

10.3 Задание параметров для разрушения среды. Моделирование распространения трещин в Abaqus/CAE. Анализ проведенного моделирования. Создание инструментов для автоматизации выполнения рабочего процесса в Abaqus/CAE.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Космическая океанография

Цель дисциплины:

- формирование основных знаний в области дистанционного зондирования океана (ДЗО), его методов и подходов, а также о гидрофизических и биологических процессах, которые можно исследовать с помощью ДЗО;
- формирование исследовательских навыков и способности применять данные ДЗО на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области дистанционного зондирования океана (ДЗО).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы и проблемы современного дистанционного зондирования океана (ДЗО);
- современные методы ДЗО;
- поля и явления в океане, которые могут быть исследованы методами ДЗО.

уметь:

- пользоваться полученными знаниями для решения прикладных и технологических задач ДЗО;
- делать соответствующие выводы из сопоставления результатов ДЗО, теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в задачах ДЗО физическое содержание;
- осваивать новые области применения методов ДЗО, экспериментальные подходы и методики;
- получать значения измеряемых параметров верхнего слоя моря и приповерхностного слоя атмосферы и правильно оценивать степень их достоверности;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых результатов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы с данными ДЗО;
- навыками усвоения и обработки большого объема спутниковой информации об океане;
- навыками грамотной обработки результатов спутниковых съемок, данных дистанционного зондирования и сопоставления их с данными подспутниковых измерений;
- практическими навыками исследования и решения прикладных задач с использованием доступных данных ДЗО;
- культурой использования данных ДЗО в океанографических задачах.

Темы и разделы курса:

1. Поля и явления Мирового океана

Основные понятия и принципиальные различия. Что нужно знать океанологам из космоса.

2. Дистанционное зондирование океана (ДЗО)

Основные понятия. Различные средства, методы и подходы в ДЗО. Спутниковый мониторинг.

3. Спектр электромагнитных волн

Видимый, инфракрасный и микроволновый диапазоны. Поглощение в атмосфере и окна пропускания.

4. Орбиты, полоса обзора и разрешение

Параметры орбит спутников ДЗО. Полосы обзора, режимы зондирования и сканирования. Понятия пространственного, радиометрического и спектрального разрешений.

5. Мультиспектральность и мультидатчиковость

Мультиспектральные системы датчиков ДЗО. Мультидатчиковый подход в ДЗО.

6. Точности определения основных параметров океана

Радиометрическое и спектральное разрешения, полоса обзора. Восстановление параметров океана из данных ДЗО, ограничения методов ДЗО.

7. Основы ДЗО в оптическом диапазоне

Отражение, проникновение и поглощение солнечного света в верхнем слое моря. Входящее и исходящее излучение. Основные рассеиватели. Спектральные закономерности. Влияние атмосферы, атмосферная коррекция.

8. Оптические датчики ДЗО: камеры и сканеры цвета.

Основные типы оптических датчиков и их устройство. Принципы зондирования в оптическом диапазоне. Спутники/датчики: SPOT, Landsat, UK-DMC2, SeaWiFS (SeaStar), MERIS (Envisat), MODIS (Terra и Aqua), OCM-2 (Oceansat-2), POLDER-3 (Parasol), VIIRS (Suomi NPP) и др.

9. Основы ДЗО в инфракрасном диапазоне

Ближний, средний и дальний ИК-диапазоны. Особенности зондирования в этих диапазонах. Дневное и ночное зондирование. Влияние атмосферы, атмосферная коррекция.

10. Инфракрасные датчики ДЗО: ИК-радиометры

Основные типы инфракрасных датчиков – ИК-радиометры и их устройство. Принципы зондирования в инфракрасном диапазоне. Датчики/спутники: AVHRR (NOAA-1 □ NOAA-18), MODIS (Terra и Aqua), ATSR/AATSR (ERS-2/Envisat), VIIRS (Suomi NPP) и др.

11. Датчики ДЗО: спектрометрические

Совмещение в датчиках ДЗО оптического и инфракрасного каналов. Принципы работы спектрометров. Датчики/спутники: AVHRR (NOAA), MODIS (Terra и Aqua), VIIRS (Suomi NPP) и др.

12. Основы ДЗО в микроволновом (СВЧ) диапазоне

Активные и пассивные режимы работы, боковой обзор и зондирование в надир. Прозрачность атмосферы для СВЧ-сигнала и всепогодность СВЧ-приборов. Основные типы датчиков и решаемые задачи.

13. Микроволновые датчики ДЗО: РЛС БО и РСА

Режимы бокового обзора и синтезирования апертуры. Размеры антенны и пространственное разрешение. Возможность поляризационной съемки. Радиолокационное изображение и радиолокационные продукты. Примеры основных продуктов. Радиолокационные спутники: Seasat, «Алмаз-1», ERS-1/ERS-2, Envisat, Radarsat-1/2, COSMO-SkyMed, TerraSAR-X, Sentinel-1 и др.

14. Микроволновые датчики ДЗО: высотометры и альтиметры

Режим бокового обзора в маломощном режиме. Восстановление параметров ветра (скорости и направления) у поверхности моря с использованием нескольких разноориентированных антенн. Датчики/спутники: ESCAT (ERS-1/ERS-2), NSCAT (ADEOS), SeaWinds (ADEOS-2, Quikscat), ASCAT (Metop-A) и др.

15. Микроволновые датчики ДЗО: скаттерометры

Режим зондирования в надир. Особенности излучения и взаимодействия сигнала с поверхностью моря. Восстановления параметров поля уровня океана. Альтиметрические спутники: Geosat, GFO, Torex-Poseidon, Jason-1/2, Cryostat-2 и др.

16. Микроволновые датчики ДЗО: пассивные СВЧ-радиометры

Режимы работы пассивных СВЧ-радиометров. Частотные диапазоны, режимы зондирования и сканирования. Восстановление параметров поля ветра, температуры и солености поверхности океана, а также влажности столба атмосферы, влагозапаса облаков, интенсивности выпадения осадков и др. параметров атмосферы над океаном.

Датчики/спутники: SSM/I (F1-F20), TMI (TRMM), AMSR-E (Aqua), ATMS (Suomi NPP), SMOS, Aquarius и др.

17. Основы лазерного зондирования океана и в ультрафиолетовом диапазоне

Основные принципы лазерного и УФ зондирования. Лидары и УФ-радиометры.

18. Аэрокосмические методы ДЗО

Совмещение в системах ДЗО космических и самолетных средств дистанционного зондирования. Триада: спутник - самолет - судно.

19. Основные виды и методы обработки и анализа космических снимков

Сжатие, фильтрация и усреднение изображений, геометрическая и радиометрическая коррекция, устранение спекл-шума и т.п. Предварительная и тематическая обработка. Принципы создания основных океанографических и геоинформационных продуктов. Геоинформационный подход в ДЗО. Валидация и верификация. Использование подспутниковых наблюдений. Программное обеспечение для обработки данных ДЗО. Он-лайн продукты на интернет-ресурсах.

20. Анализ и обработка снимков оптического диапазона

Особенности обработки снимков оптического диапазона. Восстановление полей хлорофилла-а, растворенной органики (ОРОВ) и терригенной взвеси. Биооптические алгоритмы.

21. Анализ и обработка снимков инфракрасного диапазона

Особенности обработки снимков инфракрасного диапазона. Восстановление ТПО.

22. Анализ и обработка радиолокационных данных

Особенности обработки радиолокационных данных для задач ДЗО. Сырые данные (голограммы), синтез радиолокационных изображений, радиолокационный контраст и разрешение.

23. Дистанционное зондирование волновых процессов в океане

Поверхностные и внутренние волны. Особенности зондирования поверхностных волн, ветровые волны и зыбь. Зондирование поля волнения. Зондирование внутренних волн.

24. Дистанционное зондирование течений

Зондирование поверхностных течений, особенности зондирования поля течений.

25. Дистанционное зондирование фронтов и фронтальных зон

Особенности зондирования океанских фронтов, фронтальных зон и зон апвеллинга.

26. Дистанционное зондирование хлорофилла и цветений

Особенности зондирования биологических процессов. Фитопланктон, хлорофилл, растворенное органическое вещество и терригенная взвесь. Основные биооптические параметры.

27. Дистанционное зондирование пленочных загрязнений

Особенности зондирования пленочных загрязнений морской поверхности. Типы пленочных загрязнений: сырая нефть, нефтепродукты, судовые разливы, грифонные пленки. Биогенные пленки. Обнаружение и идентификация пленочных загрязнений.

28. Дистанционное зондирование процессов в нижнем слое атмосферы

Особенности зондирования процессов в нижнем слое атмосферы. Восстановление параметров приводного ветра и волновых процессов в атмосфере по их отпечаткам на морской поверхности.

29. Дистанционное зондирование морских льдов

Основные типы льдов, их поверхностные характеристики альbedo и шероховатость. Использование оптических, микроволновых и радиолокационных данных для мониторинга ледовой обстановки. Мониторинг айсбергов.

30. Дистанционное зондирование судовой обстановки

Детектирование судов и их следов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

Лабораторное моделирование в геофизической гидродинамике

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по геофизической гидродинамике и лабораторному моделированию физических процессов для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля;
- формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области геофизической гидродинамики;
- обучить студентов азам лабораторного моделирования физических процессов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия геофизической гидродинамики;
- вывод уравнений и безразмерных параметров;
- принципы и методы лабораторного моделирования физических процессов в океане.

уметь:

- 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;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать достоверные значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в предмет

Историческая справка. Различные подходы к лабораторному моделированию.

Содержание лекций курса, цель курса. 4 основных раздела курса, группы экспериментов (ОНЖ, СНЖ, ОВЖ, СВЖ).

2. Теория подобия, Pi-теорема

Моделирование с использованием критериев подобия (воспроизведение отношений действующих сил).

3. Автомодельность, степенные законы

Автомодельность, степенные законы.

4. Свободная тепловая конвекция

Свободная тепловая конвекция. Задача Релея. Вывод числа Релея.

5. Закономерности свободной конвекции

Вывод числа Нуссельта.

6. Термический погранслои океана и первичные масштабы конвекции

Тепловой баланс на поверхности океана. Решение уравнения теплопроводности.

Лабораторный эксперимент: Исследование теплого и холодного погранслоев у границы раздела вода-воздух, процессов свободной и вынужденной (ветровой) конвекции. Задачи эксперимента.

Теплый пограничный слой. Решение уравнения теплопроводности с граничными и начальными условиями.

Холодный пограничный слой. Черты свободной конвекции (теневые изображения). Результаты лабораторных экспериментов. Проверка зависимости числа Нуссельта от числа

Релея, оценка толщины термического погранслоя и времени перемежаемости свободной конвекции. Вертикальная скорость термиком. Неустойчивость Релея-Тейлора и иерархия масштабов конвекции.

Лабораторный эксперимент: Конвекция Релея-Тейлора в переворачивающемся бассейне.

7. Вынужденная конвекция

Определение, причины возникновения. Лабораторный эксперимент. Экспериментальные исследования вынужденной конвекции.

8. Проникающая конвекция

Проникающая вынужденная конвекция и ее роль в формировании верхнего квазиоднородного слоя (ВКС).

Лабораторный эксперимент: Закономерности формирования ВКС при возбуждении турбулентности колеблющимися решетками в линейно-стратифицированной жидкости.

9. Формирование ВКС

Формирование ВКС при развитии проникающей термической конвекции в линейно-стратифицированном по температуре слое. Экспериментальная оценка коэффициента вовлечения.

10. Стратифицированная жидкость

Методы создания стратификации.

11. Турбулентное вовлечение в СЖ

Турбулентное вовлечение в СЖ. Моделирование процесса формирования ВКС в океане вследствие волно-ветрового турбулентного перемешивания. Методы турбулентного перемешивания в лабораторных условиях. Перемешивание с помощью колеблющихся решеток: результаты эксперимента. Перемешивание с помощью тангенциального сдвига скорости, приложенного к поверхности жидкости: результаты эксперимента. Синтез результатов исследования закономерностей турбулентного вовлечения в СЖ.

12. Выхолаживание и углубление ВКС на Черном море

Выхолаживание и углубление ВКС на Черном море при «норд-осте» вследствие турбулентного вовлечения: описание феномена и выполненных наблюдений. Выхолаживание и углубление ВКС за счет турбулентного вовлечения. Временной ход скорости ветра: формулировка модели. Проверка модели турбулентного вовлечения Като-Филлипса.

Сезонный цикл в океане.

Лабораторный эксперимент: Лабораторное моделирование процесса формирования сезонного термоклина.

13. Процессы внутреннего перемешивания

Процессы внутреннего перемешивания. Изучение внутреннего перемешивания на примере Черного моря. Причины внутреннего перемешивания. Механическое перемешивание в линейно-стратифицированной жидкости (ЛСЖ), неустойчивость («слоистость») турбулентности: результаты эксперимента. Расслоение сдвигового стратифицированного течения. Теоретическое обоснование расслоения.

14. Дифференциально-диффузионная (Д-Д) конвекция

Дифференциально-диффузионная (Д-Д) конвекция: причины возникновения. Два режима Д-Д конвекции: «Солевые пальцы» и «Диффузия». Режим солевых пальцев - натурные наблюдения. Режим солевых пальцев в лаборатории.

Потоки тепла и соли в режиме «солевых пальцев». Режим «диффузия» - натурные наблюдения. Чем определяется масштаб ступеньки при Д-Д конвекции в режиме «диффузия»? Потоки через диффузионную границу раздела.

Лабораторный эксперимент: Плавающая (теплая) струя в однородной и стратифицированной по солености жидкости.

15. Внутриводное ледообразование

Внутриводное ледообразование за счет двойной диффузии. Внутриводный лед (ВЛ) в натуральных условиях.

Лабораторный эксперимент: ВЛ в лабораторных условиях.

Лабораторный эксперимент: ВЛ в лабораторных условиях в ламинарной водной среде.

Лабораторный эксперимент: Исследование тепло-массообмена через плотностную границу раздела между двумя турбулентными слоями.

Три режима тепло-массообмена через плотностную границу раздела между турбулентными слоями: молекулярный, молекулярно-турбулентный, турбулентный. Закономерности тепло-массообмена между слоями. Внутриводный лед в турбулентной двуслойной среде. Модель внутриводного ледообразования при турбулентно-молекулярном режиме обмена между перемешиваемыми слоями. Оценки скорости ВЛ согласно расчетам по модели.

16. Интрузионные процессы

Интрузионные процессы в стратифицированной жидкости. Механизмы формирования интрузий. Тонкая термохалинная структура вод океана и ее интрузионное происхождение.

17. Локальное перемешивание и коллапс - растекание перемешанных пятен

Локальное перемешивание (обрушение внутренних волн, сдвиговая неустойчивость течения) и коллапс - растекание перемешанных пятен. Условия перемешивания.

Исследование тонкой структуры и турбулентности в черноморском антициклоническом вихре. Вертикальное распределение температуры и температурных флуктуаций - «тонкой структуры» на станциях разреза в Черном море через антициклонический вихрь.

Лабораторный эксперимент: Воспроизведение механизма локального перемешивания СЖ за счет сдвиговой неустойчивости течения и обрушения коротких внутренних волн (ВВ).

18. Коллапс не полностью перемешанных пятен

Коллапс перемешанных пятен: ускоренная инерционная стадия растекания. Схема коллапса локально перемешанных пятен. Коллапс перемешанных пятен: модель Баренблатта для вязкой стадии растекания симметричного пятна.

Лабораторный эксперимент: Исследование процесса коллапса осесимметричного перемешанного пятна.

Растекание перемешанного пятна в ЛС (результаты эксперимента на теневых фотографиях). Закон растекания перемешанного пятна в ЛСЖ - «0.1». Осесимметричная вязкая интрузия с постоянным притоком в ЛСЖ: автомодельное решение.

Лабораторный эксперимент: Исследование осесимметричной интрузии с постоянным притоком в ЛСЖ.

Осесимметричная интрузия в ЛСЖ: результаты эксперимента. Экспериментальные закономерности растекания осесимметричных интрузий. Экспериментальная зависимость радиуса интрузии от времени в безразмерном (автомодельном) виде. Д-Д симметричная интрузия в ЛСЖ.

Лабораторный эксперимент: Д-Д интрузионное расслоение на термохалинных фронтах.

Коллапс стратифицированных пятен в ЛСЖ (концептуальная схема). Коллапс стратифицированных и однородных пятен в ЛСЖ. Закономерности коллапса стратифицированных пятен.

19. Плотностные течения (ПТ) на наклонном дне и их взаимодействие с пикноклином

Плотностные течения на наклонном дне и их взаимодействие с пикноклином.

Описание ПТ. Типы и причины образования ПТ, примеры. Безразмерные параметры.

Лабораторный эксперимент: Исследование скорости и толщины ПТ на наклонном дне от определяющих масштабов задачи.

Динамика ПТ с постоянным притоком в невращающейся жидкости. Режимы ПТ. Результаты эксперимента.

20. Турбулентные ПТ на наклонном дне в однородной жидкости

Лабораторный эксперимент: Опыты с турбулентными ПТ.

Экспериментальное подтверждение автомодельности процесса распространения ПТ. Результаты обработки данных оптического датчика.

21. Взаимодействие ПТ со скачком плотности

Взаимодействие ПТ со скачком плотности (резким пикноклином).

Результаты опытов. Приложение результатов опытов к черноморским условиям. Численные эксперименты с ПТ в двуслойной жидкости на ХZ-модели. Примеры расчетов.

22. Примеры влияния вращения Земли на динамику вод океана

Примеры влияния вращения Земли на динамику вод океана. Параметр Кориолиса. Однородная вращающаяся жидкость - ОВЖ. Основные уравнения для ОВЖ. Уравнения динамики в безразмерном виде: основные параметры подобия.

23. Инерционные колебания

Инерционные колебания. Аналогия со свободными колебаниями в стратифицированной жидкости. Лагранжевые дрейфтеры со спутниковой связью как средство исследования динамики ВКС. Дрейфтерные данные: спектр компонент лагранжевой скорости течений в Черном море. Проявление инерционных колебаний на траектории движения дрейфтера верхнего слоя в Черном море. Вертикально однородные (баротропные) вихревые структуры в ОВЖ - аналог плотностных интрузий.

24. Потенциальный вихрь

Определение потенциального вихря и условие его сохранения.

Вихревые колонки Тейлора-Праудмена как пример стремления к вертикальной однородности (двумерности) течения в ОВЖ.

25. Вертикально однородные (баротропные) вихревые структуры в ОВЖ - аналог плотностных интрузий.

Лабораторный эксперимент: вихрь-интрузия с постоянным притоком в однородно вращающейся жидкости. Образование придонного экмановского слоя, ограничивающего рост диаметра невязкого ядра вихря.

Сравнение результатов эксперимента и теории.

26. Эффекты трения - экмановский пограничный слой

Эффекты трения - экмановский пограничный слой. Интегральный экмановский перенос. Вывод формул.

Лабораторный эксперимент: Спин-ап в круглом бассейне на вращающейся платформе.

Влияние придонного трения на динамику баротропного вихря-интрузии над горизонтальным дном. Свободная конвекция во вращающейся жидкости. Зависимость критического числа Релея от числа Тейлора.

27. Влияние параметра Кориолиса с широтой (бета-эффекта) на динамику вод океана

Влияние изменения параметра Кориолиса с широтой (планетарного бета-эффекта) на динамику вод океана: свободные колебания - волны Россби-Блиновой. Вихри-интрузии в ОВЖ при наличии бета-эффекта.

Лабораторный эксперимент: Исследование механизма формирования автоколебаний на примере с баротропным вихрем-интрузией на наклонном дне в ОВЖ.

Бета-эффект как основной механизм формирования асимметрии общей циркуляции вод океана (интенсивных западных пограничных течений). Асимметрия общей циркуляции ОВЖ над наклонным дном в лабораторном бассейне.

Влияние планетарного бета-эффекта на динамику вод океана: свердруповский баланс. Экмановская накачка циркуляции в ОВЖ.

28. Стратифицированная вращающаяся жидкость (СВЖ)

Стратифицированная вращающаяся жидкость (СВЖ). Геострофический баланс: уравнения.

29. Экмановская накачка циркуляции в СВЖ

Экмановская накачка циркуляции в СВЖ. Бароклинная неустойчивость океанских течений, формирование меандров и мезомасштабных вихрей.

30. Бароклинная неустойчивость океанских течений, формирование меандров и мезомасштабных вихрей.

Лабораторный эксперимент: развитие бароклинной неустойчивости осесимметричного геострофического течения в двуслойно-стратифицированной вращающейся жидкости при прекращении ветровой экмановской накачки циркуляции.

Мезомасштабные бароклинные вихри и вихревые линзы.

Лабораторный эксперимент: создание бароклинных вихрей и вихревых линз методом интрузии в стратифицированную вращающуюся жидкость.

31. Гидрологическая структура Черного моря

Гидрологическая структура Черного моря. Крупномасштабная циркуляция и мезомасштабная динамика вод Черного моря.

32. Определяющие безразмерные параметры для Черного моря и лабораторной модели

Определяющие безразмерные параметры для Черного моря и лабораторной модели. Развитие неустойчивости прибрежного течения, возбуждаемого экмановской накачкой на стадии его релаксации.

Влияние изменчивости экмановской накачки на Основное черноморское течение и мезомасштабную вихревую динамику.

Экмановская накачка: сильная и слабая.

33. Субмезомасштабные вихри в Черном море и Мировом океане, характеристики, физические механизмы их образования по результатам наблюдений.

Лабораторный эксперимент: образование субмезомасштабных вихрей за счет сдвиговой неустойчивости течения. Асимметрия процесса образования циклонических и антициклонических вихрей.

Лабораторный эксперимент: образование субмезомасштабных вихрей при обтекании мысов и полуостровов вдольбереговым течением. Асимметрия вихреобразования при циклоническом и антициклоническом вдольбереговом течении.

Лабораторный эксперимент: образование субмезомасштабных вихрей за счет пространственно-неоднородного ветрового воздействия. Асимметрия в образовании циклонических и антициклонических вихрей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Лабораторный практикум по геокосмической физике

Цель дисциплины:

•закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин по дистанционному зондированию Земли и атмосферы, получение практических навыков в предметной области, выполнении НИР.

Задачи дисциплины:

- изучение и приобретение практических навыков работы с радиометрической аппаратурой;
- изучение процесса переноса излучения в сплошной среде;
- приобретения навыков приема и обработки данных дистанционного зондирования со спутников.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения дистанционных аэрокосмических методов для изучения атмосферы и подстилающей поверхности Земли;
- основы теории переноса излучения в поглощающих и рассеивающих турбулентных средах;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- конструкцию и принцип действия спутниковых ИК-радиометров;
- основы геометрической и физической оптики.

уметь:

- проводить измерения радиояркостной температуры;
- проводить калибровку каналов, оцифровку и компьютерную обработку сигнала;
- проводить измерения функции рассеяния линии турбулентной среды;
- проводить измерения структурной постоянной;

- проводить настройку и измерения оптическими системами.
- проводить прием и первичную обработку спутниковых данных ДЗ;
- проводить тематическую обработку данных ДЗ.

владеть:

- навыками работы с радиометрической аппаратурой;
- навыками работы с оптической аппаратурой;
- навыками приема, первичной и тематической обработки данных ДЗ.

Темы и разделы курса:

1. Измерение параметров спутникового инфракрасного радиометра

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности.
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с экспериментальной установкой.
2. Измерение функции рассеяния линии.

Занятие 3

1. Измерение пороговой чувствительности прибора.

Занятие 4

1. Завершение измерений. Обработка результатов.
2. Подготовка отчета.
3. Оформление отчета и сдача работы.

2. Исследование передачи изображения через турбулентную среду

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности.
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с экспериментальной установкой
2. Измерение характеристик шума

Занятие 3

1. Измерение аппаратных функций рассеяния линии
2. Измерение структурной постоянной

Занятие 4

1. Обработка результатов.
2. Подготовка отчета
3. Сдача работы

3. Прием и первичная обработка информации от метеорологических спутников

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности.
2. Ознакомление со станцией приема космической информации.
3. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Выполнение расчета ближайших сеансов связи с ИСЗ NOAA по телеграмме ART PREDICT с помощью планшета.
2. Расчет ближайших сеансов связи с ИСЗ NOAA с помощью программного пакета «Predict».

Занятие 3

1. Проведение реального приема сигнала спутника.
2. Выделение синхросерий для каналов А и Б спутникового сигнала
3. Выделение сектора космос и минутные меток в реальном сигнале.
4. Выделение информационных строк телеметрического кадра.
5. Расчет энергетических характеристик для проведения градуировок инфракрасных каналов спутникового радиометра.

Занятие 4

1. Составление функциональной схемы построения градуировочной характеристики радиометра ИСЗ NOAA.
2. Подготовка отчета.
3. Сдача работы.

4. Технология восстановления температуры поверхности океана по измерениям уходящей радиации

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Импорт аналоговых спутниковых изображений в пакет «ERDAS IMAGINE».

2. Преобразование изображений в картографические проекции.

3. Проведение географической привязки спутниковых изображений.

Занятие 3

1. Получение цифровых спутниковых изображений высокого разрешения по каналам Интернет.

2. Преобразование форматов спутниковых изображений до стандартных уровней.

3. Импорт цифровых изображений в пакет «ERDAS IMAGINE».

4. Расчет значений температуры поверхности океана.

Занятие 4

1. Подготовка спутниковых изображений для отображения на иллюстративном картографическом планшете.

2. Построение проекта итоговой иллюстративной карты с отображением спутниковых изображений в картографической проекции.

3. Сдача работы

5. Исследование объектива

Занятие 1

1. Ознакомление с лабораторной работы

2. Сдача коллоквиума.

3. Настройка коллиматора.

4. Центрирование объектива относительно коллиматора.

Занятие 2

1. Измерение заднего фокусного расстояния объектива.

2. Измерение заднего вершинного отрезка.

3. Измерение разрешающей силы объектива для прямого хода пучка

Занятие 3

1. Измерение глубины резко изображаемого пространства.

2. Измерение переднего вершинного отрезка.

3. Измерение разрешающей силы объектива для обратного хода луча.

4. Сдача работы

6. Исследование телескопической системы

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.
3. Настройка исследуемой телескопической системы на бесконечность.

Занятие 2

1. Измерение увеличения зрительной трубы теодолита с помощью динаметра Рамсдена.
2. Измерение увеличения телескопической системы по размерам изображения удаленного предмета с помощью коллиматора.
3. Определение поля зрения телескопической системы при помощи широкоугольного коллиматора.

Занятие 3

1. Измерение диаметра и удаления выходного зрачка.
 2. Измерение разрешающей силы телескопической системы.
 3. Измерение глубины пространства, резко изображаемого телескопической системой.
- #### 4. Сдача работы

7. Измерение спектров инфракрасного поглощения

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Подготовка инфракрасного спектрометра к работе.
2. Градуировка спектрометра по длинам волн.
3. Изучение влияния «оптической» аппаратной функции монохроматора на регистрируемый спектр.

Занятие 3

1. Изучение влияния инерционности приемно-регистрирующей системы на полосу поглощения хлороформа.
2. Сдача работы.

8. Изучение нормального эффекта Зеемана

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с установкой.
2. Юстировка установки.

Занятие 3

1. Регистрация спектров.
2. Обработка спектров и определение величины расщепления.

Занятие 4

1. Обработка результатов.
2. Подготовка отчета.
3. Сдача работы.

9. Изучение сверхтонкой структуры спектральных линий

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 1

1. Юстировка оптической системы.
2. Юстировка эталона Фабри-Перо.

Занятие 2

1. Исследование структуры спектральной линии.
2. Обработка измерений.

Занятие 3

1. Подготовка отчета.
2. Сдача работы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Лабораторный практикум по геокосмической физике

Цель дисциплины:

- закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин по дистанционному зондированию Земли и атмосферы, получение практических навыков в предметной области, выполнении НИР.

Задачи дисциплины:

- изучение и приобретение практических навыков работы с радиометрической аппаратурой;
- изучение процесса переноса излучения в сплошной среде;
- приобретения навыков приема и обработки данных дистанционного зондирования со спутников.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения дистанционных аэрокосмических методов для изучения атмосферы и подстилающей поверхности Земли;
- основы теории переноса излучения в поглощающих и рассеивающих турбулентных средах;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- конструкцию и принцип действия спутниковых ИК-радиометров;
- основы геометрической и физической оптики.

уметь:

- проводить измерения радиояркостной температуры;
- проводить калибровку каналов, оцифровку и компьютерную обработку сигнала;
- проводить измерения функции рассеяния линии турбулентной среды;
- проводить измерения структурной постоянной;

- проводить настройку и измерения оптическими системами;
- проводить прием и первичную обработку спутниковых данных ДЗ;
- проводить тематическую обработку данных ДЗ.

владеть:

- навыками работы с радиометрической аппаратурой;
- навыками работы с оптической аппаратурой;
- навыками приема, первичной и тематической обработки данных ДЗ.

Темы и разделы курса:

1. Измерение параметров спутникового инфракрасного радиометра

Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности. Сдача коллоквиума.

Ознакомление с экспериментальной установкой. Измерение функции рассеяния линии.

Измерение пороговой чувствительности прибора. Завершение измерений. Обработка результатов. Подготовка отчета. Оформление отчета и сдача работы.

2. Исследование передачи изображения через турбулентную среду

Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности. Сдача коллоквиума.

Ознакомление с экспериментальной установкой. Измерение характеристик шума. Измерение аппаратных функций рассеяния линии. Измерение структурной постоянной. Обработка результатов. Подготовка отчета. Сдача работы.

3. Прием и первичная обработка информации от метеорологических спутников

Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности. Ознакомление со станцией приема космической информации. Сдача коллоквиума. Выполнение расчета ближайших сеансов связи с ИСЗ NOAA по телеграмме ART PREDICT с помощью планшета.

Расчет ближайших сеансов связи с ИСЗ NOAA с помощью программного пакета «Predict».

Проведение реального приема сигнала спутника. Выделение синхросерий для каналов А и Б спутникового сигнала. Выделение сектора космос и минутные метки в реальном сигнале.

Выделение информационных строк телеметрического кадра. Расчет энергетических характеристик для проведения градуировок инфракрасных каналов спутникового радиометра.

Составление функциональной схемы построения градуировочной характеристики радиометра ИСЗ NOAA. Подготовка отчета. Сдача работы.

4. Технология восстановления температуры поверхности океана по измерениям уходящей радиации

Ознакомление с описанием лабораторной работы. Сдача коллоквиума. Импорт аналоговых спутниковых изображений в пакет «ERDAS IMAGINE». Преобразование изображений в картографические проекции. Проведение географической привязки спутниковых изображений.

Получение цифровых спутниковых изображений высокого разрешения по каналам Интернет.

Преобразование форматов спутниковых изображений до стандартных уровней. Импорт цифровых изображений в пакет «ERDAS IMAGINE». Расчет значений температуры поверхности океана. Подготовка спутниковых изображений для отображения на иллюстративном картографическом планшете. Построение проекта итоговой иллюстративной карты с отображением спутниковых изображений в картографической проекции. Сдача работы

5. Исследование объектива

Занятие 1

1. Ознакомление с лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.
3. Настройка коллиматора.
4. Центрирование объектива относительно коллиматора.

Занятие 2

1. Измерение заднего фокусного расстояния объектива.
2. Измерение заднего вершинного отрезка.
3. Измерение разрешающей силы объектива для прямого хода пучка

Занятие 3

1. Измерение глубины резко изображаемого пространства.
2. Измерение переднего вершинного отрезка.
3. Измерение разрешающей силы объектива для обратного хода луча.
4. Сдача работы

6. Исследование телескопической системы

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.
3. Настройка исследуемой телескопической системы на бесконечность.

Занятие 2

1. Измерение увеличения зрительной трубы теодолита с помощью динаметра Рамсдена.
2. Измерение увеличения телескопической системы по размерам изображения удаленного предмета с помощью коллиматора.
3. Определение поля зрения телескопической системы при помощи широкоугольного коллиматора.

Занятие 3

1. Измерение диаметра и удаления выходного зрачка.
2. Измерение разрешающей силы телескопической системы.
3. Измерение глубины пространства, резко изображаемого телескопической системой.
4. Сдача работы

7. Измерение спектров инфракрасного поглощения

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Подготовка инфракрасного спектрометра к работе.
2. Градуировка спектрометра по длинам волн.
3. Изучение влияния «оптической» аппаратной функции монохроматора на регистрируемый спектр.

Занятие 3

1. Изучение влияния инерционности приемно-регистрирующей системы на полосу поглощения хлороформа.
2. Сдача работы.

8. Изучение нормального эффекта Зеемана

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с установкой.
2. Юстировка установки.

Занятие 3

1. Регистрация спектров.
2. Обработка спектров и определение величины расщепления.

Занятие 4

1. Обработка результатов.
2. Подготовка отчета.
3. Сдача работы.

9. Изучение сверхтонкой структуры спектральных линий

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 1

1. Юстировка оптической системы.
2. Юстировка эталона Фабри-Перо.

Занятие 2

1. Исследование структуры спектральной линии.
2. Обработка измерений.

Занятие 3

1. Подготовка отчета.
2. Сдача работы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Лабораторный практикум по дополнительным главам теории управления

Цель дисциплины:

- формирование навыков работы с отдельными компонентами систем управления, изучение взаимодействия отдельных компонентов систем управления друг с другом, исследование влияния внешних возмущений на работу системы управления, оценка эффективности алгоритмов управления.

Задачи дисциплины:

- научить работе с измерительной и исполнительной частями систем управления;
- сформировать навыки комплексной отработки многокомпонентной системы;
- на практике отработать принципы построения алгоритмов управления;
- рассмотреть факторы, влияющие на точность работы системы управления.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы построения многокомпонентных систем управления.

уметь:

- работать с измерительным и испытательным оборудованием, оценивать влияние компонент систем управления друг на друга, оптимизировать работу систем управления.

владеть:

- навыками статистической обработки больших массивов данных и математического моделирования.

Темы и разделы курса:

1. Измерительная часть систем управления.

Работа с датчиковой аппаратурой. Датчик угловой скорости, датчик магнитного поля, солнечный датчик. Определение погрешностей измерительных приборов на примере датчиков угловой скорости, магнитного поля, солнечного датчика. Виды погрешностей. Понятие калибровки датчиковой аппаратуры.

2. Исполнительная часть систем управления.

Работа с исполнительной аппаратурой. Управляющие двигатели маховики, электромагнитные катушки. Основные принципы функционирования исполнительной аппаратуры. Взаимодействие между собой и с измерительным оборудованием.

3. Совместная работа набора измерительных приборов.

Свободное движение твёрдого тела. Уравнение Эйлера. Определение ориентации твёрдого тела по показаниям датчиковой аппаратуры. Локальные методы, фильтр Калмана, метод наименьших квадратов.

4. Влияние внешних возмущений на работу системы управления.

Свободное движение твёрдого тела. Определение паразитных моментов: момент вязкого трения, магнитный момент, обусловленный остаточной намагниченностью.

5. Магнитные системы управления ориентацией твёрдого тела.

Управление движением твёрдого тела с помощью магнитных катушек. Виды управления. Оценка эффективности демпфирования угловой скорости с помощью алгоритма $V\dot{d}$.

6. Пропорционально-дифференциальный регулятор.

Алгоритм управления солнечной ориентацией с помощью управляющих двигателей маховиков. Пропорционально-дифференциальный регулятор. Выбор параметров ПД-регулятора.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Лабораторный практикум по механике сплошных сред: гидрогазодинамика

Цель дисциплины:

закрепление базовых теоретических знаний и получение практических навыков в области механики сплошных сред для использования при изучении дисциплин по соответствующей бакалаврской программе.

Задачи дисциплины:

приобретение практических навыков при моделировании и измерении гидродинамических и прочностных параметров.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления теоретического курса «Введение в механику сплошных сред»;
- основы теории переноса излучения в сплошной среде, теории движения вязкой жидкости;
- основы газовой динамики (сопло Лаваля, прямые и косые скачки уплотнения, потеря полного давления);
- основы теории упругости, пластичности и ползучести;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания свойств сплошной среды;
- основные понятия, определения и уравнения, используемые при постановке и решении задач в области механики сплошной среды.

уметь:

- применять на практике знания, полученные в результате изучения физико-математических дисциплин на 1-2 курсе;
- получать численные оценки ключевых характеристик газодинамических потоков;
- рассчитывать простые инженерные конструкции и их элементы на прочность;

- уметь настраивать экспериментальное оборудование, используемое в лабораторных работах.

владеть:

- навыками усвоения междисциплинарной информации в области физики твердого тела, жидкости, газа, теории переноса излучения в сплошной среде, методов решения задач;
- культурой постановки и математического моделирования физических задач в данной предметной области;
- экспериментальными навыками измерения результатов для определения параметров изучаемой среды;
- навыками компьютерной обработки экспериментальных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Измерение температуры пламени методом обращения спектральных линий.

Измерение температуры пламени методом обращения спектральных линий.

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Настройка измерительной аппаратуры.
4. Достижение момента обращения спектральных линий дублета натрия на фоне подсветки лампой С-10.
5. Измерение яркостной температуры лампы С-10 с помощью пирометра ЛОП-72.

Занятие 2

1. Анализ результатов измерений. Перерасчет яркостной температуры с красного диапазона (6500 А) в желтый (5890 А).
2. Составление отчета о проведении лабораторной работы.
3. Сдача работы.

2. Определение числа Рейнольдса перехода к турбулентности в пограничном слое.

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Сборка и отладка экспериментальной установки.
4. Проведение измерений профиля скоростей в ламинарном пограничном слое.

Занятие 2

1. Проведение измерений профиля скоростей в турбулентном пограничном слое.
2. Проведение измерений скорости потока газа в пограничном слое при увеличении скорости внешнего потока.
3. Составление отчета о проведении лабораторной работы.
4. Сдача работы.

3. Изучение характеристик баллистической установки.

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Пробное включение установки в присутствии преподавателя.
5. Измерение скорости «тяжелой» пули в зависимости от давления толкающего газа.

Занятие 2

1. Измерение скорости «легкой» пули в зависимости от давления толкающего газа.
2. Обработка и обсуждение результатов.
3. Оформление отчета и сдача работы.

4. Изучение режимов истечения газа из сопла Лавалья.

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.

3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение критического и выходного сечений сопла Лавалья для двух различных сопел.
5. Расчет чисел Маха.

Занятие 2

1. Сборка установки.
2. Установление расчетного сверхзвукового течения.
3. Измерение расстояния отошедшей ударной волны от насадка полного напора.
4. Расчет потерь полного давления за ударной волной.
5. Оформление отчета и сдача работы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Лабораторный практикум по механике сплошных сред: механика твердого и деформируемого тела

Цель дисциплины:

- закрепление базовых теоретических знаний и получение практических навыков в области механики сплошных сред для использования при изучении дисциплин по соответствующей бакалаврской программе.

Задачи дисциплины:

- приобретение практических навыков при моделировании и измерении прочностных параметров.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления теоретического курса «Введение в механику сплошных сред»;
- основы теории упругости, пластичности и ползучести;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания свойств сплошной среды;
- основные понятия, определения и уравнения, используемые при постановке и решении задач в области механики сплошной среды.

уметь:

- применять на практике знания, полученные в результате изучения физико-математических дисциплин на 1-2 курсе;
- получать численные оценки ключевых характеристик;
- рассчитывать простые инженерные конструкции и их элементы на прочность;
- уметь настраивать экспериментальное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Владеть:

- навыками усвоения междисциплинарной информации в области физики твердого тела, методов решения задач;
- культурой постановки и математического моделирования физических задач в данной предметной области;
- экспериментальными навыками измерения результатов для определения параметров изучаемой среды.
- навыками компьютерной обработки экспериментальных результатов.

Темы и разделы курса:**1. Стержневые системы. Фермы/**

Целью лабораторной работы является ознакомление с методами расчета статически определимых стержневых конструкций и экспериментальными методами определения усилий в стержнях и перемещений в узлах.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение усилий в стержнях и перемещений в узлах статически определимой фермы при различных нагрузках.
5. Теоретический расчет усилий в стержнях. Расчет перемещений в узлах фермы по теореме Кастильяно.
6. Оформление отчета и сдача работы.

2. Стержневые системы. Рамы.

Целью лабораторной работы является ознакомление с методами расчета статически неопределимых стержневых систем.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение перемещений в определенных точках статически неопределимой рамы при различных нагрузках.

5. Теоретический расчет перемещений в определенных точках статически неопределимой рамы при различных нагрузках.

Оформление отчета и сдача работы.

3. Устойчивость стержней.

Целью работы является ознакомление с основными положениями теории устойчивости стержней по Эйлеру. Проведение экспериментов на устойчивость стержней и сопоставление экспериментальных и расчетных данных.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение критической нагрузки на стержень при различных условиях его закрепления.
5. Сравнение теоретически рассчитанных критических напряжений с результатами измерений.
6. Оформление отчета и сдача работы.

4. Ползучесть материалов.

Целью работы является ознакомление с линейной наследственной теорией вязкоупругости. С помощью интегральных уравнений этой теории предлагается аппроксимировать экспериментальные кривые ползучести полимерного материала.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение зависимости деформации полимерного образца от времени при заданной программе нагружения.
5. Обработка экспериментальных данных, подбор эмпирических коэффициентов в функции ползучести.
6. Оформление отчета и сдача работы.

5. Определение предела прочности в анизотропной пластинке.

Целью работы является знакомство с анизотропными, композитными материалами, и экспериментальное определение предела прочности в функции угла между осями анизотропии и направлением, под которыми вырезан образец. Аппроксимация экспериментальных кривых выражениями, полученными на основе энергетической теории прочности для анизотропных материалов.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение прочности на растяжение образцов из композиционного материала (текстолит), в которых оси анизотропии ориентированы под различными углами по отношению к оси нагрузки.
5. Обработка экспериментальных данных, сравнение результатов измерения с расчетом по теоретической формуле, описывающей прочность композита в зависимости от ориентации волокон относительно оси нагрузки.
6. Оформление отчета и сдача работы

6. Определение механических характеристик сыпучей среды.

Целью работы является ознакомление с представлением напряженного состояния среды в виде кругов Мора, с критериями текучести в средах с внутренним трением, в частности с критерием Кулона.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение прочности на осевое сжатие цилиндрического образца сыпучей среды при различных боковых давлениях.
5. Обработка экспериментальных данных, построение кругов Мора, проверка выполнения критерия Кулона, определение коэффициента внутреннего трения и сцепления для данной сыпучей среды.
6. Оформление отчета и сдача работы.

7. Оптический метод измерения напряжений.

Цель лабораторной работы – ознакомление с основами поляризационно-оптического метода измерения напряжений и деформаций такими как: плоская и круговая поляризация, двойное лучепреломление, относительная разность хода, связь интерференционных порядков с компонентами тензора напряжений и деформаций. Проведение тарировки моделей и т.д. С помощью данного метода исследование напряженного состояния в изогнутой балке и диске, сжатого двумя сосредоточенными силами и т.д.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Тарировка с помощью задачи о чистом изгибе балки.
5. Визуализация и расчет поля напряжений методом фотоупругости для заданного способа нагружения плоского образца.
6. Оформление отчета и сдача работы.

8. Изгиб балки.

Цель лабораторной работы: 1. Ознакомление с теорией изгиба статически определимых и статически неопределимых балок, в частности, с теорией Кастилиано. 2. Экспериментальное подтверждение методов расчета статически неопределимых балок.

Этапы выполнения работы:

1. Изучение описания лабораторной работы.
2. Сдача коллоквиума.
3. Ознакомление с экспериментальной установкой.
4. Измерение перемещений в заданных точках упругой балки при заданной системе сил.
5. Сравнение экспериментальных данных с теоретическим расчетом с использованием теории изгиба упругой балки и теоремы Кастилиано.
6. Оформление отчета и сдача работы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Лабораторный практикум по физической механике

Цель дисциплины:

- закрепление базовых теоретических знаний и получение практических навыков в области механики сплошных сред и физической механики для использования при изучении дисциплин по соответствующей бакалаврской программе.

Задачи дисциплины:

- приобретение практических навыков при моделировании и измерении гидрогазодинамических и прочностных параметров, параметров плазмы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные физические величины, их определения, единицы измерения в системе единиц СИ, физические явления, основные гипотезы и законы механики сплошных сред и их приложения для решения различных прикладных задач;
- основные теоретические представления и модели течений жидкости, газов и плазмы;
- характер математических объектов аппарата механики сплошных сред;
- принципы математического описания движения газообразных и жидких сред.

уметь:

- применять физические законы для решения задач экспериментального и прикладного характера;
- составлять физико-математические модели процессов динамических течений жидкости и газов;
- решать соответствующие системы дифференциальных уравнений в частных производных с учетом граничных и начальных условий;
- формулировать математические модели рассматриваемых проблем механики, как системы взаимодействующих подмоделей, самостоятельно решать классические задачи;

- применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, использовать различные методы решения типичных задач, анализировать полученные результаты;
- пользоваться основной и дополнительной литературой по курсу.

владеть:

- навыками выполнения физических экспериментов и оценки их результатов;
- приемами постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов;
- навыками работы с современной измерительной аппаратурой;
- основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки информации;
- системой знаний о закономерностях явлений и процессов в механике сплошных сред, разбираться в физических процессах и формулировать феноменологические теории разделов механики сплошных сред;
- основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

Темы и разделы курса:

1. Зондовые методы исследования плазмы

В работе изучаются методы диагностики электрических параметров плазмы.

Проводятся измерения с помощью одиночного зонда и двойного зонда.

Определяется потенциал плазмы, и функции распределения электронов по энергиям.

2. Исследование колебаний жидкости в канале

В работе исследуются колебания жидкости в канале.

С помощью цифрового осциллографа снимаются амплитудно-частотные характеристики колебания жидкости.

Проводится Фурье-анализ.

Измеряются зависимости амплитуды основной частоты волнопродуктора и величины собственной частоты колебаний жидкости от длины канала.

3. Методы генерации и регистрации ударных волн

В работе изучается генерация ударных волн на трубе УТ-2.

Проводится теневая визуализация и измерение скорости фронта ударной волны, измерение импульсного давления.

4. Исследование сверхзвукового потока разреженного газа

В работе изучается поток разреженного газа.

Поток создается вакуумной аэродинамической трубой непрерывного действия ВТ-1.

Проводятся измерения полного давления, по которым вычисляются параметры потока в поле течения сопла

5. Структура ударной волны при обтекании цилиндра потоком газа низкой плотности

В работе изучается отошедшая ударная волна, образовавшаяся на цилиндре в потоке разреженного газа.

Измерение толщины ударной волны и расстояния ее отхода при помощи свободномолекулярного термозонда.

6. Исследование ламинарного пограничного слоя на пластине с помощью лазерного доплеровского измерителя скорости

В лабораторной работе исследуется профиль скорости потока в пограничном слое методом лазерного доплеровского измерения скорости.

В процессе работы студенты знакомятся с методом измерения скорости, основанном на эффекте Доплера.

Затем, с помощью данного метода, студенты проводят измерения в пограничном слое, определяют его толщину, устанавливают подобие профиля скорости вдоль пластины. Исследуют торможение потока перед пластиной.

7. Измерение осредненных и пульсационных характеристик турбулентного потока с помощью термоанемометра постоянной температуры

Целью лабораторной работы является экспериментальное изучение осредненных и пульсационных характеристик

турбулентного потока с помощью термоанемометра постоянной температуры с нагретой нитью. Измерения проводятся

в изотермической турбулентной затопленной струе. В процессе выполнения работы студенты знакомятся с некоторыми сведениями о турбулентных течениях, описанием термоанемометрического метода и аппаратуры, тарируют датчик термоанемометра, производят измерения профилей средней скорости и продольной пульсации скорости в нескольких поперечных сечениях в зоне смещения начального участка струи и на оси струи. На основе анализа полученных экспериментальных данных устанавливаются законы подобия в изучаемом потоке.

8. Генерация низкотемпературной плазмы электродуговыми плазмотронами

В настоящей лабораторной работе на примере плазмотрона постоянного тока ППТ-2 изучаются принципы работы

и характеристики плазмотронов, методы измерения параметров плазменной струи.

9. Исследование взаимодействия концентрированных электронных пучков с твердым телом

Целью настоящей работы является ознакомление студентов с методами генерации сильноточных электронных пучков (ЭП) и изучение основных механизмов взаимодействия ЭП с поверхностью твердых тел.

10. Измерение температуры тяжелых частиц в газовом разряде по спектру излучения второй положительной системы N₂

Цель работы состоит в ознакомлении со спектральными методами измерения температуры тяжелых частиц в газоразрядной плазме и приобретении навыков работы со спектральным оборудованием. В описании излагается краткая теория формирования молекулярных спектров и дается обзор различных методов измерения температуры, в том числе в неравновесных условиях. Рассматривается метод измерения вращательной температуры молекулы N₂ в тлеющем разряде по разрешенной структуре излучения 0 → 0 перехода 2+ системы азота и обсуждается связь вращательной и поступательной температур.

11. Исследование распространения звуковых волн

Цель работы исследование многофазных сред, в том числе с наличием физико-химических превращений. В настоящей работе исследуется процесс распространения акустических волн в микропузырьковой среде. Определяется объем газосодержания в потоке жидкости акустическими методами.

12. Исследование режимов истечения из сопла Лавала методом Particle Image Velocimetry

Целью данной работы является знакомство студентов с современным методом визуализации и диагностики потока Particle Image Velocimetry (PIV). В процессе работы студенты проводят измерения полей векторов скоростей методом PIV на выходе из сопла Лавала сверхзвуковой вакуумно-атмосферной трубы периодического действия СТ-4, обрабатывают полученные данные в программном комплексе DaVis 7.2. Также проводится синхронная запись давлений в рабочей камере и на выходе из сопла. Измерения проводятся в режимах с недорасширением, перерасширением и в расчетном режиме. Анализируют полученные результаты. Сопоставляются режимы течения из сопла конкретному полю векторов скорости течения.

13. Экспериментальное исследование неустойчивости Релея-Тейлора

Целью лабораторной работы является экспериментальное исследование развития неустойчивости Реллея-Тейлора. Студенты фиксируют на скоростную камеру процесс развития неустойчивости. По экспериментальным данным определяют стадию неустойчивости, вычисляют число Атвуда.

14. Определение времени колебательной релаксации CO₂

работе определяется время колебательной релаксации деформационной моды углекислого газа. Метод основан на эффекте увеличения энтропии в неравновесном процессе релаксации при быстром торможении потока.

15. Атмосферно-вакуумная сверхзвуковая аэродинамическая труба

В работе изучается устройство и принцип работы атмосферно-вакуумной трубы периодического действия СТ-4.

С помощью гребенки насадок полного давления измеряют параметры на выходе из сопла Лавала.

Измеряют статическое давление вдоль сопла Лавала.

Измеряют время работы трубы в сверхзвуковом режиме истечения.

16. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком

В работе изучается обтекание пластинки ориентированной под разными углами к сверхзвуковому потоку.

Измеряется статическое давление вдоль пластины, когда она ориентирована вдоль потока, под углом $+10$ градусов к потоку и под углом -10 градусов к потоку.

Проводится визуализация течения тeneвым методом.

17. Исследование свободной турбулентной струи

В работе изучают основные закономерности поведения профиля продольной составляющей скорости для осесимметричной струи воздуха, истекающей в затопленное пространство.

Производят измерения распределения скорости в разных поперечных сечениях струи, изменения скорости на оси струи и изменение полуширины струи по длине струи.

18. Гидродинамическая устойчивость вращательного течения Куэтта

В работе изучается гидродинамическая неустойчивость течения между двумя соосными вращающимися цилиндрами.

Измеряется скорость вращения внутреннего цилиндра, при которой происходит потеря устойчивости течения, для заданной скорости вращения внешнего цилиндра.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

Математическая обработка экспериментальных данных

Цель дисциплины:

- формирование знаний о современных методах обработки экспериментальных данных, о базовых принципах алгоритмов, лежащих в их основе и особенностях их использования.

Задачи дисциплины:

- рассмотреть основные области применения методов статистической оценки данных, полученных в ходе физического эксперимента;
- научить квалифицированно обрабатывать полученные экспериментальные данные;
- рассмотреть принципы планирования эксперимента.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы статистического анализа экспериментальных данных.

уметь:

- обрабатывать полученные в ходе эксперимента данные с использованием методов статистического анализа.

владеть:

- навыками проектирования и расчета методики эксперимента, позволяющими снизить влияние внешних воздействующих факторов (фона, наводок и т.п.).

Темы и разделы курса:

1. Введение в теорию вероятностей.

Определение вероятности. Основные законы теории вероятностей. Дискретные распределения. Непрерывные распределения. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Моменты случайной величины.

2. Эксперимент и статистический анализ.

Классификация погрешностей измерения. Метод исключения грубых погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Схема эксперимента. Выборочный метод и задачи статистики. Специальные распределения.

3. Метод максимального правдоподобия.

Оценка параметров функции распределения из принципа максимального правдоподобия. О несимметричных погрешностях в экспериментах. Объединение результатов однотипных измерений.

4. Автокорреляционный и фурье- анализ экспериментальных данных.

Функция автокорреляции и ее параметры. Непрерывное, дискретное и оконное преобразования Фурье. Теорема Котельникова-Шеннона. Алгоритм дискретного преобразования Фурье. Прямое и обратное преобразования Фурье.

5. Введение в вейвлет-анализ.

Типы базовых вейвлетов. Коэффициенты аппроксимации и детализации. Прямое и обратное вейвлет-преобразование. Алгоритм дискретного вейвлет-преобразования. Равенство Парсеваля. Связь между вейвлет и Фурье-преобразованиями.

6. Примеры программ для статистического анализа экспериментальных данных.

Среды Exel, Origin, MatLab, Fortran.

7. Сжатие сигналов и вейвлет- очистка от шумов.

Одномерное, двумерное и многомерное сжатие сигналов. Природа появления шумов в физических экспериментах. Алгоритм очистки сигнала от шума. Типы пороговых операторов подавления коэффициентов детализации. Примеры вейвлет-очистки сигналов от шума

8. Очистка экспериментальных данных от наличия наводок.

Типы наводок. Фурье-анализ частотного спектра. Вейвлет-очистка формы сигнала.

9. Планирование эксперимента.

Оптимальное распределение времени наблюдений. Измерение интенсивности событий. Корреляции в величинах измеряемых параметров. Эксперименты по выяснению механизма явлений, последовательное планирование.

10. Анализ экспериментов с малой статистикой.

Анализ грубых ошибок. Анализ временных рядов событий. Метод бегущего среднего.

11. Примеры применения статистических методов анализа.

Статистика радиоактивного распада. Время «молчания» счетчика. Закон ослабления потока падающих частиц, проходящих через вещество. Электролитические шумы химических источников тока. Корреляции в параметрах тепловых батарей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Машинное обучение в науках о Земле

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний о математических основах и общих принципах современных методов машинного обучения в применении к задачам наук о Земле;
- освоение общепринятых методик применения методов машинного обучения.

Задачи дисциплины:

- дать студентам знания об общих математических принципах современных методов машинного обучения;
- научить студентов самостоятельно формулировать задачу, планировать численный эксперимент, выбирать подходящий метод решения и эффективно его реализовывать в виде программы, а также анализировать результаты и оценивать качество получаемых моделей;
- выработать у студентов навыки эффективного применения методов машинного обучения с использованием доступных языков программирования и сред исполнения программного кода;
- выработать у студентов навык адаптации существующих методов машинного обучения с учетом специфики задач и с использованием результатов новейших публикаций;
- выработать у студентов навык визуального представления данных, представления промежуточных и конечных результатов исследования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и математические принципы современных методов машинного обучения;
- типы задач, решаемые с применением методов машинного обучения;
- наиболее распространенные модели машинного обучения, области их применения, основные преимущества и недостатки;

- основные показатели качества моделей машинного обучения в задачах различного типа, их преимущества, недостатки, ограничения применимости и характерные значения, достигаемые по результатам современных исследований.

уметь:

- определить тип задачи с точки зрения машинного обучения, сформулировать задачу в терминах методов машинного обучения, описать исходные данные и целевые переменные, подобрать подходящий тип модели, сформулировать и обосновать метрики качества получаемого решения;
- реализовывать в виде программы цепь обработки данных и тренировки модели машинного обучения в рамках решения поставленной задачи;
- идентифицировать явления недообучения и переобучения для различных типов задач и для различных конкретных видов моделей машинного обучения, руководствуясь метриками качества решения и диагностическими показателями процесса обучения; принимать меры для купирования эффектов недообучения и переобучения;
- проводить исследование чувствительности модели к значениям гиперпараметров;
- проводить оптимизацию гиперпараметров;
- исследовать исходные данные в аспекте сформулированной задачи;
- оценивать границы применимости и возможные причины смещенности полученного решения.

владеть:

- навыками самостоятельной реализации алгоритмов машинного обучения по материалам современных исследований, изложенных в научных статьях;
- навыками адаптации существующих алгоритмов машинного обучения с учетом особенностей сформулированной задачи;
- навыками оптимизации процессов предобработки исходных данных и постобработки результатов численных экспериментов.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Машинное обучение и искусственный интеллект. Исторический обзор, начальные определения, взаимосвязь понятий. Обзор языков программирования и инструментов для проведения исследований с применением методом машинного обучения. Обзор современных приложений в академической науке и в технике.

Машинное обучение как способ выявления неявных закономерностей в данных.

Машинное обучение как способ решения задач на основе натуральных данных.

Машинное обучение как способ аппроксимации распределения данных.

2. Классификация задач и методов машинного обучения

Типы задач машинного обучения: «обучение с учителем», «обучение без учителя», «обучение с частичным привлечением учителя» и др. Задачи классификации и регрессии. Примеры в задачах наук о Земле.

Краткий обзор методов обучения «с учителем». Линейная регрессия, логистическая регрессия, наивный байесовский классификатор, метод К ближайших соседей, решающие деревья, композиционные методы, метод опорных векторов, искусственные нейронные сети. Примеры в задачах наук о Земле.

Краткий обзор методов обучения «без учителя». Метод главных компонент и другие методы сокращения размерности. Методы кластеризации: метод К средних; метод моделирования гауссовой смеси; агломеративная и дивизивная иерархическая кластеризация; DBSCAN и HDBSCAN. Методы обнаружения аномалий. Нейросетевые автокодировщики. Генеративные состязательные сети. Примеры в задачах наук о Земле.

3. Технические средства анализа данных

Python как язык программирования для анализа данных. Динамическая типизация и полная интроспекция. Парадигмы программирования, реализованные в Python. Особенности многопоточковой обработки данных. Библиотеки обработки данных и библиотеки визуализации данных. Специальные библиотеки для задач наук о Земле Basemap и NetCDF4. Библиотека анализа двумерных данных OpenCV.

Инструментарий для обработки, визуализации и анализа данных с использованием Python.

Интерактивная среда разработки JetBrains PyCharm. Клиент-серверная интерактивная среда исполнения кода и визуализации Jupyter. Особенности исполнения программ в среде Jupyter. Построение документов в среде Jupyter с применением разметки и LaTeX.

4. Линейная регрессия и принципы машинного обучения

Вероятностная постановка задачи обучения по прецедентам. Статистические основы модели линейной регрессии. Варианты решения задачи линейной регрессии. Ограничения линейной регрессии. Проблема мультиколлинеарности признаков. Генерация и отбор признаков, спрямляющие пространства. Однослойный перцептрон.

Принципы машинного обучения в примерах. Принцип близости похожих событий в пространстве представлений. Принцип оптимизации функционала потерь. Регуляризация моделей. Разделимость и отделимость событий в задачах классификации. Интерпретируемость моделей машинного обучения. Принцип композиции алгоритмов.

5. Общая схема решения задач машинного обучения

Определение типа задачи и постановка задачи. Исследование или/и формирование массива исходных данных, визуализация данных. Адаптация алгоритмов машинного обучения и алгоритмов их настройки под сформулированную задачу. Предобработка данных для выбранных алгоритмов. Оптимизация (обучение) моделей. Оценка качества и оптимизация гиперпараметров. Применение модели и построение выводов по результатам.

6. Задачи классификации и логистическая регрессия

Примеры задач классификации в науках о Земле. Статистические основы модели логистической регрессии. Формулировка модели логистической регрессии и логистическая функция ошибки. Обучение модели логистической регрессии. Ограничения логистической регрессии. Проблема мультиколлинеарности признаков, генерация и отбор признаков, спрямляющие пространства. Однослойный перцептрон с произвольной функцией активации. Виды функции активации.

7. Оптимизация моделей машинного обучения и настройка гиперпараметров

Формулировка задачи оптимизации. Примеры оптимизационных задач. Задача выпуклого программирования. Общая задача нелинейного программирования. Понятие ландшафта функции потерь. Проблемы невыпуклого ландшафта функции потерь и методы оптимизации, решающие эту проблему. Градиентные методы оптимизации первого и второго порядка. Модификации градиентных методов оптимизации первого порядка.

Явление переобучения и недообучения моделей. Понятие VC-размерности, сложность модели. Баланс между смещением и разбросом. Настройка гиперпараметров модели. Подход скользящего контроля. Стратегии скользящего контроля.

8. Метод опорных векторов

Линейно разделяемая выборка и разделяющая гиперплоскость. Геометрическая интерпретация задачи. Модель линейного метода опорных векторов. Функция потерь метода опорных векторов. Варианты оптимизации моделей в методе опорных векторов. Проблема неразделимости выборки. Ядра и спрямляющие пространства. Примеры ядер. Метод опорных векторов как двухслойный перцептрон. Метод опорных векторов в задачах восстановления регрессии.

9. Деревья решений

Взаимная информация, информационная энтропия, кросс-энтропия, дивергенция Кульбака-Лейблера и принцип оптимизации правдоподобия. Метод наименьших квадратов в задачах линейной регрессии как частный случай принципа максимизации правдоподобия.

Алгоритмы построения решающих деревьев ID3 и C4.5. Решающие деревья в задачах классификации и восстановления регрессии.

10. Композиции и ансамбли

Комитеты и композиции алгоритмов. Бутстрэп и бэггинг. Случайные леса. Градиентные метаалгоритмы. Бустинг над произвольным семейством алгоритмов. AdaBoost. XGBoost, LightGBM и CatBoost в задачах классификации и регрессии.

11. Искусственные нейронные сети

Исторический обзор развития искусственного интеллекта. «Восходящее» и «нисходящее» направления. Коннективизм и принцип ассоциативности.

Перцептрон. Варианты однослойного перцептрона. Способы обучения перцептрона. Искусственная нейронная сеть как универсальный аппроксиматор. Многослойный перцептрон.

Алгоритмы обучения ИНС. Алгоритм обратного распространения ошибки. Ландшафт функции потерь. Сходимость обучения ИНС. Регуляризации и эвристики оптимизации ИНС. Пакетная нормализация. Прореживание.

Переобучение, недообучение и обобщающая способность ИНС.

12. Технические средства конструирования и обучения ИНС

Обзор средств и библиотек для программной реализации искусственных нейронных сетей. Numpy, Keras, Tensorflow, Theano, PyTorch.

Реализация многослойного перцептрона и процедуры оптимизации. Особенности вычислений на графических сопроцессорах. Организация порождения обучающих данных и цепи вычислений процесса оптимизации ИНС.

13. Сверточные нейронные сети

Краткий исторический обзор. Когнитрон и неокогнитрон, LeNet и более поздние архитектуры. Характерные задачи, решаемые СНС.

Принцип локальности признаков. Принцип оценки корреляции с шаблоном. Принцип общих параметров. Математические основы сверточных нейронных сетей. Обратное распространение градиента функции потерь. Рецептивное поле. Субдискретизация. Соединения быстрого доступа.

Свойства СНС.

Виды задач, решаемые с применением ИНС и СНС. Современные архитектуры СНС.

14. Рекуррентные нейронные сети

Краткий исторический обзор. Принцип локальности признаков. Кодирование последовательностей. One-hot, Word2Vec, GloVe, fastText.

Рекуррентные нейронные сети: основные принципы. LSTM, двунаправленный LSTM, GRU.

Типы задач, решаемые РНС. Классификация и регрессия, порождение последовательности на базе последовательности.

15. Задачи типа «обучение без учителя»

Задача сокращения размерности. Метод главных компонент. t-SNE. Самообучающиеся карты Кохонена. Нейросетевой автокодировщик и его разновидности.

Задача кластеризации. Постановка задачи. Мера близости событий и проклятие размерности в задачах кластеризации.

Виды алгоритмов кластеризации. Графовые и эвристические алгоритмы. DBSCAN и HDBSCAN. Статистические алгоритмы. Метод разделения гауссовой смеси, метод K средних. Иерархические алгоритмы. Метод Ланса-Уильямса. Вариации метода Ланса-Уильямса. Свойства иерархических алгоритмов.

Нейросетевые генеративные модели. Принцип и статистические основы генеративных состязательных сетей. DCGAN, LSGAN, WGAN.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Методы и средства океанографических измерений, обработка и визуализация океанографических данных

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по методам и средствам океанографических измерений для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области обработки и анализа результатов исследований вод морей и океанов;
- научить студентов на примерах и задачах, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, применяемые методы и средства в океанографических исследованиях;
- порядки численных величин, характерные для различных измеряемых параметров морской среды;
- современные проблемы океанографических исследований;
- основы обработки океанографических данных;
- основные программные средства, используемые в обработке и визуализации океанографических данных.

уметь:

- 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;

- 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;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия и терминология. Основные измеряемые и определяемые параметры морской воды

Основные понятия и термины, используемые при получении и обработке океанографической информации. Температура. Давление. Соленость. Плотность. Удельный объем. Уравнение состояния.

2. Измерения физических величин. Погрешности измерений

Виды измерений. Погрешности измерений. Их классификация.

3. Первичные преобразователи и физические принципы, положенные в их основу

Датчики температуры. Датчики гидростатического давления. Датчики электропроводности.

4. Океанографические комплексы

CTD–зонды. Классификация зондов по их техническим и эксплуатационным качествам. Особенности зондов различных производителей. Автоматизированные пробоотборники. Системы и комплексы для измерений на ходу судна.

5. Обработка данных CTD-зондов

Цель и задачи первичной обработки натуральных данных. Оценка погрешностей измерения и коррекция натуральных данных зонда высокого разрешения. Формирование массива данных с заданной дискретностью по глубине.

6. Типы и источники океанологических данных

История океанологических наблюдений. Современные научные программы изучения океана и обмена океанологической информацией (MyOcean2, WOCE, EMODNET, ЕСИМО и др.). Источники океанографических данных в сети Интернет.

Поиск данных. Океанологические атласы и базы данных. Климатические данные. Базы данных рельефа дна океана и положения береговой линии. Источники спутниковой информации.

7. Программный пакет MATLAB

Работа с функциями для анализа данных, в частности: интерполяция и экстраполяция кривых, математическая статистика и анализ данных — статистические функции, статистическая регрессия, цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье и другие. Обработка данных — набор специальных функций, включая построение графиков, оптимизацию и другие.

8. Программный пакет Ocean Data View

Построение географических и батиметрических карт в различных проекциях. Изучение встроенных функций атласа.

Создание баз данных. Экспорт и импорт данных стандартных океанологических форматов.

Организация баз данных в пакете. Создание выборок из данных. Контроль качества данных. Работа с флагами качества.

Встроенные функции расчета параметров. Написание собственных функций.

Создание цветовых шкал и работа с ними. Функции рисования.

Построение вертикальных распределений характеристик, диаграмм рассеивания, гидрологических разрезов и поверхностей распределения. Работа с изолиниями.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Методы исследования наноматериалов, микро- и наноструктур

Цель дисциплины:

- формирование знаний по физическим методам исследования материалов, получение навыков работы с наноматериалами, микро- и наноструктурами при решении научно-исследовательских задач.

Задачи дисциплины:

- дать студентам знания в области нанотехнологий;
- научить студентов проводить измерения наноматериалов, микро- и наноструктур;
- самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории физики твердого тела;
- особенности строения и классификацию наноматериалов, микро- и наноструктур;
- современные проблемы нанотехнологий.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых прикладных результатов.

Владеть:

- навыки самостоятельной работы и применения своих знаний для решения прикладных и технологических задач;
- навыки моделирования физических задач;
- навыки грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практика исследования и решения прикладных задач.

Темы и разделы курса:**1. Классификация наноматериалов, микро- и наноструктур**

Физика и химия наноматериалов. Синтез наноматериалов. Углеродные наноматериалы. Композитные материалы. Способы производства композитных материалов. Особенности строения метаматериалов. Физические процессы в диэлектрических микро– и наноструктурах. Пассивные диэлектрические микро– и наноструктуры. Активные микро– и наноструктуры. Основные свойства проводящих микро– и наноструктур. Физические процессы в проводящих микро– и наноструктурах. Применение проводящих и диэлектрических пленок в электронике. Классификация полупроводниковых наноматериалов. Физические процессы в полупроводниковых микро– и наноструктурах. Основные параметры полупроводниковых гетероструктур. Применение полупроводниковых микро– и наноструктур.

2. Рентгеновские методы исследования наноматериалов

Взаимодействие рентгеновского излучения с конденсированными средами. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллических решетках. Закон Вульфа-Брэгга. Схема Брэгга-Брентано. Применение рентгеновских методов для определения структурного совершенства наноматериалов. Рентгенофазовый анализ. Рентгеноструктурный анализ. Закон Мозли. Рентгеновская и рентгеноэлектронная спектроскопия. Рентгенофлуорисцентный анализ. Принцип работы волноводного спектрометра. Энергодисперсионный спектрометр. Анализ энергодисперсионного спектра. Количественный анализ химического состава наноматериалов.

3. Микроскопия и электронная спектроскопия наноматериалов и наноструктур

Применение электронной микроскопии для изучения структурного совершенства микро- и наноструктур. Принцип работы и устройство просвечивающего электронного микроскопа. Применение метода реплик для контроля поверхности микро- и наноструктур. Сканирующая электронная микроскопия. Электронная оже-спектроскопия. Электронная спектроскопия для химического анализа.

Возможности сканирующей зондовой микроскопии для оценки параметров микро- и наноструктур. Устройство сканирующей туннельной микроскопии. Атомная реконструкция поверхности. Изучение адсорбции на поверхности микро- и наноструктур. Принцип работы и устройство атомно-силового микроскопа. Изучение топографии поверхности методом АСМ в контактном режиме. Применение АСМ для изучения микро- и наноструктур.

4. Магнитно-резонансные методы исследования наноматериалов и наноструктур

Возможности магнитно-резонансных методов в измерении примесного и дефектного состава наноматериалов. Устройство и принцип работы установки электронно-парамагнитного резонанса. Основные дефекты, определяемые с помощью ЭПР. Электронно-дырочные центры. Устройство и принцип работы прибора ядерно-магнитного резонанса. Ядерные спины в атомах. Ядерно-квадрупольный момент в атомах. Магнитное диполь-дипольное взаимодействие. Взаимодействие квадрупольного момента ядра с градиентом кристаллического поля. Принцип работы установки ядерно-квадрупольного резонанса.

5. Методы оптической спектроскопии и интерферометрии для исследования наноматериалов и наноструктур

Оптические методы измерения наноматериалов. Взаимодействие оптического излучения с конденсированными средами. Экспериментальные методы определения оптических констант. Спектральные приборы и устройства для измерения оптических свойств наноматериалов. Молекулярная спектроскопия. Анализ спектров комбинационного рассеяния. Измерение спектров оптического пропускания. Фурье-спектрометрия. Измерение и анализ спектров люминесценции.

Условия образования интерференции оптического излучения. Экспериментальные методы измерения интерференции. Интерферометр Майкельсона. Интерференция Маха-Цандера. Интерферометр Фабри-Перо. Голографическая интерферометрия. Поляризационно-оптические методы измерения отражения. Спектральная эллипсометрия. Применение эллипсометрии при измерении параметров тонких пленок.

6. Исследование электрических характеристик наноматериалов и наноструктур

Электрические свойства наноматериалов и наноструктур. Экспериментальные методы измерения электрических свойств. Определение параметров полупроводниковых структур методом Холла. Магниторезистивный эффект. Измерение распределения концентрации и подвижности носителей заряда в диффузионных, эпитаксиальных и ионно-легированных слоях. Определение концентрации доноров и акцепторов по холловской подвижности носителей заряда. Бесконтактные методы измерения электрических характеристик. Электрические свойства композитов.

Вольт-фарадные методы измерения параметров микро- и наноструктур. Электронная теория приповерхностной области пространственного заряда. Измерение времени генерации носителей заряда. Измерение распределения концентрации легирующей примеси. Метод измерения поверхностного заряда МДП-структуры. Дифференциальная емкость МДП-структуры.

7. Термический анализ наноматериалов, микро- и наноструктур

Тепловые свойства конденсированных сред. Равновесие фаз и фазовые превращения в конденсированных средах. Диаграммы состояний. Термические методы анализа.

Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термогравиметрический анализ. Термомеханический анализ. Синхронный термоанализатор. Анализ композитных материалов. Определение температуры и энтальпии фазовых переходов. Определение чистоты наноматериалов. Определение удельной теплоемкости. Определение энергии активации процессов. Построение фазовых диаграмм состояния наноматериалов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Методы математического моделирования

Цель дисциплины:

- освоение теоретической базы, основных принципов и методов разработки инструментальных средств математического моделирования – исследования при помощи формализованных математических описаний различных объектов, процессов и явлений. Центральное внимание при этом уделяется проблеме адекватности математической модели объекту исследования. Выбор составляющих дисциплины, равно как и глубины их изучения, предполагает возможность последующего использования знаний и навыков, приобретенных студентами, в исследованиях физических, инженерно-технических и социально-экономических систем или процессов. Кроме того, предполагается, что полученная студентами при изучении данного курса, подготовка позволит им в дальнейшем получать последующую более высокую профессиональную специализацию;
- освоение программы дисциплины необходимо для создания необходимой базовой основы инженерного образования выпускников МФТИ, необходимой для дальнейшей успешной профессиональной деятельности в различных отраслях передовой науки и техники.

Задачи дисциплины:

- получение студентами базовых знаний по теории конечномерных линейных пространств, дифференциальных свойств и методов аппроксимации функционалов, в том числе содержащих сведения традиционно не рассматриваемые в общих курсах математики, изучаемых студентами МФТИ;
- изучение принципов и методов решения как классических оптимизационных задач, так и задач математического программирования, а также задач, сводящихся к ним;
- приобретение студентами методик и навыков построения математических моделей, анализа их на адекватность, сопоставления качества исходных и, полученных в результате моделирования, данных;
- получение студентами необходимых навыков и знаний при использовании как универсальных, так и специализированных программных средств построения и анализа математических моделей различных типов и различной сложности, включая интерактивные человеко-машинные комплексы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

– теоретические основы, основные принципы и методы математического программирования и математического моделирования.

уметь:

– при помощи стандартных и специализированных компьютерных систем создать модель исследуемого объекта и применить ее для дальнейшего анализа этого объекта.

владеть:

– методикой построения адекватных математических моделей объектов, уверенно использовать для этой цели компьютерные инструменты и системы, включая интерактивные человеко-машинные комплексы.

Темы и разделы курса:

1. Инструмент. средства моделирования

1.1. Инструментальные средства математического моделирования. Конечномерное евклидово пространство. Определение и основные свойства. Подмножества и сходимость. Проекция элемента на подмножество. Условия отделимости выпуклых подмножеств. Теорема Фаркаша.

1.2. Функционалы в конечномерном евклидовом пространстве. Определение, классификация и способы задания функционалов. Предел и непрерывность функционалов.

1.3. Аппроксимация функционалов в конечномерном евклидовом пространстве. Частные производные. Производные по направлению. Градиент и гессиан функционала. Дифференциалы функционала. Формула Тейлора. Недифференцируемые функционалы. Субдифференциал.

2. Классические оптимизационные задачи

2.1. Классические экстремальные задачи. Безусловный экстремум функционала. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума.

2.2. Методы поиска безусловного экстремума. Общая схема поиска локального экстремума. Методы поиска локального гладкого экстремума. Поиск экстремума выпуклого недифференцируемого функционала.

2.3. Методы поиска одномерного экстремума. Метод дихотомии. Метод "золотого сечения". Метод Фибоначчи.

3. Задачи линейного программирования

3.1. Задачи поиска экстремума при наличии ограничений. Общая постановка экстремальных задач на условный экстремум. Условия оптимальности в задачах на условный экстремум.

3.2. Двойственные (сопряженные) задачи.

3.3. Задача математического программирования. Необходимые условия разрешимости задачи математического программирования. Функция Лагранжа и ее свойства. Достаточные условия разрешимости задачи математического программирования.

3.4. Метод штрафных функций. Описание алгоритма. Проблема точности. Проблема сходимости. Связь с методом множителей Лагранжа. О методах решения задач математического программирования. Задачи математического программирования с ограничениями типа "равенство".

3.5. Задача линейного программирования. Постановки задач линейного программирования. Условия оптимальности для задач линейного программирования. Прямые условия оптимальности. Двойственные условия оптимальности.

3.6. Взаимодвойственные пары задач линейного программирования. Связь между условиями и решениями двойственной пары задач. Теоремы двойственности в линейном программировании. Условия разрешимости пары взаимодвойственных задач ЛП. Единственность и переопределенность решений взаимодвойственных задач ЛП.

3.7. Функциональные свойства решений задач ЛП. Методы решения задач линейного программирования. Метод исключения. Симплекс-метод.

4. Задачи, связанные с математическим программированием

4.1. Задачи, сводящиеся к задачам математического программирования. Задачи оптимального управления. Дискретные динамические задачи. Непрерывные динамические задачи. Непрерывные задачи быстрого действия.

4.2. Задачи параметрического программирования. Общая постановка и примеры двухуровневых задач. Особенности решения задач параметрического программирования. Метод сглаживающих штрафных функций.

4.3. Задачи многокритериальной оптимизации. Элементы теории игр.

5. Полные и неполные модели

5.1. Математические модели в и принципы их использования. Основные термины и понятия математического моделирования. Сравнение полных и неполных математических моделей. Интерактивный процесс решения задач для неполных моделей. Процедура сужения множества условно допустимых состояний. Общая схема решения задач для неполных математических моделей.

5.2. Разработка и использование линейных неполных моделей. Описание линейных неполных моделей. Структура неполной математической модели. Обязательные

ограничения и связи. Целевые ограничения. Расстояние между множествами допустимых и целевых состояний.

5.3. Анализ решений, получаемых при помощи неполных моделей. Сопоставление величин нарушения допустимых границ. Группировка целевых границ. Средства управления процессом решения задач для неполных моделей. Управление процессом группировки целей. Сравнение абсолютной и относительных метрик. Ранжирование целей. Роль линейности в неполном математическом моделировании.

6. Практическое использование моделей

6.1. Примеры практического использования неполных математических моделей. Решение задач неполного моделирования при помощи специализированных электронных таблиц.

6.2. Применение интерпретатора языка L в задаче "Анализ эффективности инвестиционных операций на рынке ценных бумаг". Содержательная постановка задачи. Построение списка показателей и их атрибутов. Формулировка базового варианта задачи на языке L. Анализ решения базового варианта. Вариант расчета для случая изменяющихся уровней доходности и стоимости кредита.

6.3. Решение серий задач неполного математического моделирования. Интерфейсная оболочка MultiLc. Параметрический анализ модели оценки эффективности инвестиций на рынке ценных бумаг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Методы обработки геофизических данных

Цель дисциплины:

- формирование у слушателей понимания принципиальных отличий геофизических данных от данных лабораторного эксперимента и изучения практических приемов статистической обработки геофизических данных. Изучение дисциплины «Методы обработки геофизических данных» является обязательным элементом подготовки специалистов по теоретической и экспериментальной геофизике.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями навыков анализа разнообразных геофизических процессов;
- овладение современными численными статистическими методами анализа и визуализации полученных результатов;
- воспитание умения критически анализировать опубликованные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- отличия геофизических данных от данных лабораторного эксперимента;
- типовые методологические и логические ошибки при обработке данных;
- понятия статистической и функциональной связи.

уметь:

- готовить геофизические данные к обработке;
- выбирать метод обработки данных, соответствующий поставленной задаче;
- использовать современные средства визуализации данных;
- определять достаточность данных для анализа.

владеть:

- программными средствами анализа данных;
- приемами чтения/записи данных разных типов из текстовых и двоичных файлов;
- научной культурой постановки статистических гипотез;
- приемами визуализации исходных данных и результатов обработки.

Темы и разделы курса:

1. Принципиальные отличия геофизических данных от данных лабораторного эксперимента.

Принципиальные отличия геофизических данных от данных лабораторного эксперимента.

Классификация типов данных. Понятие о пропусках и выбросах в данных.

2. Сбор, сортировка, очистка и подготовка данных.

Сбор, сортировка, очистка и подготовка данных. Выбросы и пропуски. Deskриптивная статистика. Организация многомерных данных. Сечения данных.

3. Принципы и цели разведочного анализа данных.

Принципы и цели разведочного анализа данных. Конверсия типов данных R – номинальные – качественные – символьные. Переход к потоку событий. Коллекция пропусков и выбросов.

4. Принципы воспроизводимого исследования.

Принципы воспроизводимого исследования. Типовые логические и методические ошибки. Допустимые и недопустимые преобразования данных.

5. Корреляционный анализ временных рядов.

Корреляционный анализ временных рядов. Стационарность. Стохастический тренд. Параметрический и непараметрические критерии. Метод фазовой синхронизации. SWTA-метод. Бутстрэп-техника.

6. Спектральный анализ.

Спектральный анализ. Преобразование Фурье. Тригонометрическая интерполяция. Проблемы дискретизации. Алиасинг. Спектр мощности, амплитудный спектр.

7. Спектральные окна.

Спектральные окна. СВАН-диаграмма. «Волшебные» числа спектроанализа. TFFTВ пакет. Очистка СВАН-диаграмм. Вейвлет-анализ в TFFTВ.

8. Геолоцированные данные.

Геолоцированные данные. Визуализация геолоцированных данных. Правила осреднения и обработки. Источники данных в сети Интернет.

9. Анализ пространственно-временных данных.

10. Системы координат в геофизике.

Системы координат в геофизике. Геомагнитные координаты. Солнечно-синхронные координаты. Инвариантные координаты. Локальная геодезическая и глобальная система координат. Правила преобразования векторных полей.

11. Анализ потока событий.

Анализ потока событий. Метод Любушина. Работа с программой, визуализация и интерпретация. Работа с суррогатными данными, подвергнутыми экспертному переводу в поток событий.

12. Теоретико-вероятностный анализ.

Теоретико-вероятностный анализ динамики нестационарной плотности вероятности процесса.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Методы создания и исследования наноматериалов: лабораторный практикум

Цель дисциплины:

- формирование знаний по физическим методам исследования материалов, получение навыков работы с наноматериалами, микро- и наноструктурами при решении научно-исследовательских задач.

Задачи дисциплины:

- дать студентам знания в области нанотехнологий;
- научить студентов проводить измерения наноматериалов, микро- и наноструктур;
- самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории физики твердого тела;
- особенности строения и классификацию наноматериалов, микро- и наноструктур;
- современные проблемы нанотехнологий.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых прикладных результатов.

Владеть:

- навыки самостоятельной работы и применения своих знаний для решения прикладных и технологических задач;
- навыки моделирования физических задач;
- навыки грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практика исследования и решения прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Практическая работа №1 «Параметры кристаллической решетки сложных оксидов по данным рентгеновской дифракции»

Кристаллическая решетка. Индексы Мюллера. Явление дифракции. Дифракционный максимум. Устройство рентгеновского дифрактометра. Схема Брегга-Брентано. Рентгенограмма. Рентгенофазовый анализ. Интенсивность пиков рентгенограммы. Расшифровка рентгенограмм с помощью ASTM. Рентгеновский анализ микронапряжений. Размер областей когерентного рассеяния в поликристаллических материалах.

2. Практическая работа №2 «Гранулометрический анализ микро- и нанопорошков по данным лазерной дифракции»

Дисперсность и способы её оценки. Удельная площадь поверхности порошков. Кривая распределения частиц по размерам. Коллоидные системы. Виды коллоидных систем. Основные свойства коллоидных систем. Адсорбция. Коагуляция. Агрегативная устойчивость. Явление лазерной дифракции. Принцип работы лазерного дифрактометра. Индикатриса рассеяния. Теория Ми. Построение кривой распределения частиц по размерам. Расчет среднего размера частиц и удельной поверхности порошков.

3. Практическая работа №3 «Измерения элементов МЭМС на сканирующем электронном микроскопе»

Взаимодействие электронного излучения с твердым телом. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Механизма формирования контраста. Определение электрической активности дефектов. Калибровка изображения по эталонным образцам. Определение погрешности измерения линейных размеров элементов МЭМС.

4. Практическая работа №4 «Оптическое поглощение в диэлектрических и полупроводниковых пленках»

Взаимодействие электромагнитного излучения с твердым телом. Коэффициент пропускания вещества, оптическая плотность образца, механизмы поглощения света в полупроводниках и диэлектриках. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Методы оптической спектроскопии. Принцип работы спектрофотометра. Оптическая схема фурье-спектрометра. Спектры оптического поглощения полупроводников. Расчет собственного поглощения полупроводника. Определение концентрации примесных дефектов.

5. Практическая работа №5 «Температура фазовых переходов нанопорошков сложных оксидов»

Фазовые переходы в сложных оксидах. Дифференциально-термический анализ. Калориметрия. Принцип работы дифференциального сканирующего калориметра. Интерпретация термограммы. Базовая линия. Скорость сканирования. Алгоритм обработки термограммы. Расчет теплоемкости вещества по эталонному образцу. Термогравиметрия. Расчет потери массы вещества. Калориметрические методы контроля качества порошков.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Механика сплошных сред: гидрогазодинамика

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по механике сплошных сред для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области механики сплошных сред;
- научить студентов на примерах и задачах строить гидродинамические картины течений, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории современной механики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов механики жидкости и газа;
- современные проблемы механики сплошных сред.

уметь:

- 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;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Анализ размерностей

Основные и производные единицы измерения. Системы единиц измерения. Класс систем единиц измерения. Размерность физической величины. Зависимые и независимые размерности. П-теорема. Задача Дж. Тейлора о сильном взрыве. Решение задач с помощью П-теоремы.

2. Вязкая жидкость

Тензор скоростей деформации. Связь тензоров напряжений и скоростей деформации. Ньютонова жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Среды с другими реологическими соотношениями.

Точные решения уравнений вязкой жидкости: диффузия вихревого слоя и вихревой нити, течение Пуазейля, течение между двумя вращающимися цилиндрами. Течение в трубе эллиптического сечения.

Уравнения Навье-Стокса в безразмерном виде. Числа Струхала, Эйлера, Фруда, Рейнольдса. Подобие гидродинамических явлений.

Приближенные решения при малых Re . Приближение Стокса и Осена. Обтекание шара.

Приближенные решения при больших Re . Терия погранслоя. Пример Фридрикса. Погранслоем около полубесконечной пластины.

3. Сжимаемая жидкость

Уравнения сохранения энергии и сохранения энтропии. Одномерная газовая динамика. Метод характеристик. Инварианты Римана. Задача о поршне. Преобразование годографа.

Возникновение скачков. Решения с разрывом. Уравнение Бюргерса как модельное уравнение. Применение интегральных законов сохранения. Ударные волны в газовой динамике. Соотношения Гюгонио. Слабые и сильные ударные волны.

Гидравлические скачки в теории мелкой воды. Связь теории мелкой воды и газовой динамики. Законы сохранения. Бора. Модель структуры боры. Задача о сильном взрыве.

4. Устойчивость течений. Турбулентность

Уравнение Орра-Зоммерфельда для плоскопараллельных вязких течений. Поведение нейтральных кривых в плоскости основных параметров.

Теорема Сквайра. Невязкая неустойчивость. Теоремы Релея. Возникновение турбулентности. Переходные процессы. Бифуркация Хоупфа. Сценарий Хоупфа: нормальная бифуркация, вторая нормальная бифуркация. Сценарий Ландау. Понятие о стохастичности и странных аттракторах и об их роли в возникновении турбулентности. Сценарий Рюэлля-Такенса. Сценарий Фейгенбаума. Фрактальность турбулентности.

Развитая турбулентность. Осреднение. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Простейшие способы замыкания. Энергетический подход. Диссипация и обмен энергией между средним и турбулентным движениями.

Полуэмпирический подход Колмогорова, 1-й модель турбулентности. Логарифмический погранслой.

5. Основы механики насыщенной пористой среды

Основы нефтедобычи. Пористые среды, коллектор, нефтяная ловушка, скважины.

Гипотеза суперпозиции континуумов. Скелет и флюид как взаимопроникающие сплошные среды. Пористость. Закон сохранения массы.

Силы, действующие на элемент насыщенной пористой среды. Законы движения скелета и флюида. Уравнение равновесия.

Закон Дарси. Уравнение пьезопроводности. Нестационарный режим работы скважин. Двумерные задачи стационарной фильтрации, применение ТФКП.

Насыщенность. Поршневое вытеснение. Задача Баклея-Левретта. Метод характеристик.

6. Введение в МСС. Общие вопросы МСС. Теория идеальной жидкости

Элементы теории тензоров, определения, действия, инварианты, теорема Гаусса-Остроградского для тензоров.

Переменные Эйлера и Лагранжа. Скорость изменения характеристик жидкой частицы и жидкого объема. Интегральная запись законов сохранения. Сохранение массы, уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Закон сохранения импульса. Массовые и поверхностные силы. Свойства поверхностных сил. Формула Коши. Уравнение движения в напряжениях. Уравнения Эйлера. Баротропность.

Закон сохранения момента импульса. Симметрия тензора напряжений.

Вихревые теоремы. Теорема Томпсона о циркуляции. Теорема Лагранжа о сохранении потенциальности. Теоремы Гельмгольца о сохранении вихревых линий и интенсивности вихревых трубок. Теорема Фридмана, уравнение Фридмана-Гельмгольца.

Интегралы Коши-Лагранжа, Бернули.

Потенциальные движения. Свойства потенциала. Постановка задач об обтекании тел. Обтекание шара. Теорема Томпсона об энергии. Физический смысл потенциала. Задача Лаврентьева о взрыве. Двумерная гидродинамика, применение ТФКП. Функция тока, комплексный потенциал: однородный поток, источник, вихревая точка. Обтекание тел. Обтекание кругового цилиндра. Метод конформных отображений. Гидродинамические реакции на движущиеся тела. Формулы Блазиуса - Чаплыгина, теорема Жуковского. Обтекание пластины. Применение интеграла Шварца-Кристоффеля в задачах обтекания тел.

Волны на воде. Кинематическое и динамическое условия на свободной поверхности жидкости. Линейные волны. Волны в бассейне конечной глубины. Длинные, короткие волны. Длинные, слабодиспергирующие, слабонелинейные волны. Уравнение Кортевега де Вриза (КДВ). Уединенная и солитонная волны. Вариационная формулировка теории гравитационных волн.

Уравнения движения в форме Лагранжа. Волны Гестнера.

Задача о движении тел в идеальной жидкости. Присоединенные импульс и момент импульса. Тензор присоединенных масс. Уравнение движения шара.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Механика сплошных сред: механика деформируемого твёрдого тела

Цель дисциплины:

- освоение студентами математического аппарата МСС (прежде всего тензорного исчисления, которое представляет собой «математический язык» дисциплины);
- овладение основными подходами, понятиями и постулатами МСС, а также усвоение основных уравнений, постановок задач и методов их исследования и решения.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области механики деформируемого твёрдого тела;
- научить студентов на примерах и задачах самостоятельно анализировать полученные результаты. физически адекватно описывать целый ряд реальных свойств тел, не допускающих описания в рамках механики точек;
- использовать континуальный подход к описанию тел, который влечет за собой использование специфического (и достаточно сложного) математического аппарата, включающего в себя тензорное исчисление (т.к. основные величины МСС – тензоры различных рангов), уравнения в частных производных, элементы теории групп и функционального анализа.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- определения, смысл и свойства основных величин и операций тензорной алгебры и анализа;
- определение и смысл понятия сплошного тела, сходства и различия основополагающих понятий МСС и механики точек, условия, при которых именно континуальный подход оказывается физически адекватным;
- смысл понятий конфигурация сплошного тела, отсчетная конфигурация и отсчетное описание;
- понятие градиента трансформации, его разложение в произведение тензора чистой деформации и тензора поворота (полярное разложение Коши);
- смысл понятия пространственное описание полей физических величин, связь между пространственным и отсчетным описаниями, в том числе известную формулу Эйлера,

связывающую пространственную и материальную (т.е. отсчетную) производные по времени и соотношение между пространственным и отсчетным градиентами;

- закон сохранения массы в МСС и различные уравнения выражающие этот закон в дифференциальной форме;

- основополагающие постулаты Коши-Эйлера теории напряжений в сплошных телах, фундаментальную теорему Коши о существовании тензора напряжений Коши, понятие тензора напряжений Пиолы (как атрибута отсчетного описания), связь тензоров напряжений Коши и Пиолы между собой, интегральные и локальные уравнения импульса, момента импульса и энергии как в пространственном, так и в отсчетном описаниях, специфические свойства тензора напряжений Коши;

- общие принципы теории определяющих соотношений материалов, понятия простого материала и функционала отклика (выражающего зависимость тензора напряжений от предыстории градиента трансформации), классификацию материалов по их группам равноправности, понятия линейно-вязкого материала и линейно-вязкой жидкости, нелинейно-упругого материала, корректные инкрементальные (линеаризованные) определяющие соотношения для упругих материалов, место линейной теории упругости как весьма частного случая линеаризации соотношений общей теории упругости;

- уравнение Навье-Стокса (уравнение движения линейно-вязкой жидкости), простейшие вискозиметрические течения;

- уравнение движения упругих тел, их линеаризацию относительно состояния с ненулевыми напряжениями (в случае малых градиентов смещений), общую теорию Адамара распространения поляризованных плоских волн малой амплитуды, неравенство Адамара как условие существования волн трех поляризаций для любого направления распространения;

- определение и критерий устойчивости/неустойчивости состояния равновесия упругого тела с упругой заделкой на части границы, общую теорему Адамара об устойчивости (неравенство Адамара – универсальное необходимое условие устойчивости при любых граничных условиях), задачу о потере устойчивости сжатого призматического нелинейно-упругого стержня.

уметь:

- правильно записывать и преобразовывать алгебраические и дифференциальные уравнения, включающие векторные величины и тензорные величины различных рангов, определять ранг тензоров, задающих те или иные линейные соотношения между тензорами заданных рангов, находить градиенты, дивергенции и роторы тензорных полей, находить производные тензорных функций по тензорному аргументу;

- находить по заданному закону движения конечные и скоростные (инкрементальные) деформационно-ротационные величины, пользоваться уравнениями совместности и в простых случаях находить поля инкрементальных смещений по заданным совместным полям инкрементальных деформаций;

- определять, является ли равновесным состояние тела с заданным полем тензора напряжений и заданными напряжениями и кинематическими связями на границе;

- определять, является ли заведомо неустойчивым прямолинейное состояние сжатого призматического стержня с жестко закрепленными торцами в зависимости от геометрических параметров стержня, величины сжимающего напряжения и параметров заданного нелинейно-упругого закона.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы с материалами лекций и литературными источниками по тематике дисциплины;

- терминологией дисциплины как в части ее специфического математического аппарата, так и в части ее физико-механического содержания;

- стандартными методами исследования задач о равновесии сплошных тел, распространении волн и устойчивости состояний равновесия упругих тел.

Темы и разделы курса:

1. Тензорное исчисление в бескоординатном изложении. Система обозначений Гиббса.

Тензоры второго ранга ($TP(2)$) как операторы Диады. Диадное представление $TP(2)$. Размерность линейного пространства $TP(2)$, диадные и другие базисы. Двойное скалярное произведение в пространстве $TP(2)$. Билейная форма $TP(2)$, изоморфизм между $TP(2)$ и билейными формами. Транспонирование $TP(2)$, умножение на вектор слева. След $TP(2)$. Взаимно ортогональные подпространства симметричных и антисимметричных $TP(2)$, девяти-ров и шаровых $TP(2)$. Детерминант как отношение объемов. Вырожденные и невырожденные $TP(2)$, обратный $TP(2)$, его диадное представление. Собственные векторы и собственные числа $TP(2)$, характеристический полином и характеристическое уравнение, корни характеристического уравнения и их связь с собственными числами. Симметричные $TP(2)$, спектральная теорема, теорема Гамильтона-Кэли, канонический вид квадратичной формы. Теорема Коши о полярном разложении. Действие ортогональных преобразований на $TP(2)$. Структура антисимметричных и ортогональных $TP(2)$ в трехмерном случае.

Тензоры третьего ранга ($TP(3)$) как операторы, отображающие векторы в $TP(2)$. Специальные $TP(3)$: вектор $TP(2)$, $TP(2)$ вектор, триада. Представление $TP(3)$ в виде суммы произведений $TP(2)$ вектор и суммы триад. Размерность и базисы в пространстве $TP(3)$. Тройное скалярное произведение – скалярное произведение в пространстве $TP(3)$. Трилинейная форма $TP(3)$, изоморфизм между $TP(3)$ и трилинейными формами. Изомеры $TP(3)$. Операции над векторами, $TP(2)$ и $TP(3)$, порождаемые скалярным произведением векторов. Трехмерный случай: операции, порождаемые векторным произведением, альтернирующий тензор, его структура и свойства.

Тензоры четвертого ранга: ($TP(4)$) как операторы, отображающие векторы в $TP(3)$. Специальные $TP(4)$: вектор $TP(3)$, $TP(2)$ $TP(2)$, $TP(3)$ вектор, тетрада. Представление $TP(4)$ в виде суммы произведений $TP(3)$ вектор и суммы тетрад. Размерность и базисы в пространстве $TP(4)$. Четырелинейная форма $TP(4)$ и изоморфизм между $TP(4)$ и четырелинейными формами. Изомеры $TP(4)$. $TP(4)$ как линейные операторы, отображающие $TP(2)$ в $TP(2)$, изоморфизм. Изомер (3412) – транспонирование $TP(4)$ как оператора в пространстве $TP(2)$. Симметричные $TP(4)$, спектральная теорема,

канонический вид квадратичной формы над пространством $TR(2)$. Единичный $TR(4)$ и некоторые ортогональные проекторы в пространстве $TR(2)$, употребительные в МСС.

Тензоры произвольного ранга k как операторы, отображающие векторы в $TR(k-1)$. Основные свойства, обозначения, операции. Изоморфизм между TR и линейными операторами, отображающими TR в TR – основной критерий «тензорности». Действие ортогональных преобразований на TR .

Градиент тензорного поля. Определение. Выражение производной по направлению через градиент и градиента через производные по направлениям векторов базиса. Формулы дифференцирования, тензорная специфика. Дивергенция и ротор тензорного поля. Теоремы Гаусса-Остроградского и Стокса. Градиент, дивергенция и ротор тензорного поля, заданного с помощью криволинейных координат.

Второй градиент тензорного поля, его симметрия. Алгебраическое выражение различных дифференциальных операций второго порядка через второй градиент. Лапласиан. Лапласиан в криволинейных координатах. Необходимое и достаточное условие потенциальности тензорного поля.

Тензорные функции тензорного аргумента. Понятие производной по тензорному аргументу, формулы дифференцирования. Вторая производная по тензорному аргументу, ее симметрия. Необходимое и достаточное условие потенциальности тензорной функции.

2. Кинематика сплошной среды.

Понятие материального континуума, сходство и различие с дискретными материальными системами. Масса, постулат постоянства массы. Конфигурации, движения, плотность массы в различных конфигурациях. Отсчетная конфигурация и отсчетное описание движения сплошной среды. Градиент деформации F – основная деформационная характеристика. Пространственное описание, связь производных по времени и градиентов в пространственном и отсчетном описаниях, формула Эйлера. Закон сохранения массы в дифференциальной форме. Изохорическое движение. Формула переноса Рейнольдса, аналогичные формулы для линейных и поверхностных интегралов. Материальные и пространственные линии и поверхности. Условия прилипания и проскальзывания вдоль поверхностей, изменяющихся заданным образом. Проскальзывание вдоль изменяющихся заданным образом линий. Условия совместности для тензора F . Замена отсчетной конфигурации. Полярное разложение для тензора градиента деформации чистая деформация и поворот. Левый и правый тензоры чистой деформации, их оси и собственные значения. Левый и правый тензоры Коши-Грина. Относительное удлинение и угол сдвига при конечных деформациях. Некоторые примеры деформаций тел. Актуальная конфигурация в качестве отсчетной (относительное описание), относительный градиент деформации, его производная по времени. Скорости дисторсий, деформаций и поворотов, угловая скорость. Соответствующие инкрементальные величины. Уравнения совместности для скоростных и инкрементальных деформационных величин. Движение среды как жесткого целого при повсеместном отсутствии скоростей деформаций, то же для конечных деформаций. Теорема и формула Чезаро. Парадокс кинематики конечных деформаций.

3. Напряжения в сплошных средах.

Интегральные уравнения импульса и момента импульса. Массовые и контактные силы, принцип разрезания Эйлера-Коши. Постулат Коши. Фундаментальные лемма и теорема Коши, существование тензора напряжений. Локальное уравнение импульса. Безмоментность среды (отсутствие контактных моментов) и локальное уравнение момента импульса: симметрия тензора напряжений Коши. Интегральное и локальное уравнения механической энергии. Уравнение энергии с учетом притока тепла. Аналог фундаментальной теоремы Коши – существование вектора теплового потока. Локальное уравнение энергии с учетом притока тепла. Контактные силы и тепловой поток в отсчетном описании, тензор напряжений Пиолы и вектор теплового потока Пиолы. Уравнения импульса, момента импульса и энергии в отсчетном описании. Спектральное разложение для тензора напряжений Коши, экстремальность главных напряжений. Выражение для напряжений на произвольной площадке через главные. Площадки наибольших касательных напряжений. Разрывы тензора напряжений, непрерывность вектора напряжений. Некоторые примеры равновесных полей напряжений. Сила Архимеда в гидростатическом поле напряжений. Теорема и формула Бельтрами – общее представление равновесных полей напряжений Коши через тензор функций напряжений. Плоский случай – функция напряжений Эйри.

4. Общая теория определяющих соотношений материалов.

Понятие предистории временной зависимости. Динамические процессы и понятие определяющих соотношений. Общие принципы – аксиомы Нолла. Простые материалы. Пример: упругие материалы. Приведенное определяющее соотношение для произвольных простых материалов. Материалы с внутренними связями, принцип материальной объективности для внутренних связей. Модифицированный принцип детерминизма для материалов с внутренними связями и характер неопределенности в зависимости напряжений от предисторий допустимых деформаций. Естественная конфигурация, ее свойство. Принципиальная зависимость функционала отклика от отсчетной конфигурации. Материальный изоморфизм, единообразные и однородные тела. Преобразование функционала отклика при переходе к другой отсчетной конфигурации. Равноправные конфигурации, группа равноправности. Дополнительный постулат: унимодулярность элементов группы равноправности. Преобразование группы равноправности при переходе к другой отсчетной конфигурации. Некоторые элементы классификации материалов с помощью группы равноправности. Изотропные материалы. Твердые материалы. Жидкости. Изотропия жидкостей и шаровой вид тензора напряжений в них для постоянных предисторий тензора F .

5. Линейно-вязкие жидкости.

Линейно-вязкие материалы, следствия принципа материальной объективности. Группа равноправности и зависимость тензора вязкости от F . Сжимаемая и несжимаемая линейно-вязкая («ньютонова») жидкость, определяющее соотношение. Квазистатические течения Куэтта и Пуазейля.

6. Упругие тела при конечных деформациях. Корректная линеаризация соотношений. Волны малой амплитуды.

Определение упругих материалов. Примеры твердых и жидких упругих материалов, а также ни тех, ни других («жидких кристаллов»). Дополнительный постулат о наличии упругого потенциала и его следствия. Симметрия тензора упругих модулей отсчетного описания. Яуманновы (коротационные) производная и приращение тензора напряжений

Коши. Инкретентальные определяющие соотношения для тензоров напряжений Коши и Пиолы, связь между тензорами упругих модулей. Случай нулевых или шаровых начальных напряжений. Закон Гука как частный случай изотропного линейризованного упругого соотношения при нулевых или шаровых начальных напряжениях. Уравнение движения однородного упругого тела в отсутствие массовых сил. Постановка задач о движении упругих тел. Начальные условия и различные типы граничных условий. Малые градиенты смещений относительно однородно напряженной конфигурации, линейризованное уравнение движения. Случай закона Гука – уравнение Ламе. Плоские волны малой амплитуды в однородном анизотропном теле. Акустический тензор, его симметрия, скорости и поляризация волн для различных направлений распространения. Неравенство Адамара как условие наличия трех волн для любого направления распространения. Скорости и поляризации волн, неравенство Адамара для гукова материала.

7. Устойчивость равновесных состояний упругих тел.

Определение устойчивости и неустойчивости равновесного состояния по Д. Друккеру. Эквивалентный математический критерий. Устойчивость и неустойчивость сжатого стержня с защемленными концами, оценка сверху для критической силы. Основная теорема Адамара об устойчивости: неравенство Адамара – необходимое условие устойчивости при любых граничных условиях. Условие Адамара как достаточное условие устойчивости в некоторых специальных случаях (теорема Ван Хофа и ее модификации). Принципиальная возможность реализации состояний разупрочнения материалов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Микроконтроллеры

Цель дисциплины:

Целью дисциплины является выработка навыков программирования на низком (микропроцессорном) уровне и получение опыта по созданию крупного учебного проекта, а также знакомство с различными архитектурами микроконтроллеров на примере STM32.

Задачи дисциплины:

- Дать представление о возможностях современных микроконтроллеров;
- Обучить набору популярных и распространённых интерфейсов, необходимых для общения с периферией или другими микроконтроллерами;
- Обучить работе с документацией на датчики и микроконтроллеры.
- Обучить построению грамотных программных архитектур.
- Дать навыки по отладке ПО.
- Дать общее представление о работе микроконтроллера, для выявления неоптимизированных участков кода;
- Обучить работе с осциллографом во время отладки и оптимизации собственного ПО.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые понятия и инструменты микроконтроллерной техники;
- базовое понимание архитектуры микроконтроллера;
- принцип работы стандартных интерфейсов взаимодействия с периферией и другими микроконтроллерами;
- возможности Интернет-ресурсов и программного обеспечения для решения профессиональных задач;
- возможности современных микроконтроллеров;
- принципы построения сложных программных архитектур.

уметь:

- создать и сконфигурировать проект под любой микроконтроллер STM32;
- настраивать и отлаживать работу стандартных интерфейсов взаимодействия с периферией;
- пользоваться отладчиком современных сред разработки;
- анализировать алгоритмическую сложность программного кода;
- вычислять временные диаграммы работы микроконтроллера;
- настраивать тактирование всех блоков микроконтроллера.

владеть:

- навыками работы с отладочными платами и периферийными устройствами;
- навыками работы с цифровым многоканальным осциллографом;
- навыками поиска информации посредством электронных ресурсов;
- навыками создания архитектур сложных программ с применением операционных систем реального времени (ОСРВ);
- экспериментальными навыками измерения и обработки результатов от периферийных устройств.

Темы и разделы курса:

1. Введение в микроконтроллеры

Мотивация:

- Что такое микроконтроллер
- Логические уровни и операции
- Регистры
- Интерфейсы
- Библиотеки

Среда разработки:

- Keil u vision
- Cubemx
- Другие среды разработки
- Прошивка устройства

Первый проект:

- Среда генерации кода subemx
- GPIO поверхностно
- Моргание светодиодом HAL
- Оформление кода
- Отладка в keil
- GPIO подробно

2. Теоретические основы работы с цифровыми и аналоговыми сигналами. Работа с регистрами

Знакомство с таймерами:

- Прерывания NVIC
- Генерация прерывания по переполнению таймера
- Мигание светодиодом через таймер
- Генерация PWM сигнала
- Двигаем сервоприводом

Кнопка:

- Считывание состояния кнопки
- Вычисление времени нажатия кнопки
- Вычисление количества нажатия кнопки

3. Работа со стандартными интерфейсами взаимодействия с периферией

Интерфейсы:

- Обзор UART, I2C, SPI, CAN
- Работаем с UART HAL
- Работа с COM портом компьютера
- Чтение сообщения с компьютера в блокирующем режиме
- Чтение сообщения с компьютера в режиме прерывания
- Простой терминал по UART

Общение с периферией по UART:

- Радиопередатчик HC-11

I2C. Работа с гироскопом

4. Работа с отладчиком и осциллографом

GUI. Создание простого приложения на python для работы с COM портом

SPI:

- Работа с картой памяти по SPI

- Работа с датчиками по SSI

Дисплей по I2C:

- Дисплей по последовательному порту

5. Знакомство с различными архитектурами программного кода

АЦП:

- Работа с потенциометрами и джойстиком

- Внутренний термометр

Прямой доступ к памяти:

- DMA обзор

- UART + DMA

- I2C + DMA

- SPI + DMA

Сторожевой таймер

Работа с внутренней flash памятью

Работа с радиопередатчиком FrSky:

- Чтение PWM

Системы реального времени:

- FREERTOS

6. Командный проект по выбору

Групповая работа над проектом - один из предложенных учебных проектов или по предложениям обучающихся.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

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 многопоточного программирования;

формирование представления о технологиях MPI и OpenMP.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основы параллельного программирования;

Устройство современных высокопроизводительных систем;

Архитектуру библиотек MPI и OpenMP.

уметь:

понять поставленную задачу;

работать на современном компьютерном оборудовании;

разрабатывать код программ, реализующий параллельные алгоритмы, выбирая адекватные средства синхронизации и атомарные операции платформы;

отлаживать программы, исполняющиеся в параллельном окружении на современных аппаратных средствах, используя все технические возможности.

владеть:

навыками освоения большого объема информации;

техническими средствами разработки программ, исполняющихся в параллельном окружении;

библиотеками MPI и OpenMP, использующимися при разработке программ, и понимать их применимость к задачам;

навыками самостоятельной работы при разработке и отладке параллельных программ;

математическим моделированием процесса исполнения алгоритмов на разделяемой и общей памяти.

Темы и разделы курса:

1. Введение в курс. Основы MPI. Компиляция и запуск программ.

Архитектура вычислительных систем с разделяемой памятью. История суперкомпьютеров. Кластера типа Beowolf. Устройства кластера и основные его компоненты. Высокоскоростные сети. История и стандарты MPI. Существующие реализации MPI. Основные понятия о процессах в MPI. Адресация процессов.

2. Виды коммуникаций. Коммуникации типа точка-точка.

Типы коммуникаций в MPI. Коммуникации типа точка-точка. Блокирующие и неблокирующие коммуникации. Особенности использования буфера библиотекой MPI. Очередность получения и передачи сообщений процессорами

3. Распараллеливание сеточных методов.

Основные алгоритмы распараллеливания сеточных методов решения PDE. Структурные и неструктурные сетки. Пакеты для деления неструктурных сеток. Распараллеливание на структурных сетках на примере уравнение теплопроводности в двумерном случае.

4. Групповые коммуникации.

Введение в групповые коммуникации в MPI. Особенности работы групповых коммуникаций. Типы групповых сообщений: синхронизация, сбор и передача данных, коллективные вычисления. Отличия и сходства в вызовах и работе с коммуникациями типа точка-точка. Взаимодействия процессов при групповых коммуникациях.

5. Распределенные операции с матрицами и векторами.

Алгоритмы распределенных операций над матрицами и векторами. Разбор примера решения СЛАУ методом сопряженных градиентов в MPI. Особенности работы с разреженными матрицами.

6. Собственные типы MPI.

Понятие о типе данных. Виды типов данных в MPI. Создание своих типов. Разбор примеров. Оптимизация распараллеливания задачи теплопроводности используя собственные типы.

7. Группы и коммутаторы. Виртуальные топологии.

Понятия о группах, коммуникаторах и топологиях.

8. Введение в MPI-2.

Основные новшества в MPI-2. Динамическое порождение и уничтожение процессов. Параллельная работа с файлами.

9. Введение в OpenMP.

Вычислительные системы с общей памятью. Стандарт OpenMP. Сравнение со стандартными реализациями потоков (POSIX Threads, WinAPI и другие реализации). Поддержка современными компиляторами. Особенности компиляции и запуска программ. Модель программирования OpenMP.

10. Основы OpenMP.

Директивы PRAGMA и функции исполняющей среды OpenMP. Разбор простого примера «Hello World». Основные принципы программирования в OpenMP. Основные правила применения директив OpenMP, использующихся для описания данных и организации параллельных вычислений. Вопросы видимости данных и корректности доступа к данным.

11. Параллельное выполнение циклов, параллельные секции, синхронизация потоков.

Методы распараллеливания циклов и контроля распределения работы между процессорами. Статическое и динамическое распределение итераций между потоками. Способы балансировки работы процессоров с помощью директив OpenMP. Задание внешних переменных окружения с помощью функций OpenMP. Параллельные секции. Синхронизация параллельных потоков.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Модели переходных явлений

Цель дисциплины:

• формирование базовых знаний по современным моделям и методам нелинейных и переходных явлений в области механики жидкости и газа для использования в дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

• дать студентам базовые знания по современным моделям и методам нелинейных и переходных явлений в области механики жидкости и газа;

• научить студентов самостоятельно анализировать природные и технические явления с точки зрения полученных знаний, применять методы нелинейных и переходных явлений при решении научных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы и теории динамических систем;
- современные методы в механике сплошных сред.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- формировать физические модели для проблем предметной области;
- формировать вычислимые математические постановки для моделируемых физических процессов;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и вычислительные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками критического и конструктивного анализа большого объема информации, присутствующего в научных публикациях;
- навыками постановки и вычислительного моделирования задач аэрофизической механики, механики жидкости и газа.

Темы и разделы курса:

1. Динамические системы.

Классификация динамических систем. Обратимость динамических систем относительно изменения направленности времени. Автоколебательные динамические системы. Фазовые портреты типичных колебательных систем. Динамические системы в природе и технике.

2. Фракталы. Их классификация. Методы определения размерности.

Геометрические, алгебраические, стохастические фракталы. Фракталы в природе, физических и экономических явлениях и процессах. Эмпирические методы определения размерности фрактальных объектов. Теоретические методы описания фрактальных объектов в расширенном фазовом пространстве. Теоретическое определение размерности фрактальных структур типа “вязких пальцев” и дедритов.

3. Модели и методы описания физических процессов в пространствах с фрактальной геометрией.

Методы описания физических процессов в пространствах с фрактальной геометрией с помощью дифференциальных уравнений с использованием дробных производных Римана–Лиувилля. Описание физических процессов в односвязных фрактальных системах с помощью дифференциальных уравнений с учетом “масштабной” переменной. Задача распространения акустических возмущений малых амплитуд в односвязном фрактальном пространстве.

Метод описания процессов теплопроводности в односвязном фрактальном пространстве.

4. Кинетические уравнения.

Уравнение Больцмана, Фоккера-Планка. H-теорема.

Применение кинетических уравнений в задачах аэрогазодинамики. Математическая модель процесса коагуляции жидких частиц в пространстве энергий поверхностного натяжения.

5. Стохастические системы. Методы описания.

Стохастические дифференциальные уравнения Ланжевена и Ито. Метод описания стохастических процессов в расширенном пространстве переменных для стохастических систем, не имеющих выделенных состояний равновесия.

6. Модели и методы описания турбулентности.

Уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Приближенные методы описания турбулентности, на основе усреднения по Рейнольдсу (RANS). Метод крупных вихрей (LES). Прямое численное моделирование (DNS). Метод описания стохастических процессов для турбулентности.

7. Аэродинамические гистерезисные явления. Классификация. Методы описания.

Аэродинамические гистерезисы I и II типов. Метод определения “ширины” гистерезисной кривой для аэродинамического гистерезиса I типа. Метод определения энергетических затрат при переходе с одной “ветви” гистерезиса на другую (для гистерезисов II типа). Метод определения характера колебательного движения летательного аппарата на основе анализа коэффициентов аэродинамических производных демпфирования.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Моделирование волн в упругих средах

Цель дисциплины:

программа курса ставит своей целью дать студентам набор современных надежных и проверенных численных методик для решения сложных многомерных гиперболических систем уравнений.

Задачи дисциплины:

- научить применять методы для численного решения конкретных линейных и нелинейных гиперболических систем уравнений в частных производных, как одномерных, так и многомерных;
- формирование у студентов знаний в области современного численного моделирования гиперболических систем уравнений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия теории вычислительной математики;
- современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики и физики.

уметь:

- понять поставленную задачу;
- самостоятельно находить алгоритмы численного решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- оценивать корректность постановок задач;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно и полно изложить полученные результаты в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- 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 решения гиперболических систем уравнений;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:**1. Гиперболические задачи для линейных волновых процессов**

Физика волновых процессов: звук, сейсмика, морские волны, радиоволны.

Моделирование распространения волн: волновое уравнение; уравнения акустики в неоднородной среде; уравнения упругости 1-го и 2-го порядков; пороупругая среда Био; вязкоупругость.

Гиперболическая задача для сейсмики: неоднородность, анизотропия среды; начальные условия, краевые условия, источники, начально-краевая задача, корректная постановка; условия сопряжения на контактных границах; постоянные коэффициенты, аналитические решения.

Волновое уравнение: функция Грина; формулы Даламбера, Пуассона, Коши.

Уравнения упругости: теорема взаимности, обобщенная формула Сомильяны.

2. Численные методы решения задач сейсмического моделирования, система 2-го порядка

Волновое уравнение: разностные схемы для волнового уравнения, аппроксимация, устойчивость, сходимости; численная дисперсия и анизотропия, связь с порядком аппроксимации.

Понятие эффективного метода, разностные схемы SBP высокого порядка, компактные схемы.

Волновое уравнение Навье для сейсмики: криволинейные сетки для учета топографии и границ пластов; преобразование координат, разностные схемы на криволинейных сетках, декомпозиция области; метод спектральных элементов.

3. Неотражающие граничные условия (ГУ)

Характеристические ГУ, прозрачные ГУ для волнового уравнения. Прозрачные ГУ для уравнений упругости, усеченные прозрачные ГУ.

4. Численные методы решения задач сейсмического моделирования, система 1-го порядка

Метод прямых. Аппроксимация по пространству: разрывный метод Галеркина. Интегрирование по времени: метод Рунге–Кутты; метод ADER.

5. Общие численные подходы для систем 1-го и 2-го порядков

Метод интегральных преобразований по времени: преобразование Фурье; преобразование Лапласа; разложение по полиномам Лагерра.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Модельно-ориентированный подход к созданию бортового программного обеспечения

Цель дисциплины:

•формирование базовых знаний по принципам разработки бортового программного обеспечения с использованием модельно-ориентированного проектирования, формирование знаний о принципах построения моделей аппаратуры, систем, внешней среды и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области современных подходов к созданию программного обеспечения;
- научить студентов основам проектирования систем управления движением космических аппаратов и ракетносителей;
- на конкретных примерах ознакомить студентов с особенностями разработки моделей бортовой аппаратуры и систем, моделей движения и внешней среды, использующихся при разработке бортового программного обеспечения изделий новой техники.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные принципы разработки программного обеспечения, построенные на основе модельно ориентированного подхода;
- системы координат, используемые для описания динамического поведения космического аппарата;
- формулы для аэродинамического, гравитационного, магнитного моментов и моментов сил солнечного давления, воздействующих на космические аппараты и их вывод;
- уравнения углового движения твердого тела на орбите при воздействии возмущающих и управляющих моментов;
- уравнения пространственного движения твердого тела на орбите при воздействии возмущающих сил;
- уравнения описывающие воздействие нецентральности гравитационного потенциала и атмосферы на пространственное движение космического аппарата;

- уравнения, описывающие движение небесных тел и астроориентиров, необходимые для моделирования движения космического аппарата;
- уравнения описывающие работу электроприводов постоянного тока при воздействии возмущающих и управляющих моментов;
- уравнения, описывающие работу исполнительных органов, жидкостных реактивных двигателей ориентации и корректирующих двигателей, твердотопливных двигателей, электродвигателей-маховиков, двухступенных силовых гироскопов;
- принципы работы измерительных устройств: датчиков угловой скорости, акселерометров, аппаратуры спутниковой навигации;
- уравнения движения твердого тела с упругими элементами конструкции.

уметь:

- разрабатывать модели исполнительных органов;
- разрабатывать модели динамики углового и пространственного движения космических аппаратов с учетом упругости их конструкций;
- Разрабатывать модели датчиковой аппаратуры;
- Разрабатывать модели движения небесных тел.

владеть:

- культурой математической постановки задач управления движением космических аппаратов с упругими элементами конструкции;
- базовыми основами работы в коммерческих программных продуктах использующих модельно- ориентированный подход (Matlab);
- методикой построения стенда для отработки бортового программного обеспечения;
- принципами разработки бортового программного обеспечения с использованием модельно-ориентированного подхода;
- навыками самостоятельной работы с научной литературой по описанию законов пространственного и углового движения космических аппаратов.

Темы и разделы курса:

1. Введение и описание подхода модельно ориентированного проектирования при разработке бортового программного обеспечения.
 - 1.1. Определение модельно-ориентированного проектирования.
 - 1.2. Принципы построения автоматизированного рабочего места разработки программного обеспечения системы управления движением.

1.3. Описание основных, используемых при разработке программного обеспечения систем координат.

2. Моделирование движения Земли, Солнца, Луны.

2.1. Теория вращения Земли, формулы для учета прецессии, нутации и вращения Земли.

2.2. Расчет положения Солнца при движении космического аппарата по орбите.

2.3. Расчет положения Луны при движении космического аппарата по орбите.

2.4. Расчет матриц перехода из гринвичской системы координат в инерциальную систему координат и обратно.

2.5. Учет возмущений от небесных тел при моделировании орбитального движения космического аппарата.

3. Описание гравитационного потенциала Земли, воздействие атмосферы Земли на орбитальное движение космического аппарата.

3.1. Учет несферичности Земли и нецентральности ее гравитационного поля при моделировании движения космического аппарата.

3.2. Влияние воздействия атмосферы на движение космического аппарата.

3.3. Формула для расчета плотности атмосферы.

3.4. Понятие баллистического коэффициента космического аппарата.

3.5. Формула для аэродинамического момента в рамках зеркально-диффузионной модели обтекания свободно-молекулярным потоком.

3.6. Формула для гравитационного момента в поле ньютоновского потенциала

3.7. Формула для магнитного момента в рамках модели взаимодействия токовых и магнитных систем ККК с магнитным диполем Земли.

3.8. Формула для моментов сил солнечного давления в рамках зеркально-диффузионного отражения.

4. Моделирование движения центра масс космического аппарата.

4.1. Уравнения движения центра масс космического аппарата, вектор состояния.

4.2. Основные составляющие ускорения центра масс космического аппарата.

4.3. Использование упрощенных моделей для прогнозирования положения космического аппарата. Понятие двухстрочных элементов орбиты.

4.4. Использование моделей SGP/SPG4/SDP4 для определения вектора состояния космического аппарата.

5. Моделирование углового движения космического аппарата.

5.1. Уравнения динамики и кинематические уравнения в кватернионной форме, описывающее угловое движение космического аппарата.

5.2. Основные моменты сил, действующие на космический аппарат в процессе орбитального движения.

5.3. Учет упругости конструкции при моделировании углового движения космического аппарата.

5.4. Линейные и угловые собственные формы упругих колебаний.

5.5. Собственные частоты и трехмерные пространственные нормированные формы упругих колебаний конструкции.

5.6. Разложение векторов сосредоточенных силовых и моментных нагрузок по ортогональному базису n -мерного гильбертова пространства с помощью нормированных линейных и угловых собственных форм колебаний конструкции в местах установки исполнительных органов.

5.7. Формирование информации об угловых (скоростных и позиционных) отклонениях в измерительных каналах чувствительных элементов с учетом упругих колебаний конструкции в местах их установки

6. Моделирование работы ракетных двигателей космического аппарата.

6.1. Моделирование жидкостных ракетных двигателей. Формулы для суммарных сил и моментов, создаваемых ракетными двигателями. Моделирование профиля тяги двигателя. Расчет расхода топлива.

6.2. Моделирование твердотопливных ракетных двигателей. Моделирование профиля тяги двигателя. Расчет расхода топлива. Принципы регулировки тяги твердотопливного ракетного двигателя, моделирование регулирующего элемента.

7. Моделирование работы инерционных исполнительных органов космического аппарата.

7.1. Моделирование работы электродвигателей-маховиков.

7.2. Моделирование работы двухстепенных силовых гироскопов.

7.3. Расчет суммарного кинетического момента инерционных исполнительных органов.

8. Моделирование работы датчиковой аппаратуры.

8.1. Моделирование работы датчиков угловой скорости.

8.2. Моделирование работы акселерометров.

8.3. Моделирование работы аппаратуры спутниковой навигации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Нейрокомпьютерные технологии обработки информации

Цель дисциплины:

- представления об нейросетевых технологиях анализа и обработки информации и принципов построения моделей нейронных сетей;
- знания методов обучения и тестирования моделей нейронных сетей;
- умения разрабатывать нейросетевые модели обработки информации под конкретные задачи;
- опыта создания моделей нейронных сетей.

Задачи дисциплины:

- средством изучения теоретических основ дисциплины являются лекции и самостоятельная работа студентов с литературой;
- обучение применению теоретических знаний к решению конкретных задач производится с помощью лабораторных работ и индивидуальных занятий с преподавателем;
- обучение основам проектирования производится с помощью курсового проекта. В процессе проектирования проводятся консультации и индивидуальные занятия студентов с преподавателем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы нейросетевых технологий анализа и обработки информации и принципов построения моделей нейронных сетей;
- методы обучения и тестирования моделей нейронных сетей;
- основы методов предварительной обработки информационных массивов с целью повышения качества нейросетевой обработки при решении задач их анализа;

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- проводить предварительную обработку информационных массивов с применением методов оптимизации и нормировки;
- 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;
- навыками самостоятельной работы;
- навыками построения моделей нейронных сетей с использованием специализированных пакетов прикладных программ для решения задач анализа и обработки информации;
- навыками проведения предварительной обработки на экспериментальных информационных массивах, состоящих из ординальных и категориальных переменных.

Темы и разделы курса:

1. Биологические основы нейронных сетей

Биологический нейрон. Мембрана и ее потенциал. Математическая модель нейрона. Связь искусственных нейронных сетей (ИНС) с другими дисциплинами. Проблемы, решаемые в контексте ИНС.

2. Архитектура нейронных сетей

Архитектура нейронных сетей. Однослойный персептрон. Модели нейрона. Функции активации. Многослойный персептрон. Формализация задач.

3. Обучение нейронных сетей

Понятие обучения. Методы обучения. Обучение персептрона. Гипотеза Хебба. Гипотеза ковариации. Конкурентное обучение. Понятие VC-измерения (Вапника-Червонкиса). Оценки обобщающей способности в задаче классификации. Теорема об универсальной аппроксимации.

4. Сети на основе радиальных базисных функций

Теорема Ковера о разделимости множеств. Ф-разделимость. Преобразование задачи классификации. Задача интерполяции. Теорема Мичелли. Сравнение с многослойным персептроном.

5. Метод опорных векторов

Постановка задачи. Формальное описание задачи. Теорема двойственности. Теорема Мерсера.

6. Ассоциативные машины

Виды ассоциативных машин. Модульные сети. Усреднение по ансамблю.

7. Анализ главных компонент

Принципы самоорганизации. Основные представления данных. Фильтр Хебба.

8. Карты самоорганизации

Две основные модели отображения признаков. Карты самоорганизации (self-organizing map - SOM). Алгоритм SOM. Формализация задачи классификации для сети Кохонена. Алгоритм классификации для сети Кохонена. Обучение сети Кохонена. Метод выпуклой комбинации.

9. Нейросетевые модели на основе теории информации

Принцип максимума взаимной информации. Неопределённость и информация. Принцип максимума энтропии. Взаимная информация. Непрерывный вариант дивергенции Кулбека-Лейблера. Декомпозиция Пифагора. Принцип Infomax и уменьшение избыточности. Увеличение пространственных различий. Задача: радарная пара. Задача слепого разделения. Критерий статистической независимости. Свойства эквивариантности. Условия устойчивости. Метод максимальной энтропии.

10. Стохастические машины

Стохастические модели. Правило обучения Больцмана. Машина Больцмана. Сеть PNN.

11. Динамические нейронные сети

Структуры кратковременной памяти. Память на основе линии задержки с отводами. Гамма – память.

12. Предобработка данных

Основные этапы нейросетевого анализа. Типы нечисловых переменных. Индивидуальная нормировка данных. Статистическая нормировка.

13. Нейрокомпьютеры

Нейрокомпьютеры, выпускаемые в виде карт и модулей. Нейрокомпьютеры, реализованные на базе ПЦОС и ПЛИС. Нейрокомпьютеры, реализованные на базе нейрочипов. Нейрокомпьютеры, выпускаемые в виде конструктивно-автономных систем.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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 квази-линейных 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 Лиры). 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 квази-линейных систем уравнений параболического типа

3.1. Квазилинейные параболические уравнения и системы. Автомодельная задача о бегущей волне.

3.2. Разностные схемы для простейшего уравнения теплопроводности в пространстве неопределенных коэффициентов. Монотонные схемы (схемы с положительной аппроксимацией) с порядком аппроксимации n .

3.3. Обобщение разностных схем для уравнения теплопроводности на случай квазилинейных уравнений и систем параболического типа. Консервативные схемы. Расщепление по "физическим процессам".

3.4. Обобщение разностных схем для квазилинейной системы уравнений параболического типа на многомерный случай. Методы расщепления по пространственным переменным и

методы на неструктурированных сетках для решения в сложных, в том числе многосвязных областях интегрирования.

4. Некоторые численные методы решения краевых задач эллиптических уравнений.

4.1. Простейшие уравнения эллиптического типа и его разностные аппроксимации. Схемы с положительной аппроксимацией в случае регулярных и нерегулярных (неструктурированных) сеток.

4.2. Некоторые итерационные методы решения сеточных уравнений. Метод простой итерации. Условия сходимости, оптимальный выбор итерационного параметра. *Чебышевское ускорение сходимости для метода простой итерации, его неустойчивость и регуляризация (упорядочивание итерационных параметров).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Нелинейные колебания

Цель дисциплины:

- изучение основ теории нелинейных колебаний и методов исследования установившихся движений колебательных систем.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний в области теории и методов решения задач построения установившихся колебательно-вращательных движений возмущенных систем; идея малого параметра; автономные и неавтономные системы;
- изучение теории устойчивости в задачах теории колебаний;
- изучение переходных процессов в нелинейных колебательных системах асимптотическими методами;
- постановки и решение задач колебаний для классических механических моделей;
- выработка понятий и навыков решения и анализа автоколебаний в механических, физических и термомеханических системах; понятие предельного цикла;
- выработка понятий и навыков решения и анализа вынужденных и параметрических колебаний в механических и технических системах; понятия многочастотной системы и резонанса;
- выработка основных подходов к исследованию сингулярно возмущенных систем;
- изучение подходов к решению нелинейных периодических краевых задач; численно-аналитические методы, продолжение по параметрам системы;
- приобретение знаний и навыков решения задач в области теории и методов оптимального управления движениями вращательно-колебательных систем;
- исследование прикладных задач оптимального быстрогодействия для механической системы типа маятника;
- освоение методов оптимизации колебаний одномерных и многомерных осцилляторов с регулируемым положением равновесия;
- знакомство с подходами к управлению орбитальными и ориентационными движениями КА.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль теории колебаний в естественно научных и технических проблемах;
- общие свойства возмущенных колебательно-вращательных систем; введение малого параметра;
- основные постановки задач и конструктивные методы их решения и исследования устойчивости;
- методы Ляпунова-Пуанкаре и Крылова-Боголюбова и алгоритм продолжения по параметрам системы;
- постановки возмущенных задач управления движениями и их оптимизации для вращательно-колебательных систем посредством малых управляющих воздействий на асимптотически большом интервале времени;
- методы и алгоритмы решения краевых задач принципа максимума.

уметь:

- ставить и решать задачи об исследовании решений нелинейных колебательных систем;
- осваивают методы анализа автоколебаний в механических, физических и термомеханических системах;
- осваивают методы анализа вынужденных и параметрических колебаний;
- осваивают методы переходных процессов в нелинейных колебательных системах.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и программного обеспечения компьютеров;
- культурой постановки и моделирования задач динамики и управления движениями вращательно-колебательных систем;
- набором решений тестовых задач;
- умением осуществлять анимацию движений;
- интуицией и навыками делать качественные выводы.

Темы и разделы курса:

1. Общие свойства колебательно-вращательных систем.

Колебательные процессы в физике и технике. Сопоставление линейных и нелинейных колебаний.

Распределенные и сосредоточенные колебательные системы; конечномодовое приближение.

2. Основные модели механических колебательных систем.

Маятник (математический, физический, упругий и др.); двойной маятник. Твердое тело с неподвижной точкой, волчок. Нелинейный осциллятор (плоский, пространственный).

Тело на бифилярном подвесе (плоские и крутильные колебания). Орбитальные движения планет и спутников.

3. Классические математические модели осцилляторов.

Возмущенные нелинейные колебания, периодические воздействия; малый параметр.

Явление резонанса нелинейных колебаний. Осциллятор Дуффинга. Параметрические колебания. Осцилляторы Хилла, Матье, Мейснера, Кочина. Автоколебания. Осцилляторы Релея. Релаксационные колебания.

4. Методы исследования нелинейных вращательно-колебательных систем.

Методы Ляпунова-Пуанкаре. Асимптотические методы разделения движений (метод усреднения Крылова-Боголюбова, КАМ-теория). Численные методы, продолжение по параметру. Методы математической физики. Колебания распределенных систем, квазилинеаризация. Проблема определения собственных частот и форм в задачах с переменными распределенными параметрами.

5. Введение в проблему управления и оптимизации колебательных систем.

Постановки основных задач управления и оптимизации. Методы решения (принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование).

6. Примеры систем и задач управления колебаниями.

Гашение колебаний осциллятора и маятника. Перемещение маятника; приведение в состояние заданного движения. Управление вращениями маятника и твердого тела. Управление колебаниями распределенных систем (упругий манипулятор, стержень, струна, сосуд с жидкостью).

7. Методы теории оптимального управления.

Квазиоптимальное управление; метод возмущений. Асимптотические методы оптимального управления колебаниями и вращениями одночастотных и многочастотных систем.

Квазилинейные управляемые колебательные системы. Существенно нелинейные управляемые вращательно-колебательные системы. Динамические управляемые системы при высокочастотном воздействии. Оптимальное управление орбитальными движениями КА.

Управление вращениями и переориентация КА.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Общая геоинформатика

Цель дисциплины:

формирование базовых знаний в области геоинформационных систем и технологий, для дальнейшего их использования при изучении профильных курсов по методам и технологиям получения и обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), разработки систем космического мониторинга.

Задачи дисциплины:

приобретение необходимых знаний об организации пространственных и прикладных данных в геоинформационных системах (ГИС), разработке ГИС-проектов, корректного картографического отображения пространственных данных, методах ГИС-анализа пространственных данных и геоинформационного моделирования, использования материалов ДЗЗ в геоинформационных технологиях;

приобретение навыков работы с программно-инструментальными средствами современных ГИС и различными типами пространственных данных.

.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

базовые модели данных, используемые при проектировании ГИС;

методы организации растровых и векторных пространственных данных и их взаимосвязи с прикладными данными;

основные типы картографических проекций и правила картографического отображения различных типов объектов и явлений;

основные методы прикладного анализа пространственных данных и средства геоинформационного моделирования;

состав и структуру современных программно-инструментальных средств разработки ГИС-проектов.

уметь:

- разрабатывать ГИС-проект для картографического отображения и прикладного анализа данных ДЗЗ в наиболее распространенных программно-инструментальных оболочках ГИС;
- создавать корректные интерактивные электронные карты;
- организовывать взаимосвязи между различными документами ГИС-проекта;
- выполнять комплексный пространственный анализ материалов ДЗ с использованием картографических и прикладных данных;
- выполнять подготовку различных типов выходных материалов.

владеть:

- основами методологии системного анализа в области проектирования сложных информационных систем;
- программно-инструментальными средствами ГИС-анализа и геоинформационного моделирования;
- культурой картографического отображения пространственных данных.

Темы и разделы курса:

1. Введение в ГИС.

Общая характеристика ГИС как класса автоматизированных информационных систем. Определение и составные части геоинформатики. Основные направления практического использования ГИС и геоинформационных технологий. Основные компоненты ГИС. Классификация ГИС по территориальному охвату и функциональным возможностям. Место данных дистанционного зондирования в информационном обеспечении ГИС. Геоинформационные технологии в дистанционном зондировании Земли.

2. Организация данных в ГИС.

Методологические основы и этапы проектирования ГИС. Концептуальная модель ГИС-проекта, основные понятия объектного моделирования. Базовые модели данных (иерархические, реляционные, сетевые), их характеристики. Разновидности координатных моделей пространственных данных. Растровые и векторные модели данных. Организация взаимосвязей между пространственными и прикладными данными. Организация взаимосвязей между различными документами ГИС-проекта.

Тема лабораторных работ: методы и средства автоматизированного и интерактивного создания и оформления векторных слоев по космическим снимкам.

3. Отображение пространственных данных в ГИС.

Цифровая модель местности и цифровая карта. Структура цифровой интерактивной карты, ее основные характеристики. Картографические проекции, их классификация. Поддержание пространственной топологии. Требования к оформлению карты,

картографические условные знаки. Основные типы пространственных запросов, методы их реализации.

Тема лабораторных работ: методы и средства подготовки комплексных выходных картографических материалов для оформления отчетов и презентаций.

4. Методология геоинформационного моделирования.

Геоинформационное моделирование как методология получения качественно новой пространственной информации на основе комплексного ГИС-анализа пространственных и прикладных данных. Разновидности геоинформационного моделирования: геокодирование, геогруппировка, оверлейный топологический анализ, буферизация, картографическая генерализация. Примеры решения прикладных задач. Тематическая обработка данных дистанционного зондирования как разновидность геоинформационного моделирования. Пространственная интерполяция данных точечных измерений (построение геопотенциалов).

Темы лабораторных работ:

- 1) анализ динамики землепользования по результатам обработки разновременных космических снимков;
- 2) методы и средства пространственной интерполяции точечных данных (на примере данных с метеостанций).

5. Инструментально-программное обеспечение ГИС.

Состав и структура программно-инструментального обеспечения разработки ГИС-проектов. Обзор наиболее популярных отечественных и зарубежных программно-инструментальных оболочек ГИС. Анализ функциональных возможностей наиболее популярных ГИС-оболочек. Универсальные программные комплексы обработки данных дистанционного зондирования.

6. Инфраструктуры пространственных данных.

ГИС и web-технологии. Корпоративные и межотраслевые ГИС. ГИС-порталы (геопорталы), их основные функции. Программно-инструментальные средства разработки ГИС-порталов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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 $\propto 3$). Ядерный и электронный магнитный резонанс (квантовомеханическая трактовка). Строгие и нестрогие правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами (на примере эффекта Зеемана и ЯМР).

8. Ядерные модели

Эксперименты Резерфорда и Гейгера по рассеянию α -частиц в газах. Открытие нейтрона Чадвиком. Экспериментальная зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа A . Свойства ядерных сил: радиус действия, глубина потенциала, насыщение ядерных сил, спиновая зависимость. Природа ядерных сил, обменный характер ядерных сил, переносчики взаимодействия. Модель жидкой заряженной капли. Формула Вайцеккера 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, K -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 объём, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэлея—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: Геокосмические науки и технологии

Общая физика: лабораторный практикум

Цель дисциплины:

формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

уметь:

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

владеть:

- навыками работы с современным измерительным оборудованием;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

Темы и разделы курса:

1. Вводные работы 1

Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов.

2. Вводные работы 2

На примере космического излучения, регистрируемого счетчиком Гейгера, изучаются основные методы статистической обработки данных. Изучаются основные свойства нормального распределения и распределения Пуассона. Исследуется зависимость среднеквадратичного отклонения данных от числа измерений.

3. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

4. Изучение электронного осциллографа.

Изучается устройство и принцип работы электронного осциллографа. Измеряются параметры простейших колебаний --- амплитуда, фаза и частоты. Исследуется влияние амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик на результат измерений с помощью осциллографа.

5. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

С помощью трифилярного подвеса измеряются периоды крутильных колебаний тел различной формы. По измеренным периодам вычисляются моменты инерции тел, значения которых сравниваются с полученными из расчетов по их геометрическим размерам. Экспериментально проверяется аддитивность моментов инерции и теорема Гюйгенса—Штейнера.

6. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

7. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека.

С помощью крестообразного маятника, к оси которого подвешиваются грузы различной массы, исследуется основной закон вращательного движения. Экспериментально проверяются соотношения для моментов инерции цилиндров и зависимости момента инерции от расстояния до оси вращения. Исследуется влияние сопротивления воздуха на искажение результатов опыта.

8. Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Изучение физического маятника.

С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от

амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.

9. Определение модуля Юнга

Исследуются малые упругие деформации растяжения/сжатия, изгиба и кручения для различных материалов (сталь, латунь, различные породы дерева). По значению деформации вычисляется модуль соответствующего материала различными способами.

10. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

11. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

Исследуются законы движения быстровращающихся осимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По 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 температуре. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активация сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

18. Вакуум.

Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, терморезисторным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется ионизационным и магнетронным вакуумметрами.

19. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

20. Диффузия.

Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления.

21. Теплопроводность.

Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.

22. Молекулярные явления

Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки --- поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.

23. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

24. Определение C_p/C_v газов.

Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.

25. Фазовые переходы.

С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.

26. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

27. Реальные газы.

Исследуется эффект Джоуля—Томсона просачивания газа через пористую перегородку для углекислого газа. Разность температур измеряется термопарой. Вычисляются коэффициенты Джоуля—Томсона и параметры газа Ван-дер-Ваальса. По измеренным параметрам производится оценка критических параметров газа и температуры инверсии эффекта.

28. Поверхностное натяжение.

Измеряется коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей (воды и спирта) в зависимости от температуры методом Ребиндера. Определяется полная свободная энергия поверхности и теплота образования единицы поверхности.

29. Теплоемкость.

Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Температура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.

30. Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.

31. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

Изучение спектрального состава периодических электрических сигналов. Изучение возможности 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 аберраций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение показателей преломления твёрдых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.

47. Изучение лазера.

Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.

48. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

49. Дифракция света.

Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

50. Поляризация.

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.

51. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение

длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

52. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

53. Дифракционные решётки (гониометр).

Знакомство с работой и настройкой гониометра и определение спектральных характеристик амплитудной решётки. Исследование спектра ртутной лампы. Определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).

54. Двойное лучепреломление.

Изучение зависимости показателя преломления необыкновенной волны от направления в двоякопреломляющем кристалле. Определение главных показателей преломления в кристалле.

55. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

56. Дифракция на ультразвуковых волнах.

Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.

57. Разрешательная способность микроскопа (метод Аббе).

Определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа методом Аббе. Определение периода решёток по их пространственному спектру, по изображению, увеличенному с помощью модели микроскопа, а также, по оценке разрешающей способности микроскопа. Пространственная фильтрация и мультиплицирование.

58. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

59. Эффект Поккельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

60. Эффект Мессбауэра. Исследование резонансного поглощения γ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в мессбауэровской линии поглощения исследуется резонансное поглощение γ -квантов, испускаемых ядрами олова. Определяется положение максимума резонансного поглощения, его величина, а также экспериментальная ширина линии.

61. Исследование эффекта Комптона.

С помощью сцинтилляционного спектрометра исследуется энергетический спектр γ -квантов, рассеянных на графите. Определяется энергия рассеянных γ -квантов в зависимости от угла рассеяния, а также энергия покоя частиц, на которых происходит комптоновское рассеяние.

62. Магнитный момент легких ядер /ЯМР/.

Методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) измеряются g -факторы протона, дейтрона и ядра фтора и вычисляются их магнитные моменты. Результаты сравниваются с вычисленными на основе кварковой модели адронов и одночастичной оболочечной модели ядер.

63. Спектрометрия γ – излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра. Измерение абсолютной активности препарата Со методом γ – γ совпадений.

Методом совпадений измеряется абсолютная активность препарата Со. После этого определяется энергия γ -квантов неизвестного радиоактивного препарата.

64. Определение энергии α частиц по величине их пробега в воздухе.

Измеряется пробег α -частиц в воздухе двумя способами: с помощью торцевого счетчика Гейгера и сцинтилляционного счетчика. По полученным величинам определяется энергия частиц.

65. Измерение времени жизни мюонов на основании углового распределения интенсивности космических лучей.

С помощью телескопа из двух сцинтилляторов измеряется угловое распределение жесткой компоненты космического излучения. На основе полученных данных оценивается время жизни мюона.

66. Сцинтилляционный счетчик для детектирования космического излучения.

Измеряется зависимость вероятности образования ливней вторичных заряженных частиц в свинце от лубины уровня наблюдения (каскадная кривая). По результатам оценивается средняя энергия частиц в ливне.

67. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов, методов регистрации частиц и конструкций фотоумножителей. После этого излагаются основные модели взаимодействия излучения с веществом и элементы физики высоких плотностей энергии.

68. Изучение законов теплового излучения.

Оптическим пирометром с исчезающей нитью и термопарой исследуется излучение нагретых тел. В модели абсолютно черного тела вычисляются значения постоянных Планка и Стефана-Больцмана.

69. Фотоэффект.

Исследуется зависимость фототока от величины задерживающего потенциала и частоты падающего излучения. По результатам вычисляется значение постоянной Планка.

70. Атом водорода.

Исследуются закономерности в оптическом спектре атома водорода. По результатам вычисляются постоянная Ридберга для двух изотопов, их потенциалы ионизации, изотопические сдвиги линий.

71. Эффект Рамзауэра.

Исследуется энергетическая зависимость вероятности рассеяния медленных электронов атомами ксенона. По результатам измерений оценивается размер внешней электронной оболочки атома.

72. Измерение коэффициента ослабления потока γ -лучей в веществе и определение их энергии. Работа по радиационной безопасности.

С помощью сцинтилляционного счетчика измеряются линейные коэффициенты ослабления потока γ -лучей в свинце, железе и алюминии. По результатам определяется энергия γ -квантов.

73. Исследование энергетического спектра β -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр β -частиц при распаде ядер цезия. Калибровка спектрометра осуществляется по энергии электронов внутренней конверсии.

74. Опыт Франка-Герца.

Методом электронного возбуждения измеряется энергия первого уровня атома гелия. Сравниваются результаты, полученные в динамическом и статическом режимах.

75. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Общая физика: механика

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ механики.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области механики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости:
- основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории
- законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта
- законы сохранения импульса, энергии, момента импульса
- законы движения тел в поле тяготения (законы Кеплера)
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении
- основы приближённой теории гироскопов
- основные понятия теории колебаний: уравнение гармонических колебаний и его решение, затухание, добротность колебательной системы
- базовые понятия теории упругости и гидродинамики

- основы специальной теории относительности :основные постулаты, преобразования Лоренца и их следствия, выражения для импульса и энергии релятивистских частиц

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе при реактивном движении;
- применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел;
- применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц, в том числе релятивистских;
- рассчитывать параметры орбит при движении в поле тяготения для задачи двух тел;
- применять законы механики в различных системах отсчёта, в том числе неинерциальных;
- рассчитывать моменты инерции симметричных твёрдых тел и применять к ним законы вращательного движения;
- рассчитывать периоды колебаний различных механических систем с одной степенью свободы, в том числе для колебания твёрдых тел;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов , и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач механики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

Темы и разделы курса:

1. Основы кинематики

Кинематика материальной точки. Материальная точка. Системы отсчёта и системы координат (декартова, полярная, сферическая). Радиус-вектор. Виды движения. Линейные и угловые скорости и ускорения. Формулы для нормального, тангенциального и полного ускорений точки. Траектория движения, радиус кривизны траектории.

2. Динамика частицы. Законы Ньютона

Динамика материальной точки. Задание состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Масса частицы. Инертная и гравитационная массы. Импульс частицы. Примеры взаимодействий, описывающие индивидуальные свойства сил (сила гравитационного притяжения, упругая сила, силы трения и сопротивления и пр.). Второй закон Ньютона как уравнение движения. Роль начальных условий. Третий закон Ньютона.

3. Динамика систем частиц. Законы сохранения

Закон сохранения импульса. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия частицы. Понятие силового поля. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциал поля. Закон сохранения энергии в механике. Динамика систем частиц (материальных точек). Центр инерции системы частиц (центр масс). Скорость и ускорение центра инерции системы частиц. Закон движения центра инерции. Система центра инерции (центра масс). Движение системы из двух взаимодействующих частиц (задача двух тел). Приведённая масса. Соотношение между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Теорема Кёнига. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии. Анализ столкновения двух частиц для абсолютно упругого и неупругого ударов. Построение и использование векторных диаграмм. Пороговая энергия при неупругом столкновении частиц.

4. Момент импульса материальной точки

Момент импульса материальной точки относительно центра (начала) и оси. Момент силы. Связь момента импульса материальной точки с секториальной скоростью. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.

5. Законы Кеплера. Тяготение

Движение тел в центральном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Финитные и инфинитные движения. Космические скорости. Связь параметров орбиты планеты с полной энергией и моментом импульса планеты. Теорема Гаусса и её применение для вычисления гравитационных полей.

6. Вращение твёрдого тела

Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции твёрдых тел. Теорема Гюйгенса–Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося тела. Уравнения движения и равновесия твёрдого тела. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость как вектор, сложение вращений. Независимость угловой скорости вращения твёрдого тела от положения оси, к которой отнесено вращение. Понятие о тензоре инерции и эллипсоиде инерции. Главные оси инерции. Уравнение моментов

относительно движущегося начала и движущейся оси. Плоское движение твёрдого тела. Качение. Скатывание и вкатывание тел на наклонную плоскость. Регулярная прецессия свободного вращающегося симметричного волчка (ротатора). Гироскопы. Движение свободного гироскопа. Уравнение движения гироскопа под действием сил (приближённая теория). Гироскопические силы. Применения гироскопов.

7. Неинерциальные системы отсчёта

Силы инерции при ускоренном движении системы отсчёта. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Относительное, переносное, кориолисово ускорения. Центробежная и кориолисова силы. Вес тела. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

8. Механические колебания и волны

Механические колебания материальной точки. Гармонический осциллятор. Пружинный маятник и математический маятник. Частота и период колебаний. Анализ уравнения движения маятника. Роль начальных условий. Анализ колебаний материальной точки под действием вынуждающей синусоидальной силы. Резонанс. Резонансные кривые. Анализ затухающих колебаний. Сухое и вязкое трение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Фазовая плоскость. Механические колебания тел. Физический маятник. Приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о физическом маятнике. Действие периодических толчков на гармонический осциллятор. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях. Описание волнового движения. Волновое число, фазовая скорость. Понятие о бегущих и стоячих волнах.

9. Элементы теории упругости

Упругие и пластические деформации. Растяжение и сжатие стержней. Коэффициент упругости, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Объёмная плотность энергии упругой деформации. Анализ всестороннего и одностороннего растяжения и сжатия. Деформации сдвига и кручения. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержнях.

10. Элементы гидродинамики

Жидкость и газ в состоянии равновесия. Условие равновесия во внешнем поле сил. Идеальная жидкость. Кинематическое описание движения жидкости. Линии тока, стационарное течение идеальной жидкости и газа. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Вязкость. Стационарное течение вязкой жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его физический смысл. Пограничный слой и явления отрыва. Объяснение эффекта Магнуса. Понятие о подъёмной силе при обтекании крыла.

11. Основы специальной теории относительности

Принцип относительности. Интервал и его инвариантность. Преобразование координат и времени Лоренца, их физический смысл. Относительность понятия одновременности. Замедление времени. Собственное время жизни частицы. Лоренцево сокращение длины. Собственная длина. Сложение скоростей. Эффект Доплера. Импульс релятивистской частицы. Энергия релятивистской частицы, энергия покоя, кинетическая энергия. Связь между энергией и импульсом частицы. Инвариант энергии-импульса. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц и её связь с классическим случаем неупругого столкновения частиц. Уравнение движения релятивистской частицы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

Общая физика: термодинамика и молекулярная физика

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ статистической физики и физической кинетики.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области термодинамики и молекулярной физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы и понятия термодинамики и молекулярной физики, а также границы их применимости:
- основные законы термодинамики (1, 2, 3 «начала»)
- понятие о равновесных и неравновесных процессах, термодинамическое определение энтропии, закон возрастания энтропии, энтропия идеального газа
- основы молекулярно-кинетической теории (основное уравнение МКТ, длина свободного пробега, распределения Больцмана, Максвелла)
- основы статистической физики (статистический смысл энтропии, понятие о распределении Гиббса)
- основы квантовой теории теплоёмкости (степени свободы и их возбуждение, характеристические температуры, закон Дюлонга-Пти)

- основы теории фазовых переходов (фазовые диаграммы, теплоты переходов, уравнение Клапейрона-Клаузиуса)
- основные законы поверхностного натяжения (коэффициент поверхностного натяжения, формула Лапласа, внутренняя энергия единицы поверхности)
- основы теории процессов переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газовых средах. Броуновское движение, закон Эйнштейна-Смолуховского. Связь между подвижностью и коэффициентом диффузии.

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики:
- применять законы сохранения для расчёта процессов сжатия/расширения газов, в том числе: для расширения газа в пустоту; истечение газов из малого отверстия; течение в условиях эффекта Джоуля-Томсона
- рассчитывать КПД равновесных циклов тепловых и холодильных машин, в том числе заданных в координатах TS
- рассчитывать изменение энтропии в неравновесных процессах, а также максимальную и минимальную работы систем
- рассчитывать тепловые процессы с учётом наличия фазовых переходов и эффектов поверхностного натяжения
- рассчитывать тепловые процессы для неидеальных газов (для уравнения Ван-дер-Ваальса)
- пользоваться вероятностными распределениями, уметь вычислять средние значения и среднеквадратичные отклонения параметров для случаев распределений Больцмана и Максвелла.
- рассчитывать статистический вес и энтропию на основе статистической теории для простейших систем с дискретными энергетическими уровнями
- рассчитывать скорость переноса вещества (или тепла) при диффузии (или теплопроводности) в стационарных и квазистационарных случаях
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

владеть:

- основными методами решения задач термодинамики и молекулярной физики;

□ основными математическими инструментами, характерными для задач термодинамики и молекулярной физики.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия молекулярной физики

Основные понятия молекулярной физики и термодинамики: предмет исследования, его характерные особенности. Задачи молекулярной физики. Макроскопические параметры. Агрегатные состояния вещества. Уравнения состояния (термическое и калорическое). Идеальный и неидеальный газы. Давление идеального газа как функция кинетической энергии молекул. Соотношение между температурой идеального газа и кинетической энергией его молекул. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа.

Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Определение температуры идеального газа. Равновесное и неравновесное состояния. Квазистатические, обратимые и необратимые термодинамические процессы.

2. Термодинамические процессы. Первое начало термодинамики

Работа, теплота, внутренняя энергия. Функции состояния. Термическое и калорическое уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Циклические процессы. Работа при циклическом процессе.

Теплоёмкость. Теплоёмкость идеальных газов при постоянном объёме и постоянном давлении, уравнение Майера.

Адиабатический и политропический процессы. Уравнения адиабаты и политропы для идеального газа. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма.

Скорость звука в газах. Энтальпия. Зависимость энтальпии идеального газа от давления. Скорость истечения газа из отверстия.

3. Второе начало термодинамики. Энтропия.

Формулировки второго начала. Тепловая машина. Определение КПД тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Максимальность КПД цикла Карно по сравнению с другими термодинамическими циклами.

Холодильная машина. Эффективность холодильной машины. Тепловой насос. Эффективность теплового насоса, работающего по циклу Карно. Связь между коэффициентами эффективности теплового насоса и холодильной машины.

Термодинамическое определение энтропии. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики.

Третье начало термодинамики. Изменение энтропии и теплоёмкости при приближении температуры к абсолютному нулю.

4. Термодинамические функции и их свойства

Свойства термодинамических функций. Максимальная и минимальная работа. Преобразования термодинамических функций. Соотношения Максвелла. Зависимость внутренней энергии от объёма. Зависимость теплоёмкости от объёма. Соотношение между C_P и C_V .

Теплофизические свойства твёрдых тел. Термодинамика деформации твёрдых тел. Изменение температуры при адиабатическом растяжении упругого стержня. Тепловое расширение как следствие ангармоничности колебаний в решётке. Коэффициент линейного расширения стержня.

5. Фазовые переходы

Фазовые переходы I и II рода. Химический потенциал. Условие равновесия фаз. Кривая фазового равновесия. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Диаграмма состояния двухфазной системы «жидкость–пар». Зависимость теплоты фазового перехода от температуры. Критическая точка. Тройная точка. Диаграмма состояния «лёд–вода–пар». Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлаждённый пар.

6. Реальные газы

Газ Ван-дер-Ваальса как модель реального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Уравнение адиабаты газа Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла и правило рычага. Критические параметры и приведённое уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван-дер-Ваальса в вакуум. Энтропия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля–Томсона. Адиабатическое расширение, дросселирование.

7. Поверхностные явления.

Термодинамика поверхности. Свободная энергия поверхности. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.

8. Элементы теории вероятностей.

Условие нормировки. Средние величины и дисперсия. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Распределение Гаусса.

9. Распределения Максвелла и Больцмана.

Распределения Максвелла. Распределение частиц по компонентам скорости и абсолютным значениям скорости. Доля молекул, лежащих в заданном интервале скоростей. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределения Максвелла по энергиям. Среднее число ударов молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие в сосуде.

Распределение Больцмана в однородном поле сил. Барометрическая формула. Распределение Максвелла–Больцмана.

10. Основы статистической физики.

Динамические и статистические закономерности. Макроскопические и микроскопические состояния. Фазовое пространство. Представление о распределении Гиббса. Микро- и макросостояния. Статистический вес макросостояния. Статистическая сумма и её использование для нахождения внутренней энергии. Энергия, теплоёмкость, энтропия газа, молекулы которого имеют два дискретных энергетических уровня.

Статистическое определение энтропии. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии. Статистическая температура. Энтропия при смешении газов. Парадокс Гиббса.

11. Теория теплоёмкостей.

Классическая теория теплоёмкостей. Закон равном распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга–Пти). Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Характеристические температуры. Зависимость теплоёмкости от температуры.

12. Флуктуации.

Средние значения энергии и дисперсии (среднеквадратичной флуктуации) энергии частицы. Флуктуации и распределение Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Флуктуация температуры в фиксированном объёме. Флуктуация объёма в изотермическом и адиабатическом процессах. Флуктуации аддитивных физических величин. Зависимость флуктуаций от числа частиц, составляющих систему. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов (на примере пружинных весов).

13. Элементы физической кинетики.

Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Число столкновений молекул между собой. Явления переноса: вязкость, теплопроводность и диффузия. Законы Фика и Фурье. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и диффузии в газах.

14. Броуновское движение. Явления переноса в разреженных газах.

Подвижность. Закон Эйнштейна–Смолуховского. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии. Эффект Кнудсена. Эффузия. Течение разреженного газа через прямолинейную трубу.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Общая физика: электричество и магнетизм

Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области физики электромагнитных явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ электричества и магнетизма

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области электричества и магнетизма
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- о фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений, а также границы их применимости;
- о закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- о понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- о основные понятия при вычислении электрическое поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- о закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;
- о закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;

- о основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагниченности, токи проводимости и молекулярные токи;
- о закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- о основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- о уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- о закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга;
- о базовые понятия о плазме и волноводах.

уметь:

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по электричеству и магнетизму;
- о применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- о записывать и решать уравнения Пуассона и Лапласа;
- о применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- о применять метод «изображений» для вычисления электрических и магнитных полей;
- о применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- о рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- о использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчете колебательных контуров;
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач физики электромагнитных явлений;
- основными математическими инструментами, характерными для задач электричества и магнетизма.

Темы и разделы курса:

1. Электрическое поле в вакууме

1. Электрическое поле в вакууме. Электрические заряды и электрическое поле. Закон сохранения заряда. Напряжённость электрического поля. Закон Кулона. Система единиц СГСЭ. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия на заряженной поверхности. Уравнения Пуассона и Лапласа. Единственность решения электростатической задачи. Метод «изобразений».

2. Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

4. Магнитное поле в веществе. Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование $\rightarrow E$ и $\rightarrow B$ (при $v \ll c$). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

6. Электромагнитные колебания. Квazистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.

7. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны. Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах.. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

8. Плазма.. Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

2. Электрическое поле в веществе

Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме

Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

4. Магнитное поле в веществе

Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование $\rightarrow E$ и $\rightarrow B$ (при $v \ll c$). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

6. Электромагнитные колебания

Квазистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.

7. Электромагнитные волны

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

8. Плазма

Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Общая химия

Цель дисциплины:

- формирование современных научных представлений о сущности химических явлений;
- создание прочных знаний фундаментальных понятий, законов, законов общей химии, химических свойств элементов и их соединений;
- формирование представлений о месте химии в современных наукоемких технологиях и подходов к решению многообразных частных проблем физико-химического направления;
- приобретение способности использовать полученные знания, умения и навыки в сфере профессиональной деятельности, касающейся аэрокосмических технологий.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений об основных объектах химии и химических процессах, взаимосвязи состава, структуры, свойств и реакционной способности химических веществ;
- формирование знаний основных законов химии и химических свойств элементов и их соединений, понимание и применение которых позволят совершенствовать существующие и разрабатывать новые подходы в сфере аэрокосмических технологий;
- формирование представлений о взаимосвязи химических явлений, простейших методах химических исследований;
- получение знаний, основанных на конкретных представлениях об изучаемых веществах и их превращениях, понимание основ химии;
- приобретение умения анализировать химические явления, выделять их суть, сравнивать, обобщать, делать выводы, использовать законы химии при сравнении и анализе различных явлений;
- формирование умений для решения проблемных и ситуационных задач;
- приобретение навыков в применении химических законов для решения конкретных задач с проведением количественных вычислений и использовании учебной и справочной литературы;

- формирование практических умений постановки и выполнения экспериментальной работы;
- формирование навыков изучения научной химической литературы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия общей химии;
- структуру Периодической системы элементов Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента;
- термодинамические и кинетические закономерности, определяющие протекание химических процессов;
- методы описания химических равновесий;
- теоретические основы общей химии, электронное строение атома, основы теории химической связи в соединениях разных типов;
- строение и химические свойства основных классов неорганических соединений;
- свойства воды и водных растворов сильных и слабых электролитов, способы выражения концентрации веществ в растворах;
- базовые закономерности химических процессов, применяемых в современных наукоемких технологиях и особенно в сфере аэрокосмических технологий;
- лабораторную технику эксперимента;
- технику безопасности и правила работы в химической лаборатории.

уметь:

- анализировать химические явления, выделять их суть, сравнивать, обобщать, делать выводы, использовать законы химии при исследовании и сравнении различных явлений;
- применять основные законы химической термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач;
- предсказывать возможность протекания химических процессов и описывать их кинетику;
- определять химические свойства элементов и их соединений по положению элемента в Периодической системе;
- находить и использовать справочные данные различных физико-химических величин при решении химических или связанных с ними профессиональных задач;
- представлять данные экспериментальных исследований в виде графиков, таблиц и законченного протокола исследования.

Владеть:

- методиками химических расчетов, анализа закономерностей протекания химических процессов на основе термодинамических расчетов, определения основных кинетических параметров химических реакций;
- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- навыками безопасной работы в химической лаборатории и навыками практической работы по постановке эксперимента;
- навыками составления отчетов по итогам эксперимента.

Темы и разделы курса:**1. Строение атома. Периодичность свойств элементов и их соединений**

Основные представления об электронном строении атома: квантовые числа и атомные орбитали, формы атомных орбиталей. Электронные конфигурации атомов: правила заполнения электронных оболочек.

Периодичность свойств элементов и их соединений: периодическая система элементов Д.И. Менделеева, основная информация, содержащаяся в ней, связь периодической системы элементов со строением атомов. Периодичность физических свойств элементов: атомные и ионные радиусы, энергия ионизации атома и сродство к электрону. Электроотрицательность. Периодическая классификация элементов: металлы, неметаллы, металлоиды. Периодичность химических свойств элементов и их соединений: основные закономерности. Понятие о степени окисления элементов, устойчивые степени окисления.

2. Химическая связь и строение молекул

Виды химической связи: ионная, металлическая, ковалентная. Механизмы образования и основные характеристики (длина, энергия, угол связи, дипольный момент связи). Специфические свойства ковалентной связи – насыщенность и направленность. Теория отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО). Элементы метода валентных связей: понятие о гибридизации атомных орбиталей. Полярные и неполярные молекулы, дипольный момент молекулы.

Водородная связь и межмолекулярные взаимодействия.

Свойства веществ и материалов с различным типом химической связи.

3. Основные классы неорганических и органических соединений

Химические формулы, понятие моля. Основы номенклатуры неорганических соединений.

Оксиды, кислоты, основания, соли. Классификация, основные химические свойства. Понятие амфотерности. Генетическая связь между различными классами неорганических соединений.

Основные типы химических реакций, примеры. Стехиометрия химических реакций.

Основные классы органических соединений. Предельные и непредельные углеводороды. Гомологический ряд метана.

4. Химическая термодинамика

Энергетика химических процессов. I-й и II-й законы термодинамики, энтальпия химической реакции. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения. Понятие об энтропии. Энергетические эффекты химических реакций. Закон Гесса и его применение. Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений. Тепловые эффекты химических и физико-химических процессов (растворения, фазовых переходов и др.).

Самопроизвольные химические процессы, условия их протекания. Изобарно-изотермический потенциал. Уравнение Гиббса. Факторы, определяющие направление протекания химических реакций, влияние температуры. Обратимые и необратимые реакции.

5. Химическое равновесие

Равновесные процессы. Понятие химического равновесия, его критерии, химическое равновесие в газообразных системах и растворах. Гомогенные и гетерогенные системы, равновесие в гетерогенных системах. Изотерма химической реакции. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия: влияние концентрации, температуры и давления. Принцип Ле Шателье.

6. Химическая кинетика

Кинетика гомогенных реакций. Теория скорости химических реакций: понятие скорости химических реакций, кинетическое уравнение химической реакции, закон действующих масс. Зависимость скорости химической реакции от концентрации. Константа скорости химической реакции, порядок и молекулярность химической реакции. Методы определения порядка химической реакции. Механизмы химических реакций, простые и сложные реакции (последовательные, параллельные). Кинетика сложных реакций.

Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса, его анализ. Энергия активации, скоростьлимитирующая стадия химической реакции. Определение энергии активации по опытным данным.

7. Электрохимия

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Сопряженные пары окислитель-восстановитель. Окислительно-восстановительные свойства элементов и их соединений в зависимости от положения элемента в периодической системе. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительная двойственность. Окислительно-восстановительные реакции в электрохимических системах. Гальванические элементы.

Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, методы их определения. Термодинамика в гальванических элементах, уравнение Нернста. Расчет ЭДС гальванического элемента.

8. Химия в современной океанологии. Теоретические основы гидрохимии

Предмет и задачи исследований химии океана.

Вода как универсальный растворитель в биосистемах. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее роль в процессах жизнедеятельности. Гидраты, кристаллогидраты и сольваты.

Морская вода как раствор. Характеристика химического состава вод океана: главные компоненты (главные ионы, микроэлементы, биогенные вещества), соленость. Растворимость газов в морской воде. Способы выражения концентрации растворов.

Электролитическая диссоциация растворенных веществ. Сильные и слабые электролиты. Активность ионов в растворах. Константы кислотности и основности слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Ионная сила. Взаимодействие ионов в морской воде.

Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели pH и pOH. Буферные системы океана на примере бикарбонатной и фосфатной систем. Понятие о произведении растворимости.

Окислительно-восстановительные процессы в морской воде. Окислительно-восстановительный потенциал природных вод, его связь с pH. Коррозия металлов в морской воде, основные химические механизмы и термодинамика процесса коррозии. Биокоррозия. Защита металлов от коррозии.

9. Химические проблемы переработки углеводородного сырья

Топливная база для химической промышленности: нефть и нефтепереработка. Состав нефти. Химические методы в нефтедобыче. Первичная и вторичная (пиролиз, риформинг, крекинг) переработка нефти. Бензин и дизельное топливо. Альтернативные источники топлива. Синтетическое жидкое топливо и биотопливо, методы и высокотехнологические подходы к получению биотоплива.

10. Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов

Возобновляемые природные ресурсы, примеры. Биополимеры и их природные сырьевые источники: древесина, целлюлоза, хитин и хитозан. Структура, физико-химические свойства, направления практического использования, в том числе в космонавтике. Химические подходы к созданию новых высокотехнологичных материалов на основе биополимеров. Химическая переработка целлюлозы и хитина: гидролиз и проблемы утилизации его отходов.

11. Химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике

Химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике

Ракетные топлива: жидкие ракетные топлива, их химический состав, основные характеристики и связанные с ними особенности конструкции ракетных двигателей.

Наиболее распространенные окислители и горючие. Твердые и гибридные ракетные топлива.

Автономные химические источники тока для ракетной техники, авиации и подводного флота. Топливные элементы, виды, устройство и принцип работы на примере водородно-кислородного топливного элемента. Преимущества и сложности использования топливных элементов. Современные аккумуляторы.

12. Химические основы создания новых функциональных материалов

Основные понятия: Фазовые состояние вещества, фазовые равновесия и фазовые переходы. Твердые растворы, сплавы. Жидкие кристаллы. Нестехиометрические соединения.

Функциональные материалы: систематика и классификация по составу, структуре и функциональным свойствам, принципы получения и дизайна, физические свойства и практические применения. Конструкционные материалы и композиты: отличительные особенности, основные критерии качества, механические свойства. Гибридные материалы: природные и искусственные гибридные материалы, основные подходы к получению и области применения. Наноматериалы: основные понятия, размерные эффекты, реакционная способность, углеродные наноматериалы (нанотрубки, фуллерены, графен), нанокатализаторы, нанокompозиты. Перспективные материалы аэрокосмической техники.

Высокомолекулярные соединения: классификация, строение, механизмы полимеризации. Полимеры, используемые в аэрокосмической технике. Полимерные материалы для 3D-печати.

13. Химия экстремальных состояний вещества

Равновесные и неравновесные процессы: основные отличия неравновесных процессов, причины возникновения неравновесных условий. Плазмохимия.

Химически активные частицы в неравновесных реакциях, радикалы. Цепные реакции, их механизмы и основные стадии. Разветвленные и неразветвленные цепные реакции.

Химия высокотемпературных процессов: кинетика, перспективы практического использования. Примеры цепных реакций в энергетике, горение водорода. Термическая плазма. Порошковая металлургия, утилизация токсичных химических соединений.

Химия, процессов, протекающих при высоких давлениях (взрыв и ударная волна).

Химия процессов, стимулированных интенсивными потоками частиц и излучений. Фотохимические реакции, происходящие в атмосфере: превращения озона под действием излучений. Радиационно-химические процессы в полимерах: полимеризация, деструкция, радикальное окисление. Плазмохимические процессы в низкотемпературной плазме. Применение низкотемпературной плазмы для получения функциональных материалов и покрытий.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Общеинженерная подготовка

Цель дисциплины:

- первоначальное ознакомление студентов 1-го курса с современными методами сбора экспериментальной информации и обработки полученных данных на ПК, а также элементарными технологиями изготовления и модернизации (доработки для решения конкретных задач) экспериментальной измерительной техники.

Задачи дисциплины:

- демонстрация элементарной базы методов автоматизированного сбора экспериментальной информации.
- освоение студентами базовых знаний по проведению эксперимента и обработке данных.
- приобретение элементарных навыков работы с внешними по отношению к ПК устройствами (аналого-цифровые преобразователи, цифровые осциллографы, и различные автоматизированные системы управления установками, предназначенными для проведения физического эксперимента, а также для управления производственными процессами).
- приобретение начальных навыков оформления экспериментальных результатов (структура научно-технической документации: отчетов и статей).
- приобретение начальных навыков работы в локальных сетях (передача измеренных данных на сервер, считывание с сервера на локальные компьютеры, предназначенные для математической обработки данных).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методы автоматизированного сбора и обработки экспериментальных данных;
- элементарные методы программирования взаимодействия ПК с внешними устройствами;
- способы оценки полученных результатов;
- основные методы исследований.

уметь:

- делать правильные выводы из сопоставления результатов эксперимента и теоретических исследований;
- производить численные оценки по порядку величины и правильно определять их достоверность;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- использовать компьютерную технику для достижения необходимых прикладных результатов (например, калибровать измерительную аппаратуру, проводить необходимые численные расчёты, оформлять результаты опытов);
- работать коллегиально (в группе), т.е. распределять обязанности между членами микроколлектива выполняющего конкретную работу, принимать коллективные решения о методах решения поставленной задачи, контролировать работу коллег.

владеть:

- навыками самостоятельной работы (с текстом полученного задания, с экспериментальной установкой);
- навыками обработки экспериментальной информации (калибровка, начальные математические преобразования данных, полученных в результате измерений с применением ПК);
- навыками обработки данных в специализированных пакетах (на примере «Grapher», «OpenOffice.org, Writer»);
- первичными практическими приемами монтажа, настройки и эксплуатации электронной аппаратуры, предназначенной для экспериментальных работ;
- навыками современной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

Темы и разделы курса:

1. Практические занятия по ознакомлению студентов 1-го курса с методами программирования внешних устройств

Вводная лекция по методам программирования внешних устройств, практическое занятие по элементарному программированию внешнего устройства: вывод командной информации из ПК в лабораторное внешнее устройство со световой индикацией (программируемая светомузыка с заданным алгоритмом). Общее время ознакомительной лекции и выполнения практического задания – 4 часа.

Программирование специализированного учебного внешнего устройства (простейшей автоматизированной экспериментальной установки) включающего программно-аппаратный аналого – цифровой преобразователь (АЦП) и схему управления режимом работы устройства. Конечная задача - измерение ёмкости конденсатора в интегрирующей

RC цепочке по исследованию процесса его заряда (или разряда) с известным сопротивлением R и использованием индивидуально созданной программы (алгоритма).

2. Ознакомление с прикладными пакетами, предназначенными для обработки экспериментальных данных

Вводная лекция по методам компьютерной обработки экспериментальных данных на примере прикладного пакета “Grapher”.

Практические занятия включают простые математические преобразования данных в табличной форме (поиск экстремумов, усреднение, суммирование и т. п.), оформление графиков (нанесение сетки, подписи графиков, составление легенды, представление разномасштабных данных на одном графике). Подбор оптимальной функции по экспериментальным данным при заданной совокупности критериев.

Вводная лекция по пакету OpenOffice.org Writer: основные преимущества пакета перед другими офисными пакетами, использование текстового процессора Writer для создания и обработки документов с форматированием текстов с помощью стилей. Показаны возможности работы с меню окна Writer, а также способы работы с элементами управления панелей инструментов: (кнопками, списками и др.) Разобраны основные структурные единицы текста: абзацы, сноски, колонтитулы, оглавления, словари, формулы.

Практически разобрано создание и оформление текстового документа в соответствии с требованиями РИО.

3. Занятия по элементарной технологии изготовления нестандартной электронной измерительной техники для экспериментальных исследований

Вводная лекция по методам разработки электронных схем, а также штучного (лабораторного) и промышленного изготовления электронной аппаратуры. Общее время вводной лекции 2 часа.

Практические занятия по изготовлению простых устройств электронной техники навесным монтажом. Наладка и испытание созданных устройств с использованием типовой (обычно применяемой) измерительной техники.

4. Лабораторный практикум по автоматизации экспериментальных исследований

Практикум моделирует проведение сложных экспериментальных работ с разделением процессов измерения и обработки данных (сбор данных – измерение производится на одних компьютерах, а обработка – на других с пересылкой данных по локальной сети). При такой организации экспериментальных работ возможно проведение синхронных измерений в разных регионах и, даже, на разных континентах с передачей информации в общий центр обработки по глобальным сетям.

Практикум содержит 7 лабораторных установок, предназначенных для автоматизированных измерений разнородных процессов с записью информации на персональные компьютеры сбора данных с датчиков физических величин. Измерения производятся небольшими коллективами (подгруппами 2-3 студента с самостоятельной

внутренней организацией) непосредственно на экспериментальных установках. Полученная информация передаётся по локальной сети на сервер, затем студенты обрабатывают информацию (производят калибровку, обработку экспериментальных данных, интерпретацию и оформление результатов – построение графиков и пр.) на отдельных ПК индивидуально. За семестр каждый студент выполняет до 7ми лабораторных работ. Обработка данных производится средствами пакета “Grapher” На части работ (№2 и №5) студенты разрабатывают программное обеспечение для сбора данных (программирование внешних устройств). Таким образом, используются знания, полученные на предыдущих занятиях. Время выполнения одной лабораторной работы – 4 часа. В итоге выполнения каждой работы студенту рекомендуется оформить краткий (1-2 страницы) отчёт, содержащий постановку задачи, графики или таблицы обработанных экспериментальных данных и краткие выводы (вывод).

Состав практикума (лабораторных работ):

Работа №1. Измерение артериального давления. Измерение артериального давления проводится у студента в спокойном состоянии и после интенсивной физической нагрузки. Установка содержит медицинский тонометр с электронным датчиком давления, аналого–цифровым преобразователем (АЦП) и персональным компьютером сбора данных. В ходе работы студенты производят калибровку измерительной системы (стандартным манометром медицинского тонометра), измеряют артериальное давление (в ходе обработки файла временной зависимости давления - каждый узнаёт своё давление). Для сбора данных используется готовое программное обеспечение и измерительная система.

Работа №2 Определение скорости распространения волны на поверхности воды. Измерение скорости поверхностной волны происходит в гидрлотке. Установка содержит гидрлоток с датчиком уровня и датчиком состояния выливного шлюза для исследования одномерного распространения поверхностной волны. Студенты разрабатывают компьютерную программу (на языке «Basic» или «Borland C», по выбору студентов). Студенты производят запись временной зависимости уровня в одной точке гидрлотка от момента возникновения возмущения в файл (используют самостоятельно разработанную специализированную программу). Информация пересылается на сервер, затем переписывается с сервера на индивидуальные ПК, где производится обработка (определение измеренной скорости волны и скорости рассчитанной по теории мелкой воды, оформление графика отчёта).

Работа №3. Измерение скорости распространения возмущений в воздухе. В работе необходимо произвести измерение скорости звука в воздухе и концентрации CO₂ в выдыхаемом воздухе (по скорости звука). Установка содержит длинный канал с источником импульсных возмущений (в торце), два датчика возмущений (датчики давления размещены в канале на фиксированном расстоянии), цифровой запоминающий осциллограф, связь с ПК сбора данных. Студенты производят измерения, пересылают данные на сервер, затем обрабатывают на индивидуальных ПК. Программное обеспечение – готовое из комплекта осциллографа.

Работа №4 Изучение спектральных зависимостей различных поверхностей многоканальным оптическим анализатором. Установка содержит дифракционный спектрограф с многоэлементным фотоприёмником в выходной плоскости (линейка ПЗС, 2700 элементов). Единообразно получается спектр во всём видимом диапазоне. Студенты снимают спектры излучения рассеянного цветной бумагой (красной, синей, зелёной, белой и серой). Пересылают данные на сервер. Индивидуально обрабатывают спектры,

производят калибровку спектрографа (по линиям ртути калибровочной лампы), получают спектры в графическом виде на экранах мониторов и определяют альбедо для каждой поверхности.

Работа №5. Дистанционное определение температуры тел по инфракрасному излучению. В работе необходимо произвести измерение яркостной температуры поверхности бумаги. Установка содержит ИК радиометр на базе болометра, АЦП, штатив для крепления бумаги, лёд, ацетон, комнатный термометр. Студенты разрабатывают программное обеспечение для системы сбора данных (используется не промышленный, 15-ти разрядный АЦП двойного интегрирования под ISA шину). Затем записывают в один файл сигналы от сухой бумаги (комнатная температура, первая калибровочная точка), от тающего льда (вторая калибровочная точка), затем поливают бумагу напротив входного зрачка прибора небольшим количеством ацетона (не более 10мл – безопасная концентрация в помещении). Данные пересылаются на сервер, далее производится индивидуальная обработка данных, получается график зависимости яркостной температуры от времени. Работа завершается оформлением отчёта.

Работа №7. Измерение расхода затопленной струи. Установка содержит центробежный насос с дозвуковым соплом. Электронный датчик давления с программно перемещаемой трубкой Пито. А также, АЦП, программное обеспечение созданное в среде MATLAB. Студенты производят калибровку датчика давления и записывают профили давления струи в файлы. Пересылают файлы на сервер с последующей индивидуальной обработкой.

Более подробное описание работ см. в [1].

5. Методы проектирования в программном прикладном пакете Solid Works

Создание моделей сложных деталей. Идентификация плоскости построения и контура эскиза для создания 3D элемента модели. Расчленение сложных деталей на простые элементы и разработка сценария построения 3-х мерной модели сложной детали.

Создание моделей сложных деталей. Редактировать эскиз, редактировать определение. Полоса отката. Переупорядочение операций. Назначение материала, цвета и текстуры детали. Использование менеджера конфигураций. Создание модификаций детали. Расчет центра масс.

Основы создания и редактирования сборок. Моделирование сборок “снизу вверх”. Идентификация деталей, необходимых в сборочном документе. Выполнение документов сборочных деталей в соответствии с требованиями ЕСКД.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Оптика океана

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по оптике океана для использования в областях и дисциплинах океанологии и дистанционных методов исследования и мониторинга морей и океанов, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области оптики океана;
- научить студентов на примерах и задачах использовать данные контактных и дистанционных оптических измерений, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной оптики океана;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов оптики океана;
- современные проблемы оптики океана.

уметь:

- 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;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;

- получать достоверные значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в оптику океана. Основные направления исследований. Термины и определения

Три основных направления исследований оптики океана. История возникновения и развития. Основные процессы, определяющие распространение светового излучения в морской среде; специфика морской среды. Основные фотометрические величины. Характеристики оптических свойств морской воды. Закон Бугера. Характеристики подводного светового поля. Спектральные характеристики восходящего потока излучения. Световые величины. Учет поляризации.

2. Факторы, формирующие оптические свойства морской воды.

Оптические свойства чистой воды и чистой морской воды. Спектральное поглощение окрашенным органическим веществом («желтым веществом»). Рассеяние света взвешенными частицами. Модель рассеяния света морской водой. Поглощение света пигментами фитопланктона. Поглощение морской водой. Флуоресценция морской воды.

3. Природное разнообразие оптических свойств морской воды. Основные закономерности их пространственной и временной изменчивости.

Глобальное распределение оптических свойств. Климатическая и циркумконтинентальная изменчивость. Вертикальная зональность. Сезонная и мезомасштабная изменчивость. Диапазоны изменения оптических характеристик. Связь между оптическими свойствами поверхностных и глубинных вод. Тонкая вертикальная структура. Синоптическая изменчивость. Влияние речного стока и оптические свойства вод в прибрежных апвеллингах. Влияние внутренних волн.

4. Уравнение переноса излучения

Физический смысл уравнения переноса излучения (УПИ) для рассеивающей среды. Нестационарное УПИ. Строгие методы решения УПИ. Плоско-параллельная среда. Двухпотокное приближение. Глубинный режим. Теорема взаимности. Функция Грина. Квазиоднократное и малоугловое приближения решения УПИ.

5. Распространение солнечного излучения в атмосфере

Структура и состав земной атмосферы. Атмосферный аэрозоль. Вертикальные профили различных характеристик. Солнечное излучение на верхней границе атмосферы и на поверхности моря. Распределение яркости и поляризации дневного неба при безоблачной и облачной атмосфере.

6. Распространение солнечного излучения в водной среде

Угловое распределение подводной яркости и его изменение с глубиной.

Спектральное распределение подводной облученности на разных глубинах. Малопараметрическая модель показателя вертикального ослабления облученности. Поглощение солнечной энергии в водной толще.

Фотосинтетически активная радиация. Свет и первичная продукция.

Эффекты, связанные с неупругим рассеянием. Поляризация солнечного излучения под водой. Флуктуации подводной облученности.

7. Световое поле от искусственных источников излучения

Стационарные источники излучения. Характеристики узкого светового пучка.

Импульсные лазеры. Условия стационарности. Узкий и широкий пучки.

8. Океанографические лидары

Типы лидаров и их физические основы. Применения лидаров (характеристики поверхностного волнения, нефтяные пленки, дистанционные определения биооптических характеристик морской воды и их вертикальных профилей, лазерная батиметрия).

9. Видимость под водой и через поверхность моря

Специфика видения под водой. Характеристики качества изображения. Перенос изображения в рассеивающей среде. Системы подводного видения. Видимость белого диска. Видение подводных объектов через взволнованную поверхность и методы улучшения качества изображения.

10. Истинный и видимый цвет океана

Восприятие цвета человеческим глазом. Системы цветности. Цветность излучения, выходящего из водной толщи. Различия цвета для разных вод. Спутниковые изображения в видимом цвете.

11. Обратные задачи теории рассеяния

Использование оптических методов в океанологических исследованиях. Прямая и обратная задачи теории рассеяния. Трудности решения обратных задач. Методы определения количественного и качественного состава морской взвеси.

12. Факторы, формирующие яркость восходящего излучения на верхней границе атмосферы

Составляющие яркости восходящего излучения на верхней границе атмосферы. Рэлеевское и аэрозольное рассеяние. Система AERONET. Оптическая модель атмосферного аэрозоля. Отражение от взволнованной морской поверхности. Направленное и диффузное пропускание атмосферы. Вклады разных составляющих в суммарную яркость восходящего излучения, измеряемую спутниковым датчиком.

13. Атмосферная коррекция данных спутниковых сканеров цвета

Главные этапы обработки спутниковых данных. Задача атмосферной коррекции. Схема атмосферной коррекции НАСА. Требования к спектральным каналам спутникового сканера цвета. Региональные алгоритмы атмосферной коррекции. Учет вклада солнечных бликов и отражения пеной.

14. Биооптические алгоритмы

Связь между спектральными коэффициентами яркости моря и водной толщи. Толщина водного слоя, в котором формируется яркость восходящего излучения. Полуаналитический и регрессионный биооптические алгоритмы. Валидация алгоритмов по данным натурных измерений. Региональные алгоритмы. Учет неупругого рассеяния. Коррекция на отражение от дна на мелководье.

15. Спутниковые сканеры цвета

Физические основы спутниковых наблюдений цвета океана. Необходимые условия получения качественных геофизических продуктов. Организация получения, обработки и верификации данных. Основные параметры и характеристики различных спутниковых сканеров цвета. Зарубежные и российские спутниковые сканеры цвета, действующие и планируемые на период до 2025 г.

16. Использование данных спутниковых наблюдений цвета

Преимущества и недостатки спутниковых наблюдений цвета океана. Биооптические параметры, определяемые по данным спутниковых сканеров цвета. Примеры результатов использования спутниковых данных в различных морях.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Оптико-электронные приборы

Цель дисциплины:

ознакомить с устройством оптико-электронных приборов и ознакомить с технологиями моделирования выходных сигналов таких приборов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основами преобразования входных сигналов в выходные оптико-электронными приборами;
- получение навыков расчета основных характеристик оптико-электронных приборов в соответствии с возлагаемыми на них задачами;
- освоение приемами моделирования составных частей и прибора в целом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы расчёта, проектирования и использования оптико-электронных приборов (ОЭП) в космических информационных системах;
- основную элементную базу ОЭП, включая оптику и приёмники излучения, её параметры и характеристики;
- физические принципы формирования входных сигналов от объектов наблюдения и подстилающих фонов и сигналов на выходе информационного тракта ОЭП;
- основные принципы обработки информации в тракте ОЭП и наземном комплексе;
- примеры использования ОЭП в космических зарубежных и отечественных системах.

уметь:

- применять полученные знания для решения задач анализа, расчёта и моделирования характеристик ОЭП космических информационных систем;
- выбрать критерий эффективности работы ОЭП в системах обнаружения;
- разработать исходные данные и алгоритмы для создания математической модели ОЭП;

- сформулировать технические требования к основной элементной базе и прибору в целом.

владеть:

- методами постановки и исследования задач, решаемых ОЭП космических систем;
- навыками самостоятельной работы;
- современными способами и средствами решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Основы функционирования космических информационных систем

Понятие информационных систем. Особенности космических информационных систем. Основы динамики космического полета. Законы Кеплера.

2. Составные части космической информационной системы

Описание состава космических информационных систем. Теоретические основы принципов и особенности функционирования составных частей космических информационных систем на примере космических систем дистанционного зондирования Земли.

3. Подходы моделирования и проектирования составных частей космических информационных систем

Описание наблюдаемых объектов, законы излучения, характеристики излучения естественных и искусственных объектов наблюдения, оптические свойства атмосферы. Основы построения оптических систем, применяемые оптические схемы, дифракционное и реальное качество изображения, светофильтры, их типы и характеристики. Приемники излучения, краткий обзор физических основ работы полупроводниковых приборов, фоторезисторы и фотодиоды, квантовая эффективность, обнаружительная способность, температурное разрешение. Системы обеспечения температурных режимов. Обработка выходных сигналов, оценка объемов генерируемой информации, сжатие. Формирование требований к основным характеристикам оптико-электронных приборов.

4. Примеры космических информационных систем и применяемых проектно-технических решений

Построение сложных космических систем на примере отечественных и зарубежных космических систем ДЗЗ и излучения космоса.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Организация и технология защиты информации

Цель дисциплины:

- изучение организационных основ и основных технологий защиты информации в процессе ее получения, обработки и передачи по каналам связи.

Задачи дисциплины:

- изучение организационных основ защиты информации;
- изучение основных технологий защиты информации в процессе ее получения, обработки и передачи по каналам связи.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- нормативное регулирование, основные понятия и общеметодологические принципы информационной безопасности;
- критерии защищенности информационных систем;
- информационные отношения как объект правового регулирования;
- законодательство Российской Федерации в области информационной безопасности;
- методы организационного обеспечения защиты информации;
- технологии обоснования и выбора методов и средств защиты информации от несанкционированного доступа.

уметь:

- применять технологии защиты информации при разработке информационных систем;
- использовать законодательную, нормативно-правовую и нормативно-техническую базы, регулирующие отношения в области информационной безопасности, при разработке и создании информационных систем;
- организовывать защиту информации при разработке и эксплуатации информационных систем;

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач.

владеть:

- навыками освоения и обобщения значительного объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Основы информационной безопасности

Понятие национальной безопасности. Виды безопасности и сферы жизнедеятельности личности, общества и государства. Виды защищаемой информации. Информация как объект правоотношений. Основные понятия и общеметодологические принципы информационной безопасности. Роль информационной безопасности в обеспечении национальной безопасности государства. Категории информации по условиям доступа к ней и распространения.

2. Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности

Понятие правового режима гос.тайны. Государственная тайна как особый вид защищаемой информации. Информация конфиденциального характера. Ее основные виды. Правовые режимы «конфиденциальной» информации. Понятия лицензирования и сертификации по российскому законодательству. Контроль за соблюдением лицензиатами условий ведения деятельности. Защита интеллектуальных прав. Ответственность за нарушение авторских прав. Сущность организационных методов защиты информации. Соотношение организационных методов защиты информации с правовыми и техническими. Понятие «режим защиты информации». Режим защиты информации как составная часть организационной защиты информации.

3. Оценка защищенности информационных систем

Основные угрозы информационной безопасности. Общие критерии оценки безопасности ИС. Функциональные компоненты и требования оценки безопасности ИС. Требования доверия к безопасности. Среда безопасности ИС. Требования и цели безопасности ИС. Виды оценок ИС. Оценка профиля защиты ИС. Оценка задания по безопасности ИС. Оценка объекта защиты. Оценка защищенности ИС. Оценки защищенности на основе модели комплекса механизмов защиты. Комплексные оценки защищенности ИС.

4. Программно-аппаратные средства защиты информации

Методы решения типовых задач защиты информации. Средства идентификации и аутентификации пользователей. Средства биометрической идентификации пользователей. Методы и средства защиты ПО от несанкционированного использования и копирования. Методы и средства защиты от разрушающих программных воздействий вирусов. Контроль отсутствия недокументированных возможностей в ПО. Методы и средства защиты БД. Механизмы защиты ОС от типовых атак. Аппаратные средства защиты ОС. Методы и средства контроля и ограничения доступа к объектам ИС. Выбор программных и аппаратных средств защиты ИС.

5. Защита информации, обрабатываемой в информационных системах, от утечки по техническим каналам

Технические каналы утечки информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники и автоматизированными системами. Технические каналы утечки акустической (речевой) информации. Способы и средства защиты информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники и автоматизированными системами. Способы и средства защиты выделенных помещений от утечки речевой информации по техническим каналам. Методы и средства контроля эффективности технической защиты информации, обрабатываемой в ИС. Методы и средства контроля эффективности защиты выделенных помещений от утечки речевой информации по техническим каналам. Методы и средства выявления электронных устройств негласного получения информации.

6. Основы криптографической защиты информации

Классификация шифров по типу криптографических преобразований. Сравнительная характеристика основных типов шифров. Основные целочисленные процедуры и операции криптографии. Стандартные алгоритмы хеширования. Базовые алгоритмы ассиметричного шифрования. Стандартные сетевые криптографические протоколы и службы. Характеристики типовых программно-аппаратных криптографических средств. Использование типовых программных технологий, реализующих криптографические алгоритмы и протоколы. Методы и технологии криптографической защиты ресурсов локальной сети.

7. Основы защиты информации в системах электронного документооборота

Системы электронного документооборота. Основные задачи организации системы электронного документооборота (СЭДО). Основные свойства систем электронного документооборота. Криптозащита электронного документооборота. Электронная подпись. Цифровые сертификаты. Классы сертификатов. Инфраструктура открытых ключей. Система подписанных приложений. Безопасность при переписке.

8. Технологии выбора средств и методов защиты информации при проектировании информационных систем

Обоснование требований к ИС по информационной безопасности. Построение модели угроз и модели нарушителя информационной безопасности. Обоснование показателей и критериев информационной безопасности в проектируемой ИС. Разработка политики разграничения доступа к информационным ресурсам ИС. Обоснование средств и методов защиты информации, реализующих требования по информационной безопасности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы анализа данных

Цель дисциплины:

Получение базовых теоретических знаний и практических навыков в области анализа данных и машинного обучения для дальнейшего их использования при изучении дисциплин по соответствующей программе и выполнении НИР в бакалавриате.

Задачи дисциплины:

- дать теоретические знания о базовых методах машинного обучения;
- рассказать о цикле задач науки о данных: начиная с поиска и подготовки информации, заканчивая выбором решения и оценкой его качества;
- дать базовые знания и навыки работы с программными инструментами обработки и представления данных в цифровой форме.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые понятия и инструменты науки о данных;
- возможности интернет-ресурсов и программного обеспечения для решения профессиональных задач;
- основные методы решения задач классификации и регрессии, а также кластеризации и понижения размерности;
- классические архитектуры сверточных нейронных сетей.

уметь:

- осуществлять поиск, фильтрацию, сбор и анализ данных, информации и цифрового контента с использованием интернет-браузеров;
- изучать массивы данных с целью поиска в них структуры и находить закономерности;
- строить гипотезы оценки неизвестных параметров систем и проверять их;
- формулировать и решать задачи машинного обучения на размеченных данных;

- понижать размерность данных и кластеризовать их.

владеть:

- навыками усвоения междисциплинарной информации в области математического анализа, теории вероятностей и программирования;
- навыками поиска информации посредством электронных ресурсов;
- базовыми навыками программирования, включая работу в интерактивной вычислительной среде.

Темы и разделы курса:

1. Базовые понятия и инструменты для работы с данными

- Введение
- Основы Python и математического анализа

2. Обучение с учителем

- Машинное обучение
- Борьба с переобучением и оценка качества
- Линейные модели
- Решающие деревья и композиции алгоритмов

3. Обучение без учителя

- Кластеризация
- Понижение размерности и матричные разложения
- Поиск и визуализация аномалий
- Тематическое моделирование

4. Построение выводов по данным

- Интервалы и гипотезы
- АБ-тестирование
- Закономерности и зависимости

5. Прикладные задачи

- Нейронные сети
- Прогнозирование временных рядов
- Методы обработки изображений

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы анализа данных

Цель дисциплины:

Получение базовых теоретических знаний и практических навыков в области анализа данных и машинного обучения для дальнейшего их использования при изучении дисциплин по соответствующей программе и выполнении НИР в бакалавриате.

Задачи дисциплины:

- дать теоретические знания о базовых методах машинного обучения;
- рассказать о цикле задач науки о данных: начиная с поиска и подготовки информации, заканчивая выбором решения и оценкой его качества;
- дать базовые знания и навыки работы с программными инструментами обработки и представления данных в цифровой форме.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые понятия и инструменты науки о данных;
- возможности интернет-ресурсов и программного обеспечения для решения профессиональных задач;
- основные методы решения задач классификации и регрессии, а также кластеризации и понижения размерности;
- классические архитектуры сверточных нейронных сетей.

уметь:

- осуществлять поиск, фильтрацию, сбор и анализ данных, информации и цифрового контента с использованием интернет-браузеров;
- изучать массивы данных с целью поиска в них структуры и находить закономерности;
- строить гипотезы оценки неизвестных параметров систем и проверять их;
- формулировать и решать задачи машинного обучения на размеченных данных;

- понижать размерность данных и кластеризовать их.

владеть:

- навыками усвоения междисциплинарной информации в области математического анализа, теории вероятностей и программирования;
- навыками поиска информации посредством электронных ресурсов;
- базовыми навыками программирования, включая работу в интерактивной вычислительной среде.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Python: история и дзен. Anaconda. Jupyter Notebook: терминология, основные элементы интерфейса, горячие клавиши, hello world, язык разметки, магические команды.

2. Основы Python

Типы данных: числовые, последовательностей, наборов, сопоставления, NoneType. Операторы: if, for, while, break, continue, pass. Анонимные функции. Работа с файлами: способы чтения и записи.

3. Основы математического анализа и линейной алгебры

Множество. Функция. Предел. Производная и ее геометрический смысл. Дифференциал и его геометрический смысл. Экстремумы. Выпуклость. Линейное пространство. Матрицы.

4. Библиотеки Python

Numpy: способы создания массива, базовые и унарные операции, манипуляции с формой, линейная алгебра. SciPy: optimize и методы оптимизации функций, linalg и отличие от numpy. Matplotlib: pyplot для построения графиков. Pandas: основные компоненты, работа с csv.

5. Градиент и методы оптимизации

Частная производная и градиент. Функция потерь. Градиентный спуск. Методы случайного поиска. Метод имитации отжига. Эволюционные алгоритмы. Метод Нелдера-Мида.

6. Основные понятия теории вероятностей

Главные свойства вероятности. Условная и полная вероятности. Распределения: нормальное, равномерное на отрезке, Бернулли, биномиальное, Пуассона, дискретное. Гистограммы. Характеристики распределений: матожидание, медиана, мода.

7. Машинное обучение

Введение. Задачи обучения с учителем. Задачи обучения без учителя. Типы признаков.

8. Линейные модели в задачах регрессии

Линейная регрессия. Обучение модели линейной регрессии. Стохастический градиентный спуск. Линейная классификация. Функции потерь в задачах классификации.

9. Переобучение и недообучение

Основные причины низкой производительности алгоритмов машинного обучения. Методы выявления. Кросс-валидация. Регуляризация. Геометрический смысл регуляризации.

10. Метрики в задачах регрессии и классификации

Среднеквадратичная ошибка. Средняя абсолютная ошибка. Коэффициент детерминации. Квантильная ошибка. Матрица ошибок. Точность. Полнота. F-мера.

11. Качество оценок

Кривая точности-полноты. Рабочая характеристика приемника. Площадь под кривой. Дисбаланс классов.

12. Sklearn

Sklearn: `datasets` и наборы данных, `model_selection` и разбиение данных и итераторы перекрестной проверки, `linear_model` и линейные модели, `metrics` и оценки качества.

13. Деревья решений

Деревья решений в задачах регрессии и классификации. Критерии информативности. «Стрижка» деревьев. Композиции деревьев. Случайный лес. Градиентный бустинг.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы инженерного проектирования

Цель дисциплины:

- изучение основных принципов автоматизированного проектирования технических изделий на основе стандартов ЕСКД.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области образования чертежа, расположения основных и дополнительных видов;
- приобретение навыков выполнения простых и сложных разрезов, задания и обозначения разрезов и сечений на чертеже;
- приобретение навыков условного изображения резьбы на поверхностях деталей и навыков выполнения резьбовых соединений;
- освоение способов оформления чертежей по ЕСКД;
- освоение методик автоматизированного проектирования изделий в рамках закономерностей и принятых условностей по ЕСКД;
- приобретение навыков трехмерного компьютерного моделирования в среде прикладного пакета Solid Works 2013;
- развитие пространственного воображения у обучаемых.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы образования чертежа, расположение основных и дополнительных видов;
- определение разреза и необходимость выполнения разрезов;
- возможность графического пакета Solid Works 2013 для создания двумерных чертежей и твердотельных моделей;
- стандарты ЕСКД на производство чертежей;
- интерфейс рабочих программ.

уметь:

- читать двумерные чертежи;
- выполнять основные и дополнительные виды;
- выполнять, задавать и обозначать разрезы и сечения;
- выполнять штрихование;
- грамотно проставлять разрезы;
- настраивать конфигурацию рабочего пространства в системе Solid Works;
- управлять свойствами объектов (цвет, слой, тип и толщина линий);
- управлять экранном изображением;
- работать с командами рисования объектов;
- редактировать объекты и их свойства;
- создавать двумерные чертежи технических деталей и сборочных единиц с помощью библиотеки блоков;
- создавать твердотельные модели в автоматизированном режиме;
- уметь создавать чертежи в системе Solid Works в режимах деталь, чертеж, сборка.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками грамотного вычерчивания и оформления чертежей;
- навыками чтения чертежей;
- навыками автоматизированного создания двумерных чертежей и твердотельных моделей.

Темы и разделы курса:

1. Традиционная графика

Образование чертежа, Оформление чертежей по ЕСКД, Оформление сборочн. Единицы по ЕСКД

2. Компьютерное проектирование в системе Solid Works

Автоматизированное проектирование. Блоки. Создание, запись, сохранение. Создание чертежа технической детали с помощью блоков. Создание разъемного соединения с помощью библиотеки блоков. Твердотельное моделирование. Компьютерное 3-х мерное моделирование в системе Solidworks. Чтение сборочных чертежей с последующим моделированием в режиме: Деталь, Сборка.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы космических информационных систем

Цель дисциплины:

изучение основ создания и функционирования космических информационных систем различного назначения.

Задачи дисциплины:

- изучение структур космических систем;
- изучение основ создания и функционирования типовых космических информационных систем;
- изучение принципов целевого применения и управления орбитальными группировками;
- изучение особенностей создания перспективных многоспутниковых орбитальных группировок космических аппаратов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы системного подхода при исследовании космических комплексов и информационных космических систем;
- основы структур космических систем;
- основы создания и функционирования типовых космических информационных систем;
- принципы целевого применения и управления орбитальными группировками;
- особенности создания перспективных многоспутниковых орбитальных группировок космических аппаратов.

уметь:

- проводить исследования по оценке характеристик космических комплексов и информационных космических систем;

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач организации функционирования космических систем;
- видеть в технических задачах взаимодействия составных частей космической системы физическое содержание.

владеть:

- навыками проведения исследований и проектирования космических комплексов и информационных космических систем;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете.

Темы и разделы курса:

1. Основы системного подхода при исследовании технических систем

Содержание курса «Основы космических информационных систем». Методологическая основа освоения курса. Основные понятия системного подхода.

2. Структура и задачи космических систем

Базовая терминология. Основные элементы космической системы, их назначение, решаемые задачи. Основные задачи космических систем, классификация космических систем, основные показатели качества выполнения целевых задач.

3. Орбитальная группировка космических аппаратов. Система выведения космических аппаратов.

Основы создания орбитальных группировок КА, параметры и типы орбит, классификация КА по различным признакам. Современное состояние орбитальных группировок. Обобщенная структура системы выведения, ракеты-носители, их классификация, технический и стартовый комплексы космодрома, состав космодрома.

4. Основы устройства космических аппаратов. Бортовые системы КА.

Обобщенная техническая структура КА, принципы построения, назначение бортовых систем – основных, обеспечивающих и вспомогательных. Особенности бортового комплекса управления КА.

5. Космические информационные системы – ДЗЗ, связи и навигации.

Назначение космических систем дистанционного зондирования Земли, связи и навигации, их классификация, решаемые задачи, целевые характеристики, особенности орбитального построения.

6. Целевое применение и управление орбитальными группировками. Наземные специальные комплексы и автоматизированный комплекс управления космическими аппаратами.

Основы целевого применения и управления КА, назначение и состав наземного специального комплекса и наземного автоматизированного комплекса управления, решаемые задачи, основные технические средства.

7. Технологический цикл управления космическими аппаратами. Виды информационного обеспечения управления КА

Структура технологического цикла управления КА, особенности решения задач информационного обеспечения управления: командно-программного, навигационно-баллистического, информационно-телеметрического, частотно-временного, функционирование Центра управления полётом в составе наземного комплекса управления космической системы.

8. Многоспутниковые орбитальные группировки космических аппаратов. Особенности системного проектирования, целевого применения и управления.

Особенности целевого предназначения многоспутниковых орбитальных группировок, их создания и управления. Структура технологии проектирования многоспутниковых космических систем, особенности её реализации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы механики гетерогенных сред

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по механике гетерогенных сред для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области механики и термодинамики гетерогенных сред;
- дать студентам основы теории определяющих (реологических) уравнений;
- на примерах из нефтяного инжиниринга показать место инженерных моделей в общей теории.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической механики сплошных и гетерогенных сред;
- порядки численных величин, характерные для механики твердого деформируемого тела, жидкости и газа, гетерогенных сред.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Структурно-неоднородные среды. Насыщенные пористые материалы. Многоконтинуальное описание. Гипотеза суперпозиции континуумов. Силы взаимодействия и обмен энергией между континуумами. Основы тензорного исчисления в компонентном и бескоординатном изложении.

2. Кинематика

Законы движения континуумов. Лагранжево и эйлерово описание движения. Локальные характеристики движения – скорости, градиенты деформаций. Тензорные меры деформаций. Материальная производная относительно скелета и флюида. Уравнения совместности деформаций и скоростей. Тензор скорости деформации. Приближение малых деформаций.

3. Законы баланса массы, импульса, момента импульса, энергии для пористой среды, насыщенной одним флюидом

Эффективная и истинная плотность массы компоненты пористой среды. Законы сохранения (изменения) массы компоненты пористой среды. Вектор и тензор полных напряжений. Парциальный тензор напряжений. Нормальные и касательные (сдвиговые) напряжения. Постулат Коши. Фундаментальная лемма и фундаментальная теорема Коши. Объемные силы взаимодействия континуумов. Уравнение локального баланса импульса (уравнение движения) полных и парциальных напряжений. Уравнения равновесия. Уравнение локального баланса момента импульса. Полярные и неполярные среды. Симметричность тензора напряжений. Абсолютная температура. Внутренняя и кинетическая энергия компонент пористой среды. Работа поверхностных и объемных сил. Теорема для кинетической энергии. Поверхностный и объемный приток тепла. Постулат Фурье. Фундаментальная лемма и фундаментальная теорема Фурье. Вектор теплового потока. Уравнение локального баланса тепловой и механической энергии. Свободная энергия. Уравнения локального баланса энергии пористой среды, записанные с помощью различных термодинамических потенциалов. Уравнение теплопроводности.

4. Второе начало термодинамики. Основы теории определяющих соотношений

Полная и парциальная энтропия пористого тела. Неравенство Клаузиуса - Дюгема. Внутренняя (механическая) и тепловая диссипация. Неравенства Планка и Фурье. Роль второго начала термодинамики как средства отбора допустимых определяющих уравнений. Состояние и реакция материального элемента. Определяющие (реологические) уравнения. Принципы детерминизма, локального действия, материальной независимости от выбора системы отсчета. Принцип термодинамической согласованности. Правило равноприсутствия. Материальная симметрия. Память материала.

5. Определяющие соотношения пористой среды, насыщенной одним флюидом

Необходимое и достаточное условие выполнения второго начала термодинамики (связь плотности свободной энергии с тензорами напряжений и плотностями энтропии). Коэффициенты и тензоры теплопроводности и проницаемости. Неотрицательная определенность тензоров теплопроводности и проницаемости. Внутренняя диссипация термоупругого насыщенного пористого материала. Линейная модель термоупругой насыщенной пористой среды с малыми деформациями, малыми изменениями температуры и вязким взаимодействием компонент. Закон Дарси. Тензор эффективных напряжений. Отклонения закона фильтрации от закона Дарси: причины и проявления.

6. Квазистатические задачи фильтрации в пористой среде с упругим скелетом

Уравнения равновесия и пьезопроводности. Инъекция жидкости в деформируемый пористый материал. Консолидация пористого слоя. Нелинейная седиментация.

7. Распространение упругих волн в пористой среде, насыщенной одним флюидом

Понятие слабого разрыва. Соотношения совместности на слабом разрыве. Волны ускорений. Акустический тензор. Типы и скорости упругих волн в насыщенной пористой среде. Волны Био.

8. Определяющие соотношения частично насыщенных пористых сред

Объемные доли флюидов и насыщенность. Баланс массы и импульса. Капиллярное давление. Кривая капиллярного давления. Особенности термодинамики частично насыщенных пористых сред. Закон сохранения энергии. Второе начало термодинамики. Следствия из неравенства диссипации для частично насыщенных пористых сред с упругим скелетом. Линейная модель для частично насыщенных пористых сред с упругим скелетом.

9. Квазистатические задачи совместной фильтрации двух флюидов в пористой среде с упругим скелетом

Поршневое вытеснение. Устойчивость границы раздела флюидов в модели поршневого вытеснения. Модель Баклея – Леверетта. Метод характеристик, формирование скачков насыщенности. Задача о вытеснении в одномерной постановке. Модель Маскета – Леверетта. Задача о вытеснении в одномерной постановке с учетом капиллярных эффектов.

10. Теория континуального разрушения насыщенных пористых сред

Метод внутренних переменных, как способ учета памяти материала. Материалы дифференциального типа. Материалы с затухающей памятью. Материалы с незатухающей памятью. Поврежденность, как дополнительный термодинамический параметр. Определяющие соотношения насыщенных пористых сред с повреждающимся скелетом. Термодинамически согласованное уравнение кинетики для параметра поврежденности. Приближение равновесного накопления поврежденности. Распространение волн в пористой среде с повреждающимся скелетом. Неравенство Адамара, как критерий реологической устойчивости.

11. Квазистатические задачи деформирования пористой среды с упругим повреждающимся скелетом

Дилатансионные эффекты при деформации сдвига повреждающегося слоя. Консолидация насыщенной пористой среды с повреждаемым скелетом. Задача о потере реологической устойчивости при одноосном растяжении повреждающегося стержня.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы моделирования в ракетно-космических устройствах

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по основам физического моделирования процессов в установках ракетно-космической техники (РКТ) и умений применять теорию размерности и подобия к описанию физических процессов.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области физического моделирования процессов в установках РКТ;
- на примерах и задачах научить студента применять теорию размерности и подобия к описанию физических явлений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные положения теории размерности и подобия;
- основные безразмерные критерии подобия в задачах тепломассообмена и их физический смысл;
- предельные решения классических задач тепломассообмена.

уметь:

- применять теорию размерности и подобия для качественного анализа задач тепломассообмена;
- качественно анализировать полученный с помощью теории размерности результаты;
- производить численные оценки по порядку величины;
- 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;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Физические величины и теория размерности

Физические величины. Единицы измерения. Размерность. Системы единиц измерения. Размерные и безразмерные величины. π -теорема.

2. Подобие и моделирование явлений

Физическое моделирование. Подобие физических явлений. Аналогии и автомодельность. Приближённое моделирование. Мера искажения.

3. Физические аспекты моделирования в задачах тепломассообмена

Безразмерная форма математических моделей и критерии подобия. Условия однозначности.

4. Критерии гидродинамического подобия

Движение несжимаемой вязкой жидкости в трубе. Движение твёрдых тел в жидкостях. Картины течения. Отрыв пограничного слоя. Сжимаемость. Ламинарный пограничный слой. Турбулентность. Турбулентный пограничный слой. Уравнение движения жидкости в безразмерной форме и критерии подобия.

5. Критерии подобия теплообмена

Распространение тепла в среде. Теплопередача при обтекании тел жидкостью. Аналогия Рейнольдса. Свободно-конвективное движение жидкости. Теплообмен излучением. Критерии подобия теплообмена.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы построения унифицированной бортовой аппаратуры

Цель дисциплины:

- обучение специалистов основам построения космических аппаратов (КА) различного назначения на базе унифицированных технических решений.

Задачи дисциплины:

- анализ нормативных документов регламентирующих вопросы унификации;
- анализ бортовых систем существующих космических аппаратов и определение возможности унифицированного подхода к их проектированию;
- изучение требований ЕСКД;
- изучение жизненного цикла изделия на базе РК-11-КТ;
- обучение основам построения унифицированной бортовой аппаратуры (БА), с учетом функциональных требований к КА.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и принципы унификации;
- нормативные документы регламентирующие порядок разработки КА и БА для КА различного назначения;
- основы построения автоматических космических аппаратов различного назначения;
- основные интерфейсы, применяемые для межсистемных связей;
- основные интерфейсы, применяемые для межприборных связей;
- принципы построения служебных систем КА;
- основные принципы управления системами КА.

уметь:

- определять состав служебных систем КА в зависимости от его функционального назначения;
- применять основные принципы унификации при решении задачи разработки БА;
- выбирать необходимые типы интерфейсов в зависимости от решаемой задачи;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- навыками разработки функциональных схем служебных систем КА;
- навыками разработки протоколов информационного взаимодействия различного уровня.
- основными методами расчета систем и средств радиуправления КА.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия, принципы и методы унификации

Основные понятия унификации и стандартизации в технике. Цели и задачи унификации. Виды унификации. Методы унификации. Принципы унификации. Оценка уровня унификации. Примеры унифицированных решений.

2. Единая система конструкторской документации

Основные термины и определения. Классификация стандартов ЕСКД. Виды конструкторских документов. Виды и типы схем. Наименование схем. Условные графические обозначения. Примеры документов.

3. Общие понятия о строении КА. КА различного назначения и их различия

Основные термины и определения. Классификация КА. Функциональное деление автоматических КА. Состав автоматических КА. Назначение составных частей КА. Примеры КА различного назначения.

4. Жизненный цикл изделий

Положение о порядке создания, производства и эксплуатации (применения) космических комплексов (Положение РК-11-КТ).

5. Понятия о космосе. Внешние воздействующие факторы космического пространства

Понятие о космическом пространстве. Орбиты КА различного назначения. Основные внешние воздействующие факторы космического пространства.

6. Строение автоматических КА. Служебные системы автоматических КА

Основные термины и определения. Классификация КА. Функциональное деление автоматических КА. Состав автоматических КА. Платформа автоматических КА. Состав и назначение составных частей платформы автоматических КА.

7. Высокоскоростные радиолнии КА

Основные термины и определения. Функциональные требования к высокоскоростным радиолниям. Структурная схема высокоскоростной радиолнии. Состав и назначение составных частей высокоскоростных радиолний. Примеры реализации высокоскоростных радиолний для КА различного назначения. Вариант унифицированного решения высокоскоростной радиолнии.

8. Межспутниковые линии связи

Основные термины и определения. Функциональные требования к межспутниковым линиям связи. Структурная схема межспутниковой линии связи. Состав и назначение составных частей межспутниковых линий связи. Примеры реализации межспутниковых линий связи.

9. Бортовая аппаратура командно-измерительных систем

Основные термины и определения. Функциональные требования к бортовой аппаратуре командно-измерительных систем. Структурная схема бортовой аппаратуры командно-измерительных систем. Примеры реализации бортовой аппаратуры командно-измерительных систем.

10. Бортовые информационно-телеметрические системы

Основные термины и определения. Функциональные требования к телеметрическим бортовым системам. Структурная схема бортовых информационно-телеметрических систем. Варианты унифицированных решений бортовых информационно-телеметрических систем.

11. Системы специального назначения

Основные термины и определения. Функциональные требования к системам специального назначения. Типы датчиковой аппаратуры.

12. Система электропитания

Основные термины и определения. Функциональные требования к системам электропитания. Первичные источники питания. Реализация солнечных батарей КА. Реализация систем электропитания КА на различных типах орбит.

13. Бортовые комплексы управления

Основные термины и определения. Функциональные требования к бортовым комплексам управления. Описание составных частей бортового комплекса управления. Примеры реализации бортового комплекса управления.

14. Системы навигации и времени

Основные термины и определения. Космические навигационные системы. Функциональные требования к бортовым системам навигации и времени. Аппаратура потребителя навигационного сигнала. Бортовые синхронизирующие устройства.

15. Интерфейсы управления

Интерфейсы управления. Основные требования, предъявляемые к интерфейсам управления, построение и вопросы унификации.

16. Принципы организации взаимодействия устройств

Основные термины и определения. Модель взаимодействия открытых систем. Описание уровней модели взаимодействия открытых систем. Примеры интерфейсов.

17. Контрольно-проверочная аппаратура

Основные термины и определения. Структура автоматического КА. Анализ интерфейсов взаимодействия бортовых систем из состава автоматического КА. Имитация работы смежных систем. Примеры построения контрольно-проверочной аппаратуры. Эргономика построения контрольно-проверочной аппаратуры.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы проектирования ракетно-космических систем

Цель дисциплины:

•формирование базовых знаний по составу, структуре РКС и составных частей пилотируемых космических комплексов (ПКК) по профилю будущей деятельности специалиста.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по составу и структуре РКС и ПКК;
- дать студентам базовые знания по истории пилотируемых космических полётов;
- дать студентам базовые знания по принципам построения и функционирования основных бортовых систем пилотируемых космических аппаратов (ПКА);
- дать студентам базовые знания по организации основных динамических режимов полёта ПКА при выполнении транспортной операции и обеспечению безопасности экипажа ПКА в полёте.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- исторические аспекты создания ракетно-космической техники и пилотируемых космических аппаратов (ПКА);
- состав и основную терминологию ракетно-космических систем и ПКА;
- принципы построения и функционирования основных бортовых систем ПКА;
- принципы организации выполнения основных динамических операций ПКА (сближение с орбитальной станцией, спуск с орбиты);
- принципы обеспечения безопасности экипажа ПКА в полёте.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для анализа путей совершенствования бортовых систем ПКА;

- производить численные оценки параметров орбитального движения ПКА в результате маневрирования;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками ясной, точной и аргументированной устной речи, формулирования своей точки зрения.

Темы и разделы курса:

1. Введение в системы выведения и пилотируемые аппараты.

Скорость ракеты, движущейся в гравитационном поле и атмосфере планеты.

Краткая история создания баллистических ракет в РКК «Энергия»: Р-1, Р-2, Р-5, Р-5М, Р-11, Р-11ФМ, Р-7, Р-9.

Пилотируемые КА: Восток, Меркурий, Восход, Джемини, Союз, Аполло, Шэньчжоу, Салют, Скайлэб, Мир, МКС, шаттл, Буран.

2. Состав КА.

Группы систем и оборудования: НКУ, БКУ, СЭП, СОТР, БРТК, КСОЖ, ССВП, КСП; КЦН.

Конструктивно-компоновочная схема ПКА «Союз ТМА». Применяемые материалы. Массово-габаритные характеристики.

3. Бортовой комплекс управления.

Состав: СУБА, СУДН, КРЛ, СБИ, БВС, экипаж. СУБА – система управления бортовой аппаратурой. Назначение, основные принципы.

СУДН – система управления движением и навигации.

Основные задачи и принципы управления движением КА.

Основные способы хранения на борту системы координат: платформенный и бесплатформенный.

Основные принципы построения БИНС. Некорректируемая и корректируемая БИНС. Основные датчики БИНС. Датчики положения.

Исполнительные органы: реактивные и инерционные.

КРЛ – командная радиолиния.

Принципы функционирования. Команды и МЦИ, квитирование.

СБИ – система бортовых измерений.

Состав, принципы функционирования – несколько ступеней коммутации, программируемый сбор информации. Режимы функционирования: НП, запись, ВП, ВД СУ.

БВС – бортовая вычислительная система.

Принцип построения и функционирования: магистрально-модульный последовательный интерфейс с вертикальной иерархией.

Экипаж, средства ручного управления.

4. СЭП – система электропитания.

Требования к электропитанию.

Источники электроэнергии: Солнце, ЭХГ, изотопы, ядерный реактор.

Принципиальная схема СЭП с солнечным источником энергии.

5. СОТР – система обеспечения теплового режима.

Назначение. Основные потоки тепловой энергии в тепловом балансе КА в полете.

СПТР. Покрытия с заданными оптическими характеристиками, термомосты, термосопротивления, ЭВТИ.

СТР – активная система. Принцип построения. Внутренний и наружный гидравлический контуры. Сбор и перераспределение тепла, сброс избыточного тепла. Осушка атмосферы.

6. КСОЖ – комплекс средств обеспечения жизнедеятельности.

Что необходимо человеку для жизни? – Воздух, вода, пища, удаление отходов жизнедеятельности.

Нормы потребления и выделения человеком.

СОГС – средства обеспечения газового состава.

Принципы удаления CO₂ – сорбция, регенерация.

Принципы снабжения O₂ – регенерация, запасы, электролиз воды, химические реакции.

СРД – средства регулирования давления. Задачи, принцип контроля герметичности отсека.

СВО – средства водообеспечения. Источники воды – регенерация конденсата, урины, запасы, отходы ЭХГ СЭП.

СОП – средства обеспечения питанием. Пища, состав и количество, способы упаковки и потребления.

АСУ – ассенизационно-санитарное устройство. Принцип действия, хранение, переработка и утилизация отходов.

ИСЗ – индивидуальные средства защиты.

Спасательный скафандр «Сокол-КВ-2» вентиляционного типа.

Изолирующий автономный скафандр для работы в открытом космосе «Орлан-М».

НАЗ – носимый аварийный запас. Обеспечение выживания экипажа после посадки в безлюдной местности

7. Аэродинамические гистерезисные явления. Классификация. Методы описания.

Необходимость, задачи, принцип действия.

8. Сближение и стыковка.

Выбор времени старта. Кратность орбиты станции. Оптимальная величина начального фазового угла.

Особенности управления КА НКУ: расположение НИПов, организация работы ЦУП.

Принципиальное решение задачи сближения со станцией. Маневрирование в 1-е и 2-е сутки полета.

Автономное сближение. Метод свободных траекторий. Метод параллельного сближения.

9. Спуск с орбиты.

Торможение, разделение отсеков, внеатмосферный участок.

Атмосферный участок. Управление продольной и боковой дальностью

10. КСП – комплекс средств приземления. САС – система аварийного спасения.

Парашютно-реактивная система приземления. Последовательность действия: отстрел крышки – вытяжной – тормозной – основной парашют – оценка правильности ввода ОСП (переход на ЗСП при необходимости) – отстрел лобового щита – перецепка – подготовка к посадке – ДМП – отстрел парашюта.

Принцип спасения на «Союзе». Участки аварийности. Мероприятия по спасению. Перегрузки.

11. Принципы обеспечения безопасности и надежности пилотируемых космических полетов.

Резервирование схемное, приборное, функциональное.

Наземная отработка и испытания.

Приоритеты управления полетом при возникновении на борту отказов: спасение экипажа, спасение КА, выполнение программы полета.

Корабль-спасатель на станции.

Проблемы спасания в дальних межпланетных полетах.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы проектирования ракетно-космических систем

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по составу, структуре РКС и составных частей пилотируемых космических комплексов (ПКК) по профилю будущей деятельности специалиста.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по составу и структуре РКС и ПКК;
- дать студентам базовые знания по истории пилотируемых космических полётов;
- дать студентам базовые знания по принципам построения и функционирования основных бортовых систем пилотируемых космических аппаратов (ПКА);
- дать студентам базовые знания по организации основных динамических режимов полёта ПКА при выполнении транспортной операции и обеспечению безопасности экипажа ПКА в полёте.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- исторические аспекты создания ракетно-космической техники и пилотируемых космических аппаратов (ПКА);
- состав и основную терминологию ракетно-космических систем и ПКА;
- принципы построения и функционирования основных бортовых систем ПКА;
- принципы организации выполнения основных динамических операций ПКА (сближение с орбитальной станцией, спуск с орбиты);
- принципы обеспечения безопасности экипажа ПКА в полёте.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для анализа путей совершенствования бортовых систем ПКА;

- производить численные оценки параметров орбитального движения ПКА в результате маневрирования;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками ясной, точной и аргументированной устной речи, формулирования своей точки зрения.

Темы и разделы курса:

1. Введение в системы выведения и пилотируемые аппараты.

Скорость ракеты, движущейся в гравитационном поле и атмосфере планеты.

Краткая история создания баллистических ракет в РКК «Энергия»: Р-1, Р-2, Р-5, Р-5М, Р-11, Р-11ФМ, Р-7, Р-9.

Пилотируемые КА: Восток, Меркурий, Восход, Джемини, Союз, Аполло, Шэньчжоу, Салют, Скайлэб, Мир, МКС, шаттл, Буран.

2. Состав КА.

Группы систем и оборудования: НКУ, БКУ, СЭП, СОТР, БРТК, КСОЖ, ССВП, КСП;КЦН. Конструктивно-компоновочная схема ПКА «Союз ТМА». Применяемые материалы. Массово-габаритные характеристики.

3. Бортовой комплекс управления.

Состав: СУБА, СУДН, КРЛ, СБИ, БВС, экипаж.

СУБА – система управления бортовой аппаратурой. Назначение, основные принципы.

СУДН – система управления движением и навигации.

Основные задачи и принципы управления движением КА.

Основные способы хранения на борту системы координат: платформенный и бесплатформенный.

Основные принципы построения БИНС. Некорректируемая и корректируемая БИНС. Основные датчики БИНС. Датчики положения.

Исполнительные органы: реактивные и инерционные.

КРЛ – командная радиоперехватная линия. Принципы функционирования. Команды и МЦИ, квитирование.

СБИ – система бортовых измерений. Состав, принципы функционирования – несколько ступеней коммутации, программируемый сбор информации. Режимы функционирования: НП, запись, ВП, ВД СУ.

БВС – бортовая вычислительная система. Принцип построения и функционирования: магистрально-модульный последовательный интерфейс с вертикальной иерархией.

Экипаж, средства ручного управления.

4. СЭП – система электропитания.

Требования к электропитанию.

Источники электроэнергии: Солнце, ЭХГ, изотопы, ядерный реактор.

Принципиальная схема СЭП с солнечным источником энергии.

5. СОТР – система обеспечения теплового режима.

Назначение. Основные потоки тепловой энергии в тепловом балансе КА в полете.

СПТР. Покрытия с заданными оптическими характеристиками, термомосты, термосопротивления, ЭВТИ.

СТР – активная система. Принцип построения. Внутренний и наружный гидравлический контуры. Сбор и перераспределение тепла, сброс избыточного тепла. Осушка атмосферы.

6. КСОЖ – комплекс средств обеспечения жизнедеятельности.

Что необходимо человеку для жизни? – Воздух, вода, пища, удаление отходов жизнедеятельности.

Нормы потребления и выделения человеком.

СОГС – средства обеспечения газового состава.

Принципы удаления CO₂ – сорбция, регенерация.

Принципы снабжения O₂ – регенерация, запасы, электролиз воды, химические реакции.

СРД – средства регулирования давления.

Задачи, принцип контроля герметичности отсека.

СВО – средства водообеспечения.

Источники воды – регенерация конденсата, урины, запасы, отходы ЭХГ СЭП.

6.5. СОП – средства обеспечения питанием.

Пища, состав и количество, способы упаковки и потребления.

АСУ – ассенизационно-санитарное устройство.

Принцип действия, хранение, переработка и утилизация отходов.

ИСЗ – индивидуальные средства защиты.

Спасательный скафандр «Сокол-КВ-2» вентиляционного типа.

Изолирующий автономный скафандр для работы в открытом космосе «Орлан-М».

НАЗ – носимый аварийный запас.

Обеспечение выживания экипажа после посадки в безлюдной местности.

7. Аэродинамические гистерезисные явления. Классификация. Методы описания.

Необходимость, задачи, принцип действия.

8. Сближение и стыковка.

Выбор времени старта. Кратность орбиты станции. Оптимальная величина начального фазового угла.

Особенности управления КА НКУ: расположение НИПов, организация работы ЦУП.

Принципиальное решение задачи сближения со станцией. Маневрирование в 1-е и 2-е сутки полета.

Автономное сближение. Метод свободных траекторий. Метод параллельного сближения.

9. Спуск с орбиты.

Торможение, разделение отсеков, внеатмосферный участок.

Атмосферный участок. Управление продольной и боковой дальностью

10. КСП – комплекс средств приземления. САС – система аварийного спасения.

Парашютно-реактивная система приземления. Последовательность действия: отстрел крышки – вытяжной – тормозной – основной парашют – оценка правильности ввода ОСП (переход на ЗСП при необходимости) – отстрел лобового щита – перецепка – подготовка к посадке – ДМП – отстрел парашюта.

Принцип спасения на «Союзе». Участки аварийности. Мероприятия по спасению. Перегрузки.

11. Принципы обеспечения безопасности и надежности пилотируемых космических полетов.

Резервирование схемное, приборное, функциональное.

Наземная отработка и испытания.

Приоритеты управления полетом при возникновении на борту отказов: спасение экипажа, спасение КА, выполнение программы полета.

Корабль-спасатель на станции.

Проблемы спасания в дальних межпланетных полетах.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы радиотехники

Цель дисциплины:

познакомить студентов с основами современной аналоговой и цифровой электроники.

Задачи дисциплины:

- 1) изучение принципов использования активных электронных компонентов в аналоговых и цифровых схемах;
- 2) ознакомление с принципами аналоговой и цифровой обработки сигналов;
- 3) приобретение навыков работы с электронными схемами и развитие умения работать с измерительными приборами.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

теоретические основы методов обработки радиочастотных сигналов.

уметь:

проводить исследования характеристик связных и локационных систем в лабораторных условиях.

владеть:

основными методами теоретического анализа свойств связных и локационных радиосистем.

Темы и разделы курса:

1. Элементы теории электрических цепей

Теорема об эквивалентном генераторе. Метод комплексных амплитуд. Импеданс, комплексный коэффициент передачи, передаточная функция. Интегрирующая и дифференцирующая цепи как фильтры первого порядка.

2. Генерирование электрических сигналов

Параллельная схема замещения колебательного контура. Каноническая форма импеданса. Резонансные усилители. Методика учета вносимых потерь при частичных включениях.

Условия самовозбуждения петли обратной связи. Автогенераторы синусоидальных сигналов с колебательным контуром. Принцип стабилизации амплитуды колебаний в автогенераторе.

Предельные циклы как стационарные траектории нелинейных динамических систем.

Условия самовозбуждения обобщенной трехточки. Схемы трехточечных автогенераторов. Стабильность частоты автогенератора. Механизмы кратковременной и долговременной нестабильностей. Принцип нейтрализации нестабильностей повышением добротности резонатора. Кварцевая стабилизация частоты.

3. Элементы теории связи

Сигналы и их спектры. Понятие о видео- и радиосигналах. Модуляция и демодуляция как преобразования одной формы сигнала в другую.

Аналитические сигналы. Преобразование Гильберта. Комплексная огибающая. Комплексный низкочастотный эквивалент радиосигнала. Квадратурные каналы. Блок-схемы квадратурных модулятора-демодулятора.

Схемные реализации перемножителей. Дифференциальный четырехквadrантный перемножитель.

Виды амплитудной модуляции. Диодный детектор. Когерентный демодулятор. Фазовая модуляция. Квадратурная амплитудная модуляция. Широкополосные системы связи. Частотная модуляция.

Преобразование частоты. Принцип супергетеродинного приема.

4. Элементы цифровой электроники

Булевы переменные, прямая и инверсная логики. Соотношения де-Моргана. Логический ключ. Полнота систем логических функций. Нормальная конъюнктивная форма булевой функции, проблема ее минимизации. Структурная схема программируемых логических матриц (ПЛИС). Реализация булевых функций полиномами Жегалкина.

5. Усиление электрических сигналов

Биполярный транзистор, его характеристики. Схемы задания начального режима транзисторов. Малосигнальные эквивалентные схемы. Оценивание параметров усилительных каскадов с включением транзистора по схемам с общим эмиттером, общим коллектором и общей базой. Свойства транзистора в области высоких частот, частотные свойства усилительных каскадов. Полевые транзисторы, их свойства и классификация. Усилительные каскады на полевых транзисторах.

6. Обратные связи в усилителях

Общие принципы построения петель обратной связи, анализ их усилительных и частотных свойств. Классификация обратных связей в усилительных схемах. Анализ схем с обратными связями различных типов. Устойчивость петель обратной связи.

7. Усилительные схемы специального назначения

Дифференциальный усилитель, его свойства и применения. Дифференциальный каскад в режиме переключения тока. Дифференциальный каскад с управляемым активным источником тока как перемножитель аналоговых сигналов.

Усилители мощности. Коэффициент полезного действия усилителя и его максимизация. Особенности схемотехники усилителей мощности.

8. Операционные усилители

Идеальный операционный усилитель (ОУ). Принцип виртуальной земли. Масштабные усилители на основе ОУ. Схемы суммирования-вычитания сигналов.

Свойства реальных ОУ, учет эффектов неидеальности при анализе линейных схем.

Обзор схемотехники ОУ. Интегратор и дифференциатор. Схемы с использованием положительной обратной связи – источник тока, конвертор отрицательного сопротивления. Реализация активных звеньев второго порядка на ОУ.

ОУ в схемах с положительной обратной связью, эффект «опрокидывания». Триггер Шмидта, мультивибратор.

9. Основы цифровой обработки сигналов

Представление аналогового сигнала временным рядом. Дискретизация времени, теорема о выборках, частота Найквиста. Дискретизация по амплитуде. Методы аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования. Цифровая фильтрация.

10. Выпрямители и источники питания

Схемы диодных выпрямителей. Проходные стабилизаторы напряжения. Схемотехника импульсных источников питания. Использование полевых транзисторов в ключевых схемах.

11. Микропроцессоры и однокристалльные микро-ЭВМ

Представление об архитектуре микроконтроллеров ATMEL. Обзор системы команд. Технология программирования. Встроенные функциональные блоки – таймеры, АЦП, интерфейсы последовательных каналов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы расчёта и проектирования оптических систем

Цель дисциплины:

- закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин по дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) и атмосферы, получение практических навыков в предметной области дисциплины для использования при изучении дисциплин по соответствующей программе и выполнении НИР в бакалавриате.

Задачи дисциплины:

- приобретение навыков математического моделирования процессов переноса излучения в сплошной среде применительно к задачам геофизики и ДЗЗ;
- приобретение практических навыков измерения аэрозольного состава атмосферы многоволновым лидаром.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения дистанционных аэрокосмических методов для изучения атмосферы и поверхности Земли;
- основы теории переноса излучения в поглощающих и рассеивающих сплошных неоднородных средах;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- основные понятия, определения и уравнения, используемые при постановке и решении прямой задачи расчета поля излучения в неоднородной сплошной среде.

уметь:

- проводить упрощение и применять на практике методы решения прямых и обратных задач дистанционного зондирования;
- получать численные оценки ключевых характеристик, формирующих поле излучения в вакууме, в поглощающей и рассеивающей сплошной среде;
- проводить расчет сигнала, регистрируемого приемником излучения;

- проводить измерения аэрозольного состава атмосферы многоволновым лидаром.

владеть:

- навыками усвоения большого объема междисциплинарной информации в области физики атмосферы, теории переноса излучения в сплошной среде, методов решения прямых и обратных задач;
- культурой постановки и математического моделирования физических задач в предметной области дистанционного зондирования;
- навыками программной реализации результатов обработки данных дистанционного зондирования;
- экспериментальными навыками измерения и обработки результатов для определения аэрозольного состава атмосферы многоволновым лидаром.

Темы и разделы курса:

1. Моделирование сигнала приходящего на приемник спутника с помощью пакета MODTRAN

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы.

Источники излучения, регистрируемые системами ДЗЗ в видимой и инфракрасной части спектра. Спектральная плотность энергетической светимости. Спектральная плотность энергетической освещенности верхней границы атмосферы. Основные пути распространения солнечного излучения в видимом и коротковолновом диапазоне. Отраженное от Земли солнечное излучение, которое на всем пути распространяется без рассеяния. Рассеянное падающее излучение, отраженное от земной поверхности. Рассеянное падающее излучение, распространяющееся вверх, не достигающее земной поверхности. Спектральная плотность излучения у датчика.

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Изучение и подготовка пакета программ MODTRAN к работе.

2. Расчет, с использованием пакета MODTRAN, функций пропускания для различных моделей атмосферы.

Занятие 3

1. Расчет, с использованием пакета MODTRAN, компонент спектральной плотности излучения поступающих на датчик.

2. Анализ результатов расчета и выбор значимых компонент спектральной плотности.

Занятие 4

1. Составление отчета о проведении лабораторной работы.

2. Сдача работы.

2. Расчет параметров, входящих в уравнение переноса излучения с помощью пакетов Excel и MatLab

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы.

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Расчет исходных данных в пакете MODTRAN.

2. Перенос и подготовка расчетных данных в пакете Excel.

Занятие 3

1. Изучение программы для расчета параметров, входящих в уравнение переноса излучения с помощью пакетов MatLab.

2. Расчет спектральных зависимостей параметров, входящих в уравнение переноса излучения.

Занятие 4

1. Составление в пакете MatLab программы и расчет с ее помощью уравнения переноса излучения для решения задачи по замкнутому циклу.

Занятие 5

1. Составление отчета о проведении лабораторной работы.

2. Сдача работы.

3. Измерения аэрозольного состава атмосферы с помощью наземного многоволнового лидара.

Этапы выполнения работы:

Занятие 1

1. Изучение описания работы и требований безопасности при работе с высокомоощными источниками лазерного излучения.

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с экспериментальной установкой.

2. Пробное включение лидара.

Занятие 3

1. Проведение лазерного дистанционного зондирования атмосферы с целью определения коэффициентов обратного рассеяния и экстинкции, а так же размеров и концентраций аэрозоля.

Занятие 4

1. Завершение измерений. Обработка результатов.

2. Подготовка отчета.

Занятие 5

Оформление отчета и сдача работы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы сейсмологии

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по классической сейсмологии, геодинамике и инженерной сейсмологии для понимания всего спектра геофизических научных исследований и работ, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике для интерпретации сейсмологических данных.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в сейсмологии, геодинамике и инженерной сейсмологии;
- научить студентов на примерах экспериментальных сейсмограмм получать информацию о параметрах очага землетрясения и интенсивности сейсмического действия землетрясений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы сейсмологии, основные свойства закономерности распространения и затухания сейсмических волн, сейсмическую модель Земли, модели очагов землетрясений;
- порядки численных величин, характерных для сейсмической модели Земли, скорости распространения сейсмических волн;
- современные проблемы сейсмологии.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для определения основных параметров землетрясений;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов сейсмических наблюдений и теории;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в сейсмологических задачах физическое содержание;

- осваивать новые области сейсмологии, теоретические подходы и анализировать натурные данные;
- оценивать достоверность и точность получаемых результатов;
- эффективно использовать автоматизированные системы обработки данных для анализа сейсмограмм.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования сейсмологических задач;
- навыками грамотной обработки натуральных данных и сопоставления их с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач сейсмологии.

Темы и разделы курса:

1. Уравнения движения, продольные, поперечные и поверхностные волны.

Уравнение движения в упругой изотропной среде. Скорости распространения продольных и поперечных волн. Плоские волны. Сферические волны. Их затухание.

Монохроматические волны. Плоские монохроматические волны. Отражение и преломление на границах раздела сред.

Поверхностные волны. Поляризация. Затухание с глубиной. Скорость распространения. Траектория движения.

Объемные волны. Их затухание. Скорость распространения. Поглощение и рассеяние энергии волн. Добротность геофизической среды.

Собственные колебания Земли, крутильные и сфероидальные.

2. Сейсмическая модель Земли.

Скоростные разрезы Земли Джеффриса и Гуттенберга. Упругие модули Земли.

Классические модели Земли. Распределения плотности, давления и ускорения силы тяжести.

Построение лучей сейсмических волн в недрах Земли.

Определение скоростного строения Земли по данным активных и пассивных источников.

3. Физика очага землетрясений и основные параметры землетрясений. Анализ сейсмических данных.

Тектоника плит и сейсмоактивные зоны Земли.

Физика очага землетрясений. Размер очага. Типы подвижек на разломе. Сброс напряжений и величина подвижки на разломе. Энергия очага землетрясения и сейсмический кпд. Магнитуда. Связь сейсмической энергии и магнитуды. Магнитуда по Гуттенбергу. Магнитуда по объемным и поверхностным волнам. Класс землетрясения. Период сейсмических волн.

Время подготовки землетрясения. Сейсмический режим. Закон повторяемости Гуттенберга–Рихтера. Сейсмический потенциал.

4. Сейсмическое действие землетрясений. Анализ сейсмических данных.

Макросейсмические проявления. Шкала MSK-64 интенсивности сейсмического воздействия. Изосейсты. Формула Блейка-Шебалина макросейсмического поля. Карта сейсмического районирования ОСР-97. Воздействие сейсмических волн на сооружения. Спектры действия.

Сейсмоприемники. Амплитудно-частотные характеристики.

Методы наблюдений землетрясений и анализ сейсмических данных. Геофизическая служба РАН. Годографы сейсмических волн. Локация очага. Определение магнитуды землетрясения, глубины очага, времени в очаге. Сейсмологический бюллетень.

Определение кинематических и динамических параметров сейсмических событий по экспериментальным сейсмограммам.

Подземные ядерные взрывы. Дискриминация землетрясений и подземных ядерных взрывов по сейсмическим наблюдениям. Освобождение тектонических напряжений при ПЯВ. Сейсмоакустическая эмиссия.

Индукцированная сейсмичность. Горные удары. Гидроузлы. Разработка месторождений углеводородов. Закон повторяемости Гуттенберга–Рихтера при естественной и техногенной сейсмичности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Основы современной физики конденсированных наносистем и материалов

Цель дисциплины:

- формирование современных представлений о физических свойствах и структуре высокодисперсных наносистем и конденсированных материалов на их основе для использования знаний в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля и способности применять их на практике.

Задачи дисциплины:

- дать знание современных принципов и подходов к описанию физических свойств и строения конденсированных наносистем и материалов на их основе;
- дать целостное представление о физических свойствах и строении конденсированных наноматериалов на их основе, как сред имеющих случайно-неоднородную организацию и фрактально-кластерную структуру;
- дать знания о физических свойствах и структуре конкретных наноструктурированных материалов и их использовании в перспективных областях науки и техники.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные теоретические представления о свойствах и строении конденсированных наносистем и материалов на их основе, как сред имеющих случайно-неоднородную организацию и фрактально-кластерную структуру, а также знать физические свойства конкретных перспективных представителей класса наноматериалов.

уметь:

- профессионально применять данные теоретические представления при анализе научно-технической информации, построении математических моделей и интерпретации результатов исследований свойств и структуры высокодисперсных наносистем и наноструктурированных материалов.

владеть:

- основными аналитическими методами описания свойств и структуры случайно-неоднородных фрактально-кластерных сред и базовыми приемами их применения при изучении характеристик наноматериалов, а также владеть навыками самостоятельной работы при решении научно-исследовательских задач в области физики наноматериалов.

Темы и разделы курса:

1. Фракталы в физике конденсированных наносистем и материалов.

Понятие и определение фрактала. Примеры фракталов в природе, математике и физике конденсированных сред. Самоподобие фракталов, их масштабная инвариантность и скейлинг.

Размерность фракталов и классические методы её определения. Основные принципы фрактально-кластерного подхода к описанию строения и свойств наноструктурированных материалов.

2. Принципы структурной организации случайно-неоднородных конденсированных наносистем и их фрактально-кластерное строение.

Стохастичность и хаос в организации случайно-неоднородных конденсированных систем и флуктуационных процессов в них. Понятие детерминированного хаоса. Сценарии перехода к хаосу через последовательность бифуркаций. Эргодичность и энергетический спектр флуктуационных процессов в случайно-неоднородных конденсированных системах.

Основы теории самоорганизации в случайно-неоднородных конденсированных наносистемах и роль критических явлений и «катастроф». Структурная самоорганизация конденсированных наносистем через последовательность фрактально-кластерных состояний. Примеры процессов самоорганизации в модельных экспериментах и реальных физических наносистемах и материалах.

3. Модели и характеристики стохастической структуры случайно-неоднородных наносистем и флуктуационных процессов в них.

Модели шумов и фрактальных функций для описания структуры и процессов в случайно-неоднородных конденсированных наносистемах.

Дальнодействующие корреляции и эффекты памяти во фрактальных системах.

Спектральные и энергетические характеристики моделей и реальных физических наносистем.

Понятие мультифрактала и мультифрактального спектра. Основные характеристики мультифракталов и способы их оценки. Примеры мультифрактального описания структуры конденсированных наносистем и физических процессов в них.

4. Основы теории протекания и проводимости случайно-неоднородных конденсированных наносистем.

Общая характеристика процессов протекания и проводимости в случайно-неоднородных конденсированных системах. Размерности и критические показатели перколяционных систем, их связь со спектральными характеристиками. Порог перколяции и критическая область.

Перколяционные кластеры и фрактальные сетки. Понятие квантовой перколяции, её модель и собственные состояния на фракталах. Примеры перколяционной проводимости в случайно-неоднородных конденсированных наносистемах и материалах.

5. Базовые математические методы исследования структуры и флуктуационных процессов в случайно-неоднородных наносистемах.

Классический R/S-анализ и его модификации для оценки экспоненты Хёрста.

Преобразование Фурье и его варианты для анализа спектральных характеристик в частотной области.

Вейвлет-преобразование для анализа спектральных характеристик в частотно-временной области.

Детрендовый флуктуационный анализ мультифрактальных спектров.

Исследование мультифрактальных характеристик методом максимумов модулей вейвлет-коэффициентов.

Примеры применения методов при обработке и анализе экспериментальных данных.

6. Основы термодинамики наносистем.

Термодинамические потенциалы макро- и наносистем и точные уравнения термодинамики наносистем.

Отличия термодинамики наносистем от классической термодинамики макрообъектов.

Фазовые диаграммы систем наночастиц и фазовые переходы в фрактально-кластеризованных системах.

Теплоемкость и температуры плавления наночастиц и их систем. Классификация структурно-термодинамических состояний случайно-неоднородных наносистем по масштабам кластеризации.

Запасание и выделение энергии во фрактальных наноструктурах. Модель фрактального клубка.

7. Структура и свойства макро- и наноразмерных форм углерода.

Гибридизация атомно-молекулярных связей углерода. Фазовая РТ-диаграмма состояния углерода. Диаграмма аллотропных модификаций углерода, включая его наноструктурированные и аморфные формы.

Структура макро- и наночастиц углерода (графита, алмаза, лонсдейлита, карбина, нанотрубок, графена, фуллеренов, углеродных волокон и углеродной пены). Метод получения наноструктурированных форм углерода.

Физико-химические свойства углерода в его макро- и наноструктурированных формах.

8. Фрактально-кластерная структура и свойства полимеров и наноструктурированных композитов на их основе.

«Локальный» и «дальний» порядок в структуре полимеров в различных их состояниях.

Модели молекулярного клубка, кластеров и кластерной сетки. Переходы структурного состояния полимеров в твердой и жидкой фазе в модели кластерной сетки.

Термостойкость и механические свойства полимеров. Электропроводящие полимеры.

Модели структур композиционных наносистем на основе полимеров. Электропроводность и фрактальная структура полимеров с углеродными нанодисперсными наполнителями.

9. Квантово-размерные эффекты в наноструктурированных материалах и их использование в современном приборостроении.

Понятие квантово-размерных эффектов и основные условия их возникновения. Влияние квантовых ограничений на энергетический спектр и плотность состояний электронов в наноструктурах. Принцип размерного квантования. Квантовые ямы, пленки, нити, точки.

Туннельный эффект и резонансное туннелирование. Полупроводниковые наноструктуры и гетероструктуры на основе квантово-размерных эффектов. Лазеры с квантовыми ямами и точками.

Разрешенная и запрещенная фотонные зоны. Фотонные кристаллы. Плазмоны в металлах и плазмонный резонанс в наночастицах. Металлические и полупроводниковые спин-электронные наноструктуры. Гигантский магнитный резонанс и магнитный туннельный переход в наноструктурах. Реализация квантово-размерных эффектов в современных приборах наноплазмоники, плазмоники и спинтроники.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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. Парадигмы последовательного и параллельного программирования

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.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Перспективные двигательные и энергетические установки

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по перспективным двигательным и энергетическим установкам для использования в областях, связанных с разработкой ракетно-космической техники, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- Дать студентам базовые знания в области двигательных и энергетических установок.
- Научить студентов на примерах и задачах рассчитывать узлы энергетических и двигательных установок, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной механики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов термодинамики, электродинамики;
- современные проблемы космической энергетики и двигателестроения.

уметь:

- 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;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Вводная часть

Объект исследований на примере ядерной энергетической двигательной установки. Источники, преобразователи, потребители энергии на борту космических аппаратов. Ядерная, химическая, солнечная энергетика.

2. Ядерная энергетика

Виды фундаментальных взаимодействий. Иерархия частиц. Роль нейтронов в ядерных реакциях.

Энергия связи. Капельная модель ядра. Уравнение Вейцеккера. Выход реакции.

Радиоактивные процессы: α -, β -, γ - процессы, нейтронно-ядерные реакции (рассеяние, поглощение, радиационный захват), деление ядер.

Распределение нейтронов в реакторе, балансное уравнение. Производство четырех коэффициентов. Расчет для цилиндрической области. Схема реактора.

Радиоизотопные источники. Основные характеристики изотопов. Схема преобразования энергии. Критерии применимости на борту КА.

Схемы ядерных двигательных установок. Схемы А, Б, В/А. Современное состояние работ в области ЯЭДУ.

3. Тепломеханическое преобразование

Цикл Брайтона. Схема процесса. КПД процесса. Сопоставление с циклом Карно. Практическая реализация. Применение.

Цикл Ренкина. Схема процесса. КПД процесса. Особенности цикла. Достоинства и недостатки цикла Ренкина. Практическая реализация. Применение. Криогенный двигатель.

Двигатель Стирлинга. Схема процесса. КПД цикла. Сопоставление с циклом Карно. Практическая реализация. Применение.

4. Термоэлектрическое преобразование

Уровень Ферми. Контактная разность потенциалов. Закон последовательных контактов Вольта. Проявления контактной разности потенциалов.

Эффект Зеебека. Эксперимент Поля. Причины проявления эффекта Зеебека (термоэдс). Особенности термоэдс в металлах и полупроводниках. Применение эффекта Зеебека в космической энергетике.

Эффект Пельтье. Эксперимент Леру. Сущность эффекта на примере контакта металл – полупроводник. Применение в космической энергетике.

Эффект Томсона. Схема эксперимента по обнаружению эффекта Томсона. Связь между коэффициентами Томсона, Пельтье и Зеебека. Эффективность термоэлектрического генератора. Добротность материала. Схема применения термоэлектрических преобразователей в составе энергоустановки.

5. Термоэмиссионное преобразование

Формула Ричардсона-Дэшмана. Физические основы работы термоэлектрического преобразования. Свойства эмиттеров. Диаграммы потенциалов.

Ток между эмиттером и коллектором. Поток Чайльда-Ленгмюра. Вольт-амперная характеристика вакуумного диода. Закон «трех вторых».

Эффективность термоэмиссионного преобразователя. Каналы потерь: тепловое излучение, избыточная энергия эмитированных электронов, теплопроводность. Вольт-амперная характеристика термоэлектрического преобразователя. Методы повышения эффективности. Схемы применения.

6. Химическая энергетика

Принципы преобразования химической энергии. Электрохимический генератор. Схема топливного элемента. Природа скачка потенциала на поверхности металла, погруженного в раствор. Водородно-кислородный топливный элемент.

Термодинамика процессов в топливных элементах. ЭДС топливного элемента. КПД идеализированного процесса. Примеры топливных элементов.

Особенности работы топливных элементов под нагрузкой. Химическая, концентрационная, омическая поляризации. Зависимость поляризаций от температуры и давления. Реальный КПД. КПД по току, КПД по напряжению. Вольт-амперная характеристика топливного элемента.

Принципиальная схема электрохимического генератора. Проблемы удаления продуктов реакции, обеспечения температурных режимов, управления. Классификация топливных элементов и электрохимических генераторов. Применение в космической энергетике.

7. Солнечная энергетика

Методы преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Схемы машинно-термического преобразования.

Фотоэлектрическое преобразование. Зонная структура вещества. Внутренний фотоэффект. Доноры и акцепторы. Носители тока.

p-n-переход. Контактная разность потенциалов. Диффузионно-дрейфовое равновесие. Работа p-n-перехода как диода. Вольт-амперная характеристика диода.

Работа p-n-перехода при освещении. Вольт-амперная характеристика диода при наличии освещения.

Каналы потерь (отражение света, наличие контактной сетки, проскок фотонов, рекомбинация и др.). Эффективность фотоэлектрических преобразователей.

8. Системы теплосброса с КА

Основы теплового излучения. Формула Планка. Закон Вина. Коэффициент черноты. Теплообмен между параллельными пластинами.

Схемы холодильников-излучателей: панельные, капельные. О роли систем теплосброса в энергетическом балансе космического аппарата.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Планетология

Цель дисциплины:

- Формирование у слушателей единого и строгого понимания геофизических процессов эволюции планетных тел. Изучение планетологии является обязательным элементом подготовки специалистов, имеющих дело с земными геофизическими процессами.

Задачи дисциплины:

- Приобретение слушателями навыков сравнения геофизических процессов на различных планетных телах;
- Ознакомление слушателей с результатами многочисленных космических миссий к Луне, другим планетам земного типа и к астероидам;
- Воспитание умения соотносить результаты космических исследований с практикой земной геофизики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Время образования Вселенной, Солнечной системы, Земли, Луны и других планет;
- Основные стадии аккреции планет и их эволюции;
- Различия и сходства в строении дифференцированных и недифференцированных тел;
- Результаты основных научных миссий к планетам и малым телам Солнечной системы.

уметь:

- Находить в базах данных необходимые сведения;
- Находить в базах данных необходимые сведения;
- Находить описание необходимых математических моделей для анализа геологической эволюции планет;

владеть:

- Базовыми знаниями об эволюции планетных тел как контекста для последующего изучения геофизических процессов.

Темы и разделы курса:**1. Современные представления об образовании Вселенной**

Большой взрыв, галактики, звезды.

Планетные системы, экзопланеты.

2. Возраст и основные этапы образования Солнечной системы.

Пылегазовый диск. Планетезимали.

3. Планеты.

Планеты земного типа.

Газовые гиганты, спутники планет.

4. Малые планеты, астероиды и кометы.

Астероиды Главного пояса, миссии к астероидам.

Тела пояса Койпера, кометы, облако Оорта.

5. Метеоритная бомбардировка.

Тела, пересекающие орбиту Земли, время их жизни.

Сравнительный возраст поверхности планет.

6. Астероидная опасность.

Метеоры и метеориты. Вероятность их падения.

Гигантские удары, планетарные последствия.

7. Вещество с других планетных тел.

Лунный грунт.

Метеориты с Луны, Марса и астероида Веста.

8. Аккреция и эволюция Земли.

Образование ядра, мантии, коры.

Образование атмосферы и гидросферы.

9. Магнитное поле Земли и других планет.

Основные представления о динамике земного ядра.

Изменение полярности земного поля.

10. Континентальная и океаническая кора Земли.

Тектоника плит на Земле.

Сравнение с тектоникой Меркурия, Венеры и Марса.

11. Изверженные и осадочные породы.

Вулканы, плутоны, дайки. Происхождение гранита

Осадконакопление, песчаники и известняки.

Основные представления о метаморфизме.

12. Основные минералы горных пород.

Механические свойства. Прочность, скорость звука.

Минералы как полезные ископаемые.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Полупроводниковые приборы

Цель дисциплины:

Изучение физических принципов работы и характеристик основных классов полупроводниковых приборов, составляющих основу элементной базы твёрдотельной электроники.

Задачи дисциплины:

- Освоение студентами базовых знаний в области полупроводниковой электроники;
- получение знаний об электрических свойствах полупроводников, физических процессах и обусловленных ими характеристиках полупроводниковых приборов для понимания механизмов работы и рационального построения устройств на элементной базе современной электроники;
- знакомство с методами теоретического анализа полупроводниковых приборов;
- демонстрация использования положений параллельно изучаемого раздела «Электричество» курса общей физики для получения знаний в области конкретного профессионального предмета;
- экспериментальное получение характеристик полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов с использованием лабораторных макетов и пакетов прикладных программ Or CAD и P-Spice.
- приобретение навыков работы с пакетами прикладных программ Or CAD и P-Spice

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Принципы работы, свойства и характеристики полупроводниковых диодов на р–п-переходе, контакте металл–полупроводник, а также биполярных и полевых транзисторов;
- параметры изучаемых основных классов полупроводниковых приборов;
- свойства моделей, использованных для анализа полупроводниковых приборов, и степень их адекватности свойствам реальным приборам;
- используемые методы теоретического анализа полупроводниковых приборов.

уметь:

- Пользоваться своими знаниями для решения задач по теории полупроводниковых приборов;
- физически грамотно обосновывать поведение полупроводниковых приборов в различных режимах работы;
- применять необходимый математический аппарат при проведении доказательств, оценок, приближений;
- пользоваться лабораторным оборудованием, макетами, компьютером при выполнении лабораторных работ;
- провести физически обоснованный анализ результатов экспериментального определения или компьютерного моделирования характеристик полупроводниковых приборов;
- восстановить общий вид характеристики прибора из фрагмента, полученного в результате компьютерного моделирования;
- анализировать работу и свойства вновь разрабатываемых и не изучаемых конкретно в данном курсе твёрдотельных электрических приборов;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики элементной базы твёрдотельной электроники;
- применять полученные знания для понимания механизмов работы и рационального построения устройств на элементной базе современной электроники.

владеть:

- Навыками самостоятельного анализа работы и оценки параметров приборов и устройств твёрдотельной электроники;
- практикой использования пакетов прикладных программ OrCAD и P-Spice для компьютерного моделирования характеристик полупроводниковых приборов и устройств;
- навыками грамотной обработки и сопоставления с теоретическими данными результатов опыта и компьютерного моделирования.

Темы и разделы курса:**1. Электрические свойства полупроводников.**

Энергетические зоны. Свободные носители заряда. Рекомбинация и генерация носителей заряда. Электрические токи в полупроводниках. Уравнения непрерывности.

2. Полупроводниковые диоды на p-n-переходах. Лабораторная работа №201М
Вольтампер-ные и температурные характеристики полу-проводниковых диодов.

Лабораторная работа №201Д Динамические характеристики полупроводниковых диодов.

Полупроводниковые диоды. Физические основы работы идеального р–n-перехода. Ёмкости р–n-перехода Вольтамперная характеристика. Вольтамперная характеристика реального р–n-перехода. Диоды Шоттки

3. Биполярные транзисторы (БТ). Лабораторная работа №205М Моделирование статических вольтамперных характеристик биполярных транзисторов.

Биполярные транзисторы. Физические основы работы и статические параметры. схемы включения, статические параметры. Уравнения Эберса–Молла. Обоснование уравнений для постоянных токов. Модель Эберса–Молла. Вольтамперные характеристики в схемах с общей базой и общим эмиттером. Динамические свойства биполярного транзистора. Частотная зависимость параметров

4. Полевые транзисторы (ПТ). Лабораторная работа №206М МОП транзисторы. Вольтамперные и динамические характеристики.

Полевой транзистор с индуцированным каналом. Физические принципы работы МОП-транзистора. Вольтамперные характеристики. Параметры полевого транзистора. Малосигнальная эквивалентная схема. Динамические свойства.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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. Предмет вычислительной математики.

Классификация погрешностей: неустранимая, метода, вычислений. Понятие о математически неустойчивых алгоритмах. Примеры.

Сравнение элементов в линейных конечномерных пространствах. Нормы. Вычислительно неустойчивые по исходным данным алгоритмы. Число обусловленности. Оценка неустранимой погрешности сверху. Разностные уравнения с постоянными коэффициентами и их аналитические решения. Природа возникновения математической неустойчивости.

2. Методы численного решения нелинейных задач.

Алгебраические уравнения и теоремы Декарта, Бюдана-Фурье, Штурма, следствие из основной теоремы алгебры.

Принцип сжимающих отображений (теорема). Методы простой итерации, Ньютона, высших порядков сходимости.

Условия сходимости итерационных процессов и достижения заданной точности.

3. Приближение функций, заданных на дискретном множестве.

Теорема о существовании и единственности обобщённого интерполяционного многочлена.

Задача алгебраической интерполяции. Интерполяционные многочлены в форме Ньютона, Лагранжа, Эрмита.

Интерполяция по чебышевским узлам. Сплайны. Полная погрешность интерполяции. Сходимость интерполяционных процессов.

4. Численное интегрирование.

Методы: прямоугольников, трапеций, Симпсона и их точность. Правило Рунге оценки погрешности.

Интегралы от быстро осциллирующих функций.

5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Аппроксимация, устойчивость, сходимость (определения). Теорема о связи аппроксимации, устойчивости и сходимости.

Оценка точности получаемых решений в конечномерных пространствах. Расчёты модельных задач.

Проверка сходимости численных решений.

6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Функции и области устойчивости наиболее употребительных разностных схем. Понятие о жёстких уравнениях и системах ОДУ.

Построения общего решения, прогонки, стрельбы, квазилинеаризации, Рунге, Галёркина, интегро-интерполяционный. Различные модификации метода прогонки.

7. Системы уравнений ОДУ. Задача Коши. Функции и области устойчивости наиболее употребительных разностных схем.

Собственные числа и функции задач Штурма-Лиувилля. Модельные задачи, имеющие аналитические решения. Задачи с переменными коэффициентами.

8. Краевые задачи ОДУ.

Методы построения аппроксимирующих разностных схем. Спектральный признак устойчивости. Принцип замороженных коэффициентов.

9. Задачи на собственные значения.

Характеристические свойства уравнений. Численные методы решения уравнений переноса, волнового уравнения и систем уравнений газовой динамики

10. Уравнения и системы уравнений с частными производными гиперболического типа.

Метод установления для решения стационарных уравнений. Конечные ряды Фурье. Условия сходимости. Чебышевские наборы итерационных параметров и алгоритмы их упорядочивания.

11. Численные методы решения эллиптических уравнений с частными производными

Явные и неявные разностные схемы, особенности их алгоритмической реализации.

12. Многомерные уравнения с частными производными параболического типа.

Методы расщепления по пространственным направлениям. Экономичные разностные схемы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Приборно-инструментальные устройства и методы аэрокосмической дистанционной диагностики

Цель дисциплины:

- формирование практических знаний об обобщенных характеристиках среды, в которой осуществляется натурный аэрокосмический эксперимент по ДЗЗ, а также представлений о реальных возможностях современного экспериментального инструментария, обеспечивающего подобный эксперимент.

Задачи дисциплины:

- освоение методов оценки условий проведения эксперимента;
- выработка первичных навыков использования геофизических, картографических и навигационных данных;
- развитие обобщенных знаний в области теории линейной фильтрации применительно к практике приема оптических и ИК сигналов в условиях помех;
- изучение современного приборного инструментария, предназначенного для проведения летно-экспериментальных работ и способов оценки его надежности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения экспериментальных аэрокосмических методов изучения состояния природно-технических систем;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания свойств природной среды и исследуемого объекта;
- основные понятия, определения, используемые при организации натурального эксперимента, способы и приемы решения задач с учетом влияния внешних условий;
- общую постановку и методы проведения прямых, натурных, полевых и аэрокосмических экспериментов;
- порядок и правила взаимодействия с силами и средствами смежных участников эксперимента.

уметь:

- применять на практике принципы и методы решения экспериментальных задач дистанционного зондирования;
- на основании метода оценок производить обоснование и упрощение постановки прямых экспериментальных задач дистанционного зондирования;
- производить численные оценки ключевых характеристик, формирующих поле излучения в вакууме и в поглощающей, рассеивающей и излучающей сплошной среде;
- формулировать исходные данные для составления технического задания на разрабатываемую аппаратуру;
- формулировать постановку задачи расчета сигнала, регистрируемого конкретным приемником излучения;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с аэрокосмическим инструментарием дистанционной диагностики.

владеть:

- навыками усвоения большого объема междисциплинарной информации в области физики атмосферы, теории переноса излучения в сплошной среде, методов решения прямых и обратных задач;
- культурой постановки и моделирования задач физического эксперимента в предметной области дистанционного зондирования;
- первичными приемами проведения контрольно-поверочных работ с измерительной аппаратурой и оценки ее технического состояния;
- основными способами настройки и юстировки бортового измерительного комплекса;
- общими навыками информационного обмена со смежными участниками эксперимента и правилами сохранения конфиденциальности;
- практическими методами использования текущих геофизических, навигационных и метеоданных в режиме реального времени;
- умением практического использования регламентных норм техники безопасности при проведении эксперимента.

Темы и разделы курса:

1. Природно-технические системы как совокупность различных состояний геологической среды и антропогенных образований, обусловленные их физическим взаимодействием

Понятие природно-технической системы (ПТС). Представление ПТС в виде совокупности различных состояний геологической среды (ландшафтной, океанической, атмосферной и пр.) и антропогенных образований, обусловленной их физическим взаимным влиянием. Примерная классификация ПТС по факторам техногенного воздействия на окружающую среду. Дистанционное зондирование (ДЗ) Земли с целью исследования комплексных

характеристик ПТС в их динамике для осуществления полноты информационного обеспечения сведений о текущем состоянии ПТС – одно из приоритетных направлений геокосмической физики. Энергомеханический образ (ЭМО) как частность ПТС, выявляющая факт изменчивости состояния системы. Структура решений некоторых специальных задач ДЗ, обеспечивающих определение состояния ПТС путем анализа внешних проявлений индикативных свойств конкретного ЭМО в оперативно-временном режиме. Аэрокосмическая дистанционная диагностика (АКДД) – прикладное направление ДЗ, использующее все соответствующие устройства и методы для осуществления решения подобных задач. Краткая история развития и применения средств АКДД по мере совершенствования аппаратуры приема, передачи и обработки информации, а также возможностей аэрокосмических носителей.

2. Топографические свойства местности, типы местности и ее тактические свойства, понятие инженерной модели местности

Топографические элементы местности: рельеф, ландшафт, гидрография, характеристики растительности и почвогрунтов, а также находящиеся на ней отдельные местные предметы, такие как фрагменты ПТС. Типы местности и ее тактические свойства: пересеченность, защитные качества и просматриваемость, почвенно-грунтовые данные, проходимость, особенности береговой линий, жизнеобеспечивающая пригодность. Погодная и сезонно-климатическая зависимость тактических свойств местности. Представление численно формализованных характеристик тактических свойств местности в виде ее инженерной модели. Подстилающая поверхность как псевдояркостьная сцена исследуемого участка местности. Использование метода анализа иерархий для анализа предпочтительных направлений перемещения наряда сил и средств полевого эксперимента.

3. Топографические карты, государственные и специальные геодезические сети, координатное согласование картографического и навигационного положения

Градусные измерения. Земной геоид – размеры и физические поля. Модели земных эллипсоидов, расчет элементов сфероида. Государственные и «специальные» геодезические сети. Гравиметрические сети. Топогеодезическое обеспечение инженерно-хозяйственной деятельности на местности.

Гравиметрические измерения. Понятие об обратной задаче геопотенциала. Современные геодезические системы, их референц-эллипсоиды. Гравиметрические и топогеодезические пункты и их связь с системой небесных координат.

Геометрическая сущность и математическая основа топографических карт. Виды картографических проекций, разграфка и номенклатура топографических карт, специальных карт и фотопланов. Координатное согласование картографического и навигационного местоположения ЭМО.

4. Начальные положения аэрологии, оптические свойства атмосферы, понятие воздушного пространства

Адиабатические процессы в атмосфере и атмосферная циркуляция. Воздушные массы, их классификация и связь с погодными условиями. Виды регулярных тропосферных образований: туманы, дымки, облачность, осадки, ветер, турбулентность. Морфологическая классификация облачности. Атмосферные фронты – особенности формирования и развития; характер перемещения. Формы и стандарты представления метеоинформации: METAR (SPECI), TAF, SIGMET, GAMET. Основные группы международного синоптического кода КН-01 и символьная таблица учитываемых метеоявлений. Схема нанесения метеоданных на приземную карту погоды. Оптические свойства атмосферы. Пространственно-частотное распределение потока излучения в атмосфере и коэффициенты его ослабления. Коэффициенты прозрачности, дальность видимости, характеристики оптической неоднородности. Порядок и регламент пользования воздушным пространством в соответствии с Федеральными авиационными правилами Воздушного кодекса РФ.

5. Основные фотометрические соотношения и величины, фотометрические, градационные и пространственно-частотные характеристики яркостной сцены

Основные фотометрические соотношения и величины. Кривая видности. Спектральная облученность земной поверхности. Световой эквивалент. Отражательные свойства топографических элементов местности и ее отдельных предметов. Яркостная сцена участка подстилающей поверхности. Фотометрические, градационные и пространственно-частотные характеристики предметов и элементов местности и их распределение. Влияние погодных и сезонно-климатических условий на процесс ДД.

Влияние оптических неоднородностей и нестабильности атмосферы на зондирующие и информационные сигналы в задачах ДД.

6. Структурная схема и функциональные связи автономного модуля дистанционной диагностики

Преобразование Лапласа как аналитический аппарат логики управления АМДД: характеристическое уравнение и передаточная функция. Математические образы типовых звеньев управляющих устройств АМДД: апериодическое звено, колебательное звено, дифференцирующее и интегрирующее звенья. Переходные характеристики звеньев – амплитудно-фазовая и логарифмическая передаточные функции.

Соединения управляющих звеньев – последовательное и параллельное. Принцип суперпозиции линейных систем; замкнутый контур. Прямое исполнительное звено, звено обратной связи, элемент сравнения. Коэффициент усиления разомкнутой системы. Математические модели управляющих устройств: подсистемы нулевого порядка, первого, второго; коэффициент добротности.

Типовые схемы регулирующих устройств. Привод с обратной связью; анализ его передаточной функции. Статические и астатические регуляторы, следящие регуляторы.

Понятие устойчивости управляющих подсистем, алгебраические критерии устойчивости как соотношения коэффициентов характеристического уравнения (критерии Гаусса и Гурвица). Частотные критерии. Амплитудно-фазовый критерий Найквиста. Устойчивость

разомкнутой подсистемы управления на основе анализа логарифмической амплитудной и фазовой характеристик.

Адаптивные полуавтоматы и автоматы, датчики сдвига изображения (частотный и корреляционный принципы). Понятие о способах абсолютных измерений параметров движения АМДД. Доплеровские измерители скорости и сноса АМДД, радиовысотометры (частотные, импульсные, фазометрического типа, дискретного типа). Лазерные дальнометры.

7. Ориентация и стабилизация автономного модуля дистанционной диагностики

Основы теории движения, свойства гироскопа, его передаточная функция, реакция на внешние возмущающие воздействия. Силовая стабилизация гироскопов, гировертикаль как астатическая система первого порядка, анализ ошибок стабилизации и методы их оптимизации (компенсационная коррекция, инерциальная коррекция, коррекция передаточной функции. Типы гиросtabilизирующих установок.

Ориентация и стабилизация орбитального носителя АМДД: обеспечение заданной погрешности положения осей в опорной системе координат; определение параметров полета; выработка управляющих команд, организующих программу процесса ДД.

Виды гироскопических устройств. Гироорбитанты, двухстепенные гироскопические датчики, поплавковые гироскопы, лазерные гироскопы. Методы силовой стабилизации носителя АМДД.

8. Математические основы способов оценки и обеспечения надежности аппаратуры автономного модуля дистанционной диагностики

Формализация свойств и состояний аппаратуры по факторам способности сохранения своих выходных характеристик. Показатели надёжности. Функции надёжности как вероятность времени условной долговечности устройства. Определение среднего времени безотказной работы. Понятие потока отказов и их типов. Виды резервирования.

Методы имитационного моделирования поведения аппаратуры с помощью вероятностных функций описания эксплуатационных режимов и процессов снижения надёжности. Характеристические функции и основные виды распределений случайных величин: биномиальное, Гаусса, Пуассона, Хи-квадрат, Рэлея, Райса, Вейбулла, Гамма-распределение, логнормальное распределение, многомерное гауссово распределение.

Построение и исследование экспериментально-статистических моделей. Вариационные и статистические ряды. Нахождение полигона накопленных частот, в качестве аналога функции распределения. Определение численных значений параметров распределения. Методы моментов и квантилей; статистический критерий согласия. Критерии Колмогорова и Пирсона. Виды выборочных планов экспериментов по оценке интенсивности отказов. Полный и дробный факторные эксперименты. Центральный композиционный эксперимент.

Характеристика нечеткости результатов экспериментальной реализации вследствие вероятности частичного отказа приемной аппаратуры. Особенности выбора функции принадлежности и ее идентификация обобщенным характеристическим выражением. Понятие о фазификации вероятностной симптоматики отказа модуля ДД и возможности ее аналитического представления.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Прикладная геоинформатика

Цель дисциплины:

- формирование фундаментальных знаний в области геоинформационных технологий прикладного анализа данных с аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), получение практических навыков в предметной области дисциплины для использования при изучении дисциплин по соответствующей магистерской программе и выполнении НИР в бакалавриате и магистратуре..

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области разработки геоинформационных технологий по основным методологическим направлениям автоматизированного прикладного анализа и тематической обработки аэрокосмических изображений;
- приобретение теоретических знаний в области математических методов классификации мультиспектральных и гиперспектральных видеоданных; методов предварительной обработки и анализа изображений, методов отбора информативных признаков;
- приобретение практических навыков использования алгоритмов и программ тематической обработки и анализа аэрокосмических изображений, работы в профессиональных программно-инструментальных пакетах обработки аэрокосмической информации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методологические подходы к тематической обработке данных ДЗЗ;
- базовые математические модели, методы и алгоритмы, применяющиеся на всех этапах технологий тематической обработки;
- требования к предварительной обработке данных ДЗЗ в зависимости от прикладной задачи и методологии ее решения;
- методы автоматизированного анализа и оценки информативности данных ДЗЗ для решения прикладной задачи, методы выделения информативных признаков;
- методы оценки качества тематической классификации и преобразования результатов тематической обработки к тематической карте;

методы тематического анализа и обработки гиперспектральных изображений с использованием спектральных библиотек.

уметь:

- применять на практике основные понятия, математические модели и алгоритмы тематической обработки данных ДЗЗ;
- оценивать эффективность использования различных методических подходов, математических моделей и алгоритмов при решении конкретной задачи тематической обработки;
- пользоваться программно-инструментальными пакетами тематической обработки аэрокосмической информации;
- формулировать постановку задачи тематической обработки и разрабатывать технологическую схему ее решения;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с аэрокосмическими системами дистанционного зондирования.

владеть:

- навыками усвоения большого объема междисциплинарной информации в области геоинформационных технологий и тематической обработки данных ДЗЗ;
- культурой постановки и математического описания задачи тематической обработки в предметной области дистанционного зондирования;
- навыками комплексного компьютерного анализа данных ДЗЗ с использованием картографических материалов и прикладных данных.

Темы и разделы курса:

1. Направления и методологические основы тематической обработки материалов ДЗЗ.

Характеристики космических изображений, определяющие направления их использования в тематическом картографировании объектов земной поверхности. Основные группы тематических задач, решаемые на основе материалов ДЗЗ. Целевые космические программы.

Три методологических направления в тематической обработке аэрокосмической информации: визуально-интерактивное дешифрирование, тематическая классификация, определение характеристик объектов подстилающей поверхности на основе расчетных моделей и индексов. Общая схема тематической обработки аэрокосмической информации, ее основные этапы.

2. Предварительная обработка и визуально-интерактивный анализ изображений.

Радиометрическая и радиационная коррекция. Географическая привязка и геометрическая коррекция.

Представление и визуализация пространственных данных в пакетах тематической обработки материалов ДЗЗ. Разновидности растровых и векторных слоев.

Методы улучшения визуального восприятия изображений, контрастное растяжение, низкочастотная и медианная фильтрация. Вспомогательные процедуры визуально-интерактивного дешифрирования, высокочастотные линейные и нелинейные фильтры.

Лабораторные работы к разделу:

- 1) Взаимная привязка изображений по опорным точкам с целью повышения пространственного разрешения мультиспектрального изображения;
- 2) Создание полигонального слоя гидрографических объектов на основе процедур контрастирования и фильтрации изображения в ближнем инфракрасном диапазоне.

3. Методы и алгоритмы тематической классификации мультиспектральных изображений.

Многомерное пространство яркостных признаков. Спектральный образ и спектральная сигнатура пикселя. Спектральная сигнатура класса. Методы анализа пространства признаков в пакете ERDAS Imagine. Корреляционный анализ и факторный анализ, метод главных компонент.

Классификация без обучения и с обучением. Обоснование применения каждого из подходов. Параметрические и непараметрические методы классификации. Разделяющие и решающие функции, их аналитическая и геометрическая интерпретация. Метрические классификаторы. Двухэтапная схема тематической классификации.

Неконтролируемая классификация (без обучения). Кластерный анализ. Алгоритмы класса ISODATA. Достоинства и недостатки методов кластерного анализа. Использование методов неконтролируемой классификации при создании карт-гипотез труднодоступных территорий.

Контролируемая классификация (с обучением). Классификация по минимуму евклидова расстояния. Статистическая классификация, ошибки первого и второго рода. Гипотеза нормального распределения яркостных признаков, расстояние Махаланобиса. Байесовское решающее правило (метод максимума правдоподобия). Функция правдоподобия и расстояние между образом и классом в случае нормального распределения яркостных признаков в классах.

Подготовка обучающих данных и выбор метода классификации. Требования к подготовке эталонов классов. Меры статистической разделимости и классификация на контрольных выборках. Матрица ошибок.

Оценка качества классификации. Файл расстояний. Использование файла расстояний для оценки качества обучающих данных и отсека плохих классифицированных точек. Оценка качества классификации по случайной выборке. Критерий согласованности Козна.

Лабораторные работы к разделу:

- 1) Анализ пространства спектральных признаков и неконтролируемая классификация;
- 2) Подготовка обучающих данных и классификация с обучением;
- 3) Оценка итоговой точности классификации.

4. Обработка и анализ гиперспектральных изображений.

Физические принципы получения гиперспектральных изображений и связанные с ними особенности предварительной обработки. Направления использования гиперспектральных изображений, их преимущества перед мультиспектральными изображениями.

Специальные методы обработки и анализа гиперспектральных изображений. Спектральные библиотеки и методы их создания. Методы эмпирической атмосферной коррекции. Программные средства анализа гиперспектральных изображений в универсальных пакетах обработки аэрокосмической информации.

Методы сокращения размерности гиперспектральных данных и тематическая классификация. Контролируемые и неконтролируемые методы отбора каналов. Последовательный отбор каналов на основе статистических и контрастно-частотных характеристик. Отбор каналов на основе проекционных преобразований признакового пространства. Анализ главных компонент, минимизация вклада шума, анализ независимых компонент.

Методы тематической обработки гиперспектральных изображений с использованием спектральных библиотек. Идентификация материалов и минералов по форме спектральной кривой. Спектрально-угловой и спектрально-корреляционный методы. Выделение аномалий методом проекции на ортогональное подпространство.

Лабораторные работы к разделу:

- 1) Создание и использование спектральных библиотек;
- 2) Поиск объектов и классификация гиперспектральных изображений по эталонным (библиотечным) спектрам;
- 3) Применение метода главных компонент для сокращения размерности гиперспектрального изображения.

5. Методы тематической обработки на основе расчетных моделей и проблемно-ориентированных индексов.

Общая характеристика методологического подхода, примеры задач. Методы построения проблемно-ориентированных индексов. Широкополосные и узкополосные индексы.

Анализ состояния почвенно-растительных комплексов, вегетационные индексы, их разновидности. Модель трех пигментов.

Лабораторная работа к разделу: создание расчетной модели и расчет вегетационных индексов по гиперспектральному изображению.

6. Создание карт по результатам тематической обработки материалов ДЗЗ.

Удаление ошибочно классифицированных пикселей методом сглаживания и нечеткой классификации. Сегментация по индексу класса. Процедуры удаления и слияния мелких областей. Процедуры растрово-векторного ГИС-анализа. Растрово-векторное преобразование.

Лабораторная работа к разделу: создание таксономической контурной основы для выполнения ресурсно-экологических оценок на основе классификации мультиспектрального изображения.

7. Разработка ГИС для тестирования и анализа информативности новых типов материалов ДЗЗ.

Состав и структура ГИС для анализа информативности новых типов аппаратуры ДЗЗ в задачах инвентаризации и оценки состояния природных ресурсов. Моделирование и тематический анализ изображений, получаемых с перспективной и готовящейся к запуску космической аппаратуры ДЗЗ на основе материалов авиационной съемки. Геоинформационные технологии и тематическая обработка гиперспектральных изображений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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, скорости, 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 силовым приемом. 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 тромбофлебиту.

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: Геокосмические науки и технологии

Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований: лабораторный практикум

Цель дисциплины:

- формирование практического опыта по приобретению быстрых, дешёвых, надёжных и эффективных подходов к решению физических задач любого уровня сложности;
- получение теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий для дальнейшего их использования при изучении дисциплин по соответствующей программе и выполнении НИР в бакалавриате и магистратуре.

Задачи дисциплины:

- преодолеть порог входа в численное моделирование и наделить студентов компетенциями, достаточными для дальнейшего самостоятельного совершенствования в этой области;
- дать студентам базовые знания по работе с пакетами MATLAB и FlowVision;
- дать студентам базовые знания по принципам и алгоритмам аналого-цифрового преобразования сигналов различной природы в пакете MATLAB;
- познакомить студентов с основами обработки и анализа цифровых сигналов, познакомить с дискретным преобразованием Фурье;
- научить студентов на примерах модельных и экспериментально полученных сигналов проводить их спектральный анализ, фильтрацию, амплитудные и частотные преобразования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы работы в пакете FlowVision и MATLAB;
- основные принципы аналого-цифрового преобразования (АЦП), характеристики АЦП, типы АЦП по алгоритмам работы и построению;
- основные форматы представления звуковых данных в компьютере, порядки численных величин, характерных для аудиофайлов с различными характеристиками (разрядность, частота дискретизации);

- выражения для прямого и обратного дискретного преобразования Фурье, требования к сигналу для реализации быстрого преобразования Фурье;
- основы спектрального анализа сигналов в диапазоне звуковых частот; положения теоремы Котельникова и её следствия для реальных сигналов; частота Найквиста;
- характерные особенности спектров псевдопериодических сигналов;
- особенности ряда коэффициентов дискретного преобразования Фурье для частотного преобразования сигналов.
- базовые модели данных, используемые при проектировании ГИС;
- методы организации растровых и векторных пространственных данных и их взаимосвязи с прикладными данными;
- основные типы картографических проекций и правила картографического отображения различных типов объектов и явлений;
- состав и структуру современных программно-инструментальных средств разработки ГИС-проектов.

уметь:

- пользоваться пакетом FlowVision для моделирования гидродинамических процессов;
- пользоваться аппаратом средств MATLAB для записи аудио сигналов, загрузки информации из звуковых файлов, записи звуковых файлов, выполнения прямого и обратного дискретного преобразования Фурье, в том числе по алгоритму быстрого преобразования Фурье (БПФ);
- определять «основные» частоты квазипериодических сигналов, полученных моделированием в MATLAB или записью звуковых колебаний, произведённых собственным голосом, с использованием аудио карты компьютера и MATLAB;
- определять числовые критерии для проведения амплитудной и/или частотной фильтрации записанных сигналов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- навыками работы в прикладных пакетах FlowVision и MATLABb и сопоставления результатов численного решения с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Сигналы. Аналого-цифровое преобразование

Виды сигналов. Цифровые и аналоговые сигналы. Проблема хранения сигналов.

Дискретные представления сигналов. Аналого-цифровые преобразователи. Разрядность. Частота дискретизации.

Восстановление сигналов. Частота Найквиста.

Цифровое представление акустических сигналов. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ или Pulse Code Modulation – PCM). Форматы хранения аудио-сигналов, используемые современными программными средствами.

2. Спектральное представление сигналов. Характеристики спектров сигналов

Интегральные представления сигналов. Математический аппарат теории сигналов. Преобразование Фурье.

Вычислительная сложность дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье.

Основные характеристики цифровых сигналов. Частотные характеристики.

Шум. Фильтрация сигналов. Амплитудные и частотные фильтры.

3. Средства системы MATLAB для анализа и обработки сигналов

Средства системы MATLAB для анализа и обработки сигналов.

Реализация быстрого преобразования Фурье.

Работа со звуком в системе MATLAB.

Использование дискретного преобразования Фурье для анализа цифровых сигналов акустической природы.

Изучение особенностей спектров реальных акустических сигналов.

4. Частотные свойства дискретного квазипериодического сигнала. Преобразования сигнала в частотной области

Моделирование сигнала с заданными амплитудно-частотными характеристиками во временной области.

Анализ спектра модельного сигнала.

Преобразование сигнала в частотной области для изменения частотных характеристик сигнала.

Сравнение спектров одиночного и периодических импульсов с одинаковыми характеристиками.

5. Вычислительные и аналитические методы решения задач

Компьютерная алгебра. Области применения символьных и численных методов. Библиотека символьных вычислений Symbolic Math Toolbox. Символьные переменные и операции над ними. Визуализация символьных выражений с использованием MATLAB.

6. Аналитическое дифференцирование и интегрирование

Применение символьных методов для решения системы дифференциальных уравнений.

7. Применение прикладного пакета Flow Vision для решения задач по механике жидкости и газа.

Общая характеристика программного прикладного пакета Flow Vision. Физико-математические модели. Начальные и граничные условия. Особенности численных расчетов. Состав и назначение препроцессора, солвера, постпроцессора.

Моделирование в пакете Flow Vision течения жидкости между плоскостями. Точное решение уравнений Навье-Стокса. Течение вязкой жидкости в плоском канале. Вывод соотношений для расчета максимальной, средней скорости и расхода жидкости.

8. Моделирование в пакете Flow Vision течения в каналах переменного сечения.

Моделирование в пакете Flow Vision течения в расширяющихся каналах. Вывод соотношений для расчета потери давления. Информационные слои визуализации основных характеристик течения. Моделирование в пакете Flow Vision течения в сужающихся каналах. Постановка задачи. Основные соотношения для потери давления. Информационные слои визуализации основных характеристик течения скорости, давления. Построение линий тока с помощью слоя визуализации «группы частиц».

9. Моделирование в пакете Flow Vision обтекания тел

Моделирование в пакете Flow Vision обтекания эллипса и пластины. Основные соотношения обтекания идеальной жидкостью. Вывод соотношений для расчета подъемной силы. Выполнение задания по моделированию течения студентами с помощью преподавателя. Моделирование в пакете Flow Vision обтекания цилиндра. Основные соотношения. Выполнение задания по моделированию течения студентами самостоятельно. Интерпретация результатов. Сравнение с теорией.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Пространственно-временная обработка сигналов

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по обнаружению сигналов на фоне помех в космической системе наблюдения, необходимых для разработки алгоритмов обнаружения, применяемых при создании космических информационных систем, формирование исследовательских навыков и способности применять знания в других областях.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области обнаружения сигналов в космической системе наблюдения;
- научить студентов проводить построение алгоритмов обнаружения, рассчитывать их характеристики для некоторых тестовых сигналов и помех, анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные задачи анализа и обработки сигналов;
- теоретические основы построения алгоритмов обработки сигналов;
- показатели качества алгоритмов обработки сигналов;
- основные устройства, осуществляющие прием и обработку сигналов.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения задач обнаружения;
- ставить задачу обнаружения сигналов на фоне помех, выбирать критерии качества, на основании которых разрабатывать алгоритм обнаружения;
- рассчитать вероятность правильного обнаружения и ложной тревоги разработанного алгоритма аналитическим способом или методом математического моделирования;
- моделировать некоторые тестовые сигналы и помехи в среде Matlab, или в другой удобной среде математического моделирования.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

Темы и разделы курса:**1. Классификация сигналов и способы их описания**

Определение понятия космической оптико-электронной системы наблюдения. Информация, формируемая аппаратурой наблюдения. Задачи обработки информации.

Информативные характеристики детерминированных сигналов (энергия, мощность, автокорреляционная функция, спектральный состав). Модели случайных сигналов: гармонический процесс со случайной фазой, дискретный гауссовский случайный процесс, Марковское свойство, Винеровский процесс (броуновское движение). Информативные характеристики случайных сигналов, автокорреляционная функция, спектральная плотность мощности.

2. Методы обработки регулярных сигналов

Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование). Спектр. Дискретное преобразование Фурье. Восстановление аналогового сигнала по множеству отсчетов. Теорема Котельникова-Шеннона. Частота Найквиста. Описание фильтра в виде дискретной линейной системы: импульсная характеристика, частотная характеристика, фильтры с линейной фазовой характеристикой. Передаточная функция дискретной системы. Аппроксимация (сглаживание) сигналов и метод наименьших квадратов.

3. Методы обработки случайных сигналов и изображений

Проверка гипотез при спецификации аппроксимирующей модели сигнала (основы проверки статистических гипотез). Простые и сложные гипотезы. Виды и свойства оценок. Методы получения оценок по определенным критериям: максимум правдоподобия, максимум апостериорной вероятности. Интервальное оценивание.

Обнаружение сигнала. Постановка задачи обнаружения сигнала как задачи построения линейного фильтра, обеспечивающего максимальное отношение сигнал/шум на выходе. Понятие согласованного фильтра.

Критерии согласия. Критерии χ^2 , Колмогорова-Смирнова, Вилкоксона.

4. Расчет показателей качества алгоритмов обработки

Аналитический расчет вероятности обнаружения и ложной тревоги на примере задачи обнаружения сигнала на фоне нормальной некоррелированной помехи.

Расчет вероятности обнаружения и ложной тревоги на примере задачи обнаружения сигнала на фоне помехи Коши с помощью математического моделирования в среде Matlab.

Свойство оценок по методу наименьших квадратов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Разработка web-приложений на Python

Цель дисциплины:

Освоить инструментарий языка и основных научных библиотек Python для разработки современных web-приложений.

Задачи дисциплины:

- изучение продвинутых возможностей языка Python 3;
- изучение общих принципов организации современных веб-приложений;
- освоение модулей Python для веб-разработки;
- освоение принципов написания приложений в рамках подходов MVC и MVT.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Синтаксические конструкции функционального программирования на Python 3;
- синтаксические основы ООП-программирования на Python 3;
- возможности модулей Python для разработки web-приложений.

уметь:

- Работать с модулями Python для web-разработки;
- создавать качественные web-приложения на языке Python;
- писать приложения в рамках подходов MVC и MVT.

владеть:

Инструментарием языка Python и его модулей для разработки web-приложений.

Темы и разделы курса:

1. HTML и CSS

Структура HTML-документов (head, body)

Типографика в HTML (h*, strong, em, p)

Дополнительная разметка (a, section, article, div)

Emmet

CSS-стили, классы

Селекторы, атрибуты

Элементы одного типа

Классы

Идентификаторы

Группировка

Каскадность, наследование

Сброс стилей

Расчёт веса селектора

Sass (переменные, вложенности, миксины, функции работы с цветом)

Практика: Bootstrap

2. Веб-разработка

Redis, типы данных, методы в python

Протокол HTTP

Передача параметров через GET и POST запросы

Структура запросов

Структура ответов

Практика: создание сайта с формой (Bottle + Simple Template + Redis)

3. RESTful API

MongoDB (find, sort, limit, skip, count)

CAP-теорема

Микрофреймворк Flask

Дизайн REST

CRUD

Request парсинг and валидация

Генерация JSON ответов

Практика: написать свой API (Flask + Bootstrap + Knockout + MongoDB)

4. Реляционные базы данных

PostgreSQL

SQL Joins

CREATE TABLE

DROP TABLE

INSERT INTO VALUES

SELECT * FROM

UPDATE

DELETE

SELECT (where, in, between, max, min, limit, count)

Практика: сайт с базой данных (Pyramid + Bootstrap + DataTables + Chameleon + Peewee + SQLite)

5. MVC / MVT

Flask-Admin

Шаблонизатор Jinja2

Миграции (Alembic)

GIT

Практика: сайт с админкой и графиками (Flask + Jinja2 + Google Chart + SQLAlchemy + SQLite)

6. Django

Структура проекта на Django

Настройки

Конфигурация URL-маршрутов

Регулярные выражения (, \$, d, ., [])

Создание Django app

Создание view-функций

HTTPResponse

Передача параметров во view

Создание простых шаблонов

Сохранение данных в админку

Практика: получение данных через API, сохранение в базе и вывод на сайте.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Разработка программных комплексов для численного моделирования аэродинамики

Цель дисциплины:

научить студента самостоятельно решать сложные прикладные задачи численного моделирования аэродинамики с помощью самостоятельно разработанных программных комплексов.

Задачи дисциплины:

научить студента решать задачи численного моделирования аэродинамики с помощью промышленных пакетов (на примере продуктов Ansys);

научить студента решать задачи численного моделирования путем самостоятельного построения необходимых математических моделей и реализации конечно-объемных методов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные модели аэродинамики, основы конечно-объемных (КО) методов решения уравнений в частных производных гиперболического типа, свойства гиперболических систем уравнений в частных производных, способы реализации граничных условий.

уметь:

самостоятельно программировать численные методы на языке Fortran, пользоваться математическими пакетами и пакетами визуализации Python, строить простые геометрии и сетки в Ansys ICEM, проводить расчеты в Ansys Fluent, визуализировать результаты в Tecplot..

владеть:

навыками расчетов на суперкомпьютере, навыками использования промышленных пакетов для решения задач аэродинамики.

Темы и разделы курса:

1. Обзор основных моделей аэродинамики

Уравнения Эйлера (невязкий газ). Уравнения Навье-Стокса. RANS модели. Модель SA. Обзор + проведение тестовых расчетов. Модель Ментера.

2. Численные методы

Гиперболические системы, характеристики, волны, задача Римана, типы волн. Приближенные Riemann solvers: Русанов, HLL, HLLC. Реконструкция 2-го порядка (1D TVD), ограничители. Аппроксимация вязких потоков, методы вычисления производных. Реализация граничных условий.

3. Навыки программирования

Быстрый старт в Python. Знакомство с Anaconda, Jupyter Notebook. Основы языка Python и работы с математическими пакетами. Быстрый старт в Fortran. Знакомство с Visual Studio 2013 + Intel Fortran Compiler. Основы языка Fortran.

4. Навыки построения сеток в Ansys ICEM

Неструктурированные сетки. Тетраэдральные и гексаэдральные сетки. Пример построения сетки для задачи обтекания пластины. Построение геометрии, блокинга. Ассоциации. Задание числа узлов и законов сгущения сетки. Сплиттинг блоков для выделения пристеночной области. Сохранение сетки в формате Star-CD. Проведение тестовых расчетов. Пример построения сетки для задачи обтекания полуцилиндра. O-grid и C-grid. Автоматическая перестройка 2d геометрии и блокинга в 3d, обновление ассоциаций. Tolerance геометрии. Проведение тестовых расчетов. построение сетки для профиля NASA0012.

5. Расчеты в Ansys Fluent.

Изучение интерфейса и основных функций и модулей пакета Ansys Fluent. Подготовка данных, проведение расчетов, обработка и анализ результатов.

6. Код FlowModellium

Проведение расчетов exe-файлом. Файлы инициализации граничных условий, сетки и задачи, основные параметры. Проведение расчетов и анализ результатов.

7. Проведение расчетов на суперкомпьютере

Задание sbatch файла, разбиение сетки на блоки. Проведение многоблочных расчетов и анализ результатов с помощью пакета Tesplot

8. Выполнение практических заданий по выбору

Выбор задачи, обсуждение и утверждение постановки задачи. Декомпозиция и реализация. Защита результатов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Расчет конвективного теплообмена

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по современному состоянию и методам численного расчета задач конвективного теплообмена.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по современным моделям и методам численного расчета задач конвективного теплообмена.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, методы и теории расчета конвективного теплообмена.

уметь:

- формировать физические модели для задач конвективного теплообмена;
- формировать математические постановки для математического и экспериментального моделирования задач конвективного теплообмена;
- составлять численные модели задач конвективного теплообмена;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и вычислительные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками критического и конструктивного анализа информации, присутствующей в научных публикациях и в интернете;

- навыками постановки и вычислительного моделирования задач конвективного теплообмена.

Темы и разделы курса:

1. Аэродинамический нагрев ВА при полёте в атмосфере.

Существующие и перспективные космические ВА, их типы. Аэродинамический нагрев ВА при полёте в атмосфере.

2. Проектирование теплозащиты.

Проектирование теплозащиты. Задача расчёта прогрева ТЗП. Задачи конвективного теплообмена.

3. Система уравнений Навье-Стокса.

Система уравнений Навье-Стокса. Допущения модели. Способы численного решения. Современные программные комплексы для решения системы уравнений Навье-Стокса, их возможности, ограничения. Расчётные сетки, их типы, трудоёмкость построения.

4. Обработка результатов расчётов.

Обработка результатов расчётов. Визуализация полей течений. Современные программные продукты визуализации.

5. Уравнения Прандтля для тонкого пограничного слоя.

Уравнения Прандтля для тонкого пограничного слоя. Допущения модели. Способы численного решения.

6. Методы локального подобия.

Методы локального подобия для определения основных характеристик тонкого пограничного слоя. Метод эффективной длины, область его применимости.

7. Способ оценки теплообмена методом эффективной длины.

Способ оценки теплообмена методом эффективной длины на треугольной неструктурированной поверхностной сетке. Преимущества и недостатки такого способа. Некоторые результаты расчётов теплообмена модельных задач.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Россия и мир. Дополнительные главы

Цель дисциплины:

Целью изучения данной дисциплины является развитие самостоятельного, критического мышления обучающихся и глубокой мировоззренческой культуры, опирающейся на выработанные европейской философской традицией рациональные принципы, а также формирование навыков поиска интерпретаций современных проблем и дискурсов: адекватно ставить и решать широкий спектр научно-технических, социально-экономических и нравственно-гуманистических проблем

Задачи дисциплины:

сформировать представление об общих методологических принципах современных естественных и социально-гуманитарных наук на основе описания динамики естественных наук и их особых типов рациональности;

познакомить с базовыми принципами современной научной парадигмы;

сформировать у обучающихся навыки оформления научных исследований в форме статей и докладов на основе указанных методологических принципов;

научить грамотной аргументации научной гипотезы с опорой на методологический аппарат философии и гуманитарных наук;

дать обучающимся основные сведения о специфике философского мировоззрения, показать особенности философского знания, его структуру, функции, основные проблемы;

рассмотреть основные этапы истории философии через призму базовых концептов современной науки, а также показать значение таких философских разделов, как онтология, гносеология, философия культуры, философская антропология, социальная философия для формирования научной методологии.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

исходные философские принципы, категории, термины и специфику подхода философии и гуманитарной науки к изучению общества и культуры;

философские концепции личности и фундаментальные программы реализации самоизменений в истории философии.

уметь:

применять техники постановки проблем (формирование навыков проблемного мышления);
использовать философское знание для понимания межкультурного взаимодействия.

владеть:

способностью применения философских идей для построения публичного выступления.
способностью конструировать собственное философское мировоззрение.

Темы и разделы курса:**1. Русский национальный характер как основание российской цивилизации**

Определение нации и национального характера. Влияние природных условий на становление русского национального характера. Душевная стихия как основа русского характера. Влияние православия на русский характер. Терпение, душевность и максимализм как базовые черты русского характера.

2. Славянофилы А. С. Хомяков и Н. Я. Данилевский о предназначении России

Концепция культурно-исторических типов Н. Я. Данилевского и современная социально-политическая реальность. Учение о соборности А.С. Хомякова. Контурсы русской цивилизации.

3. Западники П.Я. Чаадаев и А. И. Герцен о пути России

П.Я. Чаадаев: отсутствие особого пути русской истории. А.И. Герцен: отсутствие свободы и ценности русской истории.

4. Два лика русской идеи: Ф. М. Достоевский и Л. Н. Толстой

Противоречивость и целостность русского национального характера и его влияние на русскую идею. Первый образ русской идеи. Ф.М. Достоевский: от почвенности к универсальности. Три модификации русской идеи. Второй образ русской идеи. Л.Н. Толстой: проблема национального самоотречения.

5. Глобализация и глобальный неоколониализм

Объективные и субъективные причины глобализации. От мировой колониальной системы до глобального неоколониализма. Глобальный неоколониализм как второй западный глобальный проект. Глобальный неоколониализм и Россия.

6. Главные черты русской цивилизации и ее место в глобальном мире

Западный вариант глобализации и русский ответ. Россия в эпоху глобализации: из второго мира в четвертый, «русский крест», сжимающееся кольцо. Принцип двойного соответствия.

7. Контурсы Российского проекта цивилизационного развития

Многополярный мир. Социальная справедливость. Устойчивое развитие.

8. Перспективы урегулирования российско-украинских отношений

Предпосылки конфликта России и Украины: распад СССР, переворот на Украине в 2014 г., втягивание Украины в НАТО и ее милитаризация и нацификация. Демилитаризация и денацификация Украины как задача СВО российских войск. Разворачивание конфликта и попытки переговоров о его разрешении. Достижение устойчивого мира в отношениях России с Украиной как двух неотъемлемых частей единого русского мира.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Россия и мир

Цель дисциплины:

Целью изучения данной дисциплины является развитие самостоятельного, критического мышления обучающихся и глубокой мировоззренческой культуры, опирающейся на выработанные европейской философской традицией рациональные принципы, а также формирование навыков поиска интерпретаций современных проблем и дискурсов: адекватно ставить и решать широкий спектр научно-технических, социально-экономических и нравственно-гуманистических проблем

Задачи дисциплины:

сформировать представление об общих методологических принципах современных естественных и социально-гуманитарных наук на основе описания динамики естественных наук и их особых типов рациональности;

познакомить с базовыми принципами современной научной парадигмы;

сформировать у обучающихся навыки оформления научных исследований в форме статей и докладов на основе указанных методологических принципов;

научить грамотной аргументации научной гипотезы с опорой на методологический аппарат философии и гуманитарных наук;

дать обучающимся основные сведения о специфике философского мировоззрения, показать особенности философского знания, его структуру, функции, основные проблемы;

рассмотреть основные этапы истории философии через призму базовых концептов современной науки, а также показать значение таких философских разделов, как онтология, гносеология, философия культуры, философская антропология, социальная философия для формирования научной методологии.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

исходные философские принципы, категории, термины и специфику подхода философии и гуманитарной науки к изучению общества и культуры;

философские концепции личности и фундаментальные программы реализации самоизменений в истории философии.

уметь:

применять техники постановки проблем (формирование навыков проблемного мышления);
использовать философское знание для понимания межкультурного взаимодействия.

владеть:

способностью применения философских идей для построения публичного выступления.
способностью конструировать собственное философское мировоззрение.

Темы и разделы курса:**1. Динамика естественных наук и типы научной рациональности**

Классическая наука и механистическая картина мира: редукционизм, детерминизм, разделение объекта и познающего субъекта. Неклассическая наука и квантово-релятивистская картина мира: природа как сложная динамическая система, индетерминизм, 3 уровня организации – микро, макро и мегамиры, наблюдатель внутри природы. Постнекласическая наука и эволюционно-синергетическая картина мира: нелинейность, иерархия сложности, познание как «идеал исторической реконструкции» и как «человекообразный процесс», включение ценностных, этических и социальных факторов

2. Базовые принципы современного естествознания

Глобальный эволюционизм: утверждение всеобщности принципа эволюции по ступеням – космическая, химическая, биологическая, психосоциальная, культурная. Признаки: рост сложности, разнообразия, способности накапливать энергию. Системность связи неживой природы, живой природы и человека. Признаки: взаимодействие элементов, иерархичность, наличие эмерджентных свойств. Самоорганизация (от неживых систем до человеческой культуры). Признаки: чередование устойчивости и неравновесности, точки бифуркации, рождение систем более высокого уровня организации. Относительность разделения на субъект и объект. Признаки: «диалог с природой», включение в объект ценностных, этических и социальных факторов.

3. Два класса наук – «науки о природе» и «науки о культуре»: тенденция к их сближению

В. Дильтей о различиях методологии естественных и гуманитарных наук. Неокантианцы В. Виндельбанд и Г. Риккерт: науки о природе и науки о культуре. Ценности и оценки.

4. Философские аспекты глобального эволюционизма, системности и нелинейности (самоорганизации)

Этапы эволюции духовной культуры: мистика (200 тыс. лет назад), искусство (40 тыс. лет), мифология (10 тыс. лет), философия (2500 лет), мировые религии (2000-1300 лет), наука (400 лет), идеология (200 лет). Философские системы – субъективные рациональные системные картины мира. Стадии развития отраслей культуры: зарождение, становление, расцвет, инерционность, упадок. Новая точка бифуркации.

5. «Осевое время»: рождение рациональности и индивидуальности. Философия как горизонт постижения мира: Древняя Индия, Древний Китай и Древняя Греция

Цель философии – познание истины. Философы – авангард, прорывающийся к новизне. Особенности философских систем Древней Индии, Древнего Китая, Древней Греции. Философская формула рациональности

6. Первый круг развития философии: античная философия

Сократ – родоначальник философии: философская формула Сократа: Счастье = Мудрость = Добродетель = Удовольствие. Философия Платона: 2 мира – мир идей (сверхчувственный) и мир чувственный. Философия Аристотеля. Структура знания: физика, метафизика, логика, этика, риторика, политика.

7. Принципы самосозидания античного человека

Филогенетическое развитие человечества и эволюция культуры на определенном этапе приводят к осознанию существования триединства «Творчество ↔ Поиск истины ↔ Поиск смысла». Роль самотворчества в становлении индивидуальности в Античности. Система духовных упражнений: «научиться жить», «научиться общению с Другим», «научиться умирать».

8. Второй круг развития философии: средневековая философия. Реализм и номинализм

От «Исповеди» Бл. Августина к «Сумме теологии» Фомы Аквинского: философия – служанка богословия. Реализм и номинализм. «Бритва Оккама».

9. Третий круг развития философии: философия Нового времени. Теория познания как цель философии: английский эмпиризм и континентальный рационализм

Теория познания как цель философии. Английский эмпиризм: «идолы» Ф. Бэкона, первичные и вторичные качества Д. Локка, скептицизм Д. Юма; Континентальный рационализм: ясность и отчетливость идей Р. Декарта, монады Г. Лейбница.

10. Значение немецкой классической философии для создания научной картины мира

Агностицизм И. Канта: «рассудок предписывает законы природе». Объективный идеализм Г. Гегеля: «все действительное разумно, все разумное – действительно».

11. Иррационализм и позитивизм как два направления развития постклассической философии

Воля и бессознательное как движущие силы истории: философские системы А. Шопенгауэра, Ф. Ницше, А. Гартмана. Позитивизм как философия науки. Кризис европейской философии.

12. Этапы позитивизма как философии науки

Позитивизм О. Конта. Неопозитивизм XX в.: Б. Рассел и К. Поппер. Постпозитивизм: Т. Кун, И. Лакатос, М. Полани., П. Фейерабенд.

13. Философия культуры: предмет, функции и типы культур

Культура как предмет философского познания. Функции культуры. Исторические типы культур, понятие цивилизации как социокультурной системы: любой отдельный социокультурный мир (А. Тойнби), высший уровень культурной идентичности (Хантингтон) или эпоха заката (О. Шпенглер). Отличия культур Востока и Запада. Особенности российской цивилизации

14. Философия постмодернизма как отражение упадка европейской культуры

Отказ от линейности и детерминизма в трактовке социальных процессов (замена традиционного концепта «История» концептом «Постистория» - «эпоха комментариев» М. Фуко)). Отказ от универсальных законов развития и ориентация на плюрализм. Признание множественности реальностей — виртуальных реальностей, возможности создания гиперреальности, единицей которой выступает симулякр (Ж. Бодрийяр). Исчезновение субъекта, который отныне выступает не столько как творец, сколько как комбинатор отдельных элементов.

15. Перспективы современной науки

Наука как эволюционный процесс. Противоречия современной науки

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Русский язык как иностранный

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- не менее 6000 лексических единиц, в том числе базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на русском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- особенности видов речевой деятельности на русском языке;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения россиян, русский речевой этикет при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности русскоязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни англоязычных стран;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения информации, основные правила определения релевантности и надежности русскоязычных источников, анализа и синтеза информации.

уметь:

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на русском языке;
- поддерживать разговор на русском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме;
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;

- профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- выполнять перевод профессиональных текстов с родного языка на русский язык с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

Владеть:

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов; Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на русском языке.

Темы и разделы курса:

1. Тема 1. Наука и образование

Система образования в России и в родной стране. Мой университет. Система Физтеха. Наука и научные отрасли. Образ современного ученого. Новые направления в науке. Жизнь в поиске. Наука университета. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата.

Коммуникативные задачи: Знакомиться, инициировать беседу с незнакомым человеком; сообщать и запрашивать информацию о системе образования в России и в родной стране, о системе занятий в университете, о целях, причинах, возможностях деятельности, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать отчет по лабораторной работе.

Лексика: Лексико-семантические группы (ЛСГ) «Система образования», «Науки и научные отрасли», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; этикетные формулы приветствия и прощания, начала разговора (средний стилевой регистр); РС знакомства; термины механики.

Грамматика: Род существительных на -ь, несклоняемые существительные, существительные общего рода (он сирота, он умница), употребление существительных мужского рода со значением профессии, должности, звания (Профессор Иванова сделала доклад); число существительного (трудные случаи); падежная система (повторение); пассивные конструкции в научном тексте.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области ритмики и словесного ударения.

2. Тема 2. Выдающиеся личности науки и культуры

Великие имена, открытия и достижения (А.С. Пушкин, Н.И. Вавилов, В.И. Вернадский, Н.С. Гумилев и др.). Выдающиеся деятели науки и искусства в родной стране, лауреаты нобелевской премии и их открытия Секреты успеха. Выбор профессии.

Коммуникативные задачи: Инициировать, вступать и поддерживать беседу о человеке, характере, биографических и исторических событиях; высказывать мнение о причинах и возможностях общественного успеха; сообщать и запрашивать информацию о целях,

причинах, возможностях; рассказать и расспросить о жизни и творчестве человека (устная биография, интервью); написать автобиографию, характеристику.

Лексика: ЛСГ «Черты личности», «Сферы культуры», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)»; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительного в объектном значении (я жду помощи от вас, я не знал этого факта), в субъектном значении после отглагольных существительных (замечания коллег), назначение предмета (книга для чтения), причина действия (деформироваться от нагрева); конструкции научной речи с родительным падежом; выражение определительных отношений (пассивные причастия настоящего и прошедшего времени); выражение временных отношений; числительные порядковые и собирательные (правила склонения и употребления); полные и краткие прилагательные (трудные случаи употребления).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

3. Тема 3. Язык науки как средство познания и коммуникации

Язык науки как компонент естественнонаучного образования в технических вузах. Жанры научного стиля. Описание характера и свойств. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Миссия ученого в современном мире. Научные исследования как вклад в будущее цивилизации.

Коммуникативные задачи: сообщать о научных фактах и явлениях; выражать и выяснять интеллектуальную отношение к факту (намерение, предположение, осведомлённость); конспектировать звучащий аутентичный текст по специальности; изложение (описание).

Лексика: ЛСГ «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления; терминологический аппарат механики.

Грамматика: выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени); существительные с обобщённо-абстрактным значением. Отглагольные существительные.

4. Тема 4. Язык науки как симбиоз естественного и искусственного языков

Классификация и сравнение. Структурные особенности языка науки. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Ответственное использование науки на благо общества.

Коммуникативные задачи: Приводить и разъяснять классификацию научных явлений, взаимодействие и взаимовлияние элементов и явлений (устно и письменно); составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова со значением последовательности развития мысли; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что, что влияет/ воздействует на что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: Отработка фонетического чтения научного текста.

5. Тема 5. Студенческая жизнь

Организация учёбы и работы. Свободное время, увлечения. Профессии, карьера.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях, специфике и условиях работы; расспрашивать, уточнять, дополнять. Выразить согласие/несогласие; выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: ЛСГ «Профессии», «Карьера»; «Глаголы учебной деятельности с приставками», РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: Предложный падеж с объектным значением (заботиться о здоровье), времени действия (при подготовке к экзамену). Виды глагола: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении.

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного (поэтического) текста.

6. Тема 6. Язык моей специальности: основные термины

Язык специальности: основные термины. Логико-речевое доказательство.

Коммуникативные задачи: Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать аннотацию печатного текста по специальности.

Лексика: Многозначность слова (решить задачу – решить проблему; найти ответ – найти себя и т.п.); ЛСГ «Математические термины и символы», «Геометрические фигуры», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; вводные слова со значением последовательности сообщения.

Грамматика: Имя числительное; склонение числительных различных грамматических разрядов; употребление собирательных числительных с существительными; слова «один» и «тысяча» в разных контекстах; аббревиация.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения сложных и составных числительных.

7. Тема 7. Наука и производство

Вузовский и академический сектор науки. Новые технологии в разных областях жизни. Взаимосвязь науки и производства.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии: сообщать и запрашивать информацию о достижениях науки и техники; высказывать мнение; 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: ЛСГ «Техника и технологии», «Интеллектуальная сфера» «Нравственные ценности», РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: Склонение имён в единственном и множественном числе (обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Деепричастие.

Фонетика: Корректировка фонетического акцента.

8. Тема 8. Наука и искусство

Взаимосвязь науки и культуры. Наука и искусство как культурные действия. Искусство высоких технологий. М.В. Ломоносов – учёный, художник, поэт. Композитор и учёный М.И. Глинка. Математик и филолог А.Н. Колмагоров. Скрипка Эйнштейна. Художественная культура России.

Коммуникативные задачи: понимать аутентичный художественный текст (фактическую, концептуальную информацию и подтекст); принимать участие в обсуждении художественного произведения: формулировать тему, идею, аргументированно 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: ЛСГ «Этические ценности», «Жанры искусства»; устаревшие слова и неологизмы.

Грамматика: Выражение целевых отношений в простом и сложном предложениях; виды глагола и способы выражение действия (обобщение и систематизация); употребление полных и кратких прилагательных; степени сравнения прилагательных и наречий.

Фонетика: Выразительные возможности русского ударения и интонации.

9. Тема 1. Путешествия

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

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, затруднения с ответом, равнодушия, сочувствия, поддержки, совета (синонимичными речевыми средствами, уместными в различных ситуациях); выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); сообщать и запрашивать информацию о социальных проблемах, принимать участие в обсуждении; подготовить устное выступление по проблеме; написать эссе (аргументированное рассуждение); составить претензию.

Лексика: ЛСГ «Страна», «Город», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; ФЕ со значением «Расстояние», «Время», «Качество», «Количество».

Грамматика: Глагольное управление; глаголы НСВ и СВ (обобщение); активное причастие.

Фонетика: тема-рематическое членение речи, отработка интонационного рисунка.

10. Тема 2. Социальная жизнь и социальные ценности

Быт, услуги, образование, здравоохранение, социальное обеспечение, досуг. Моральные принципы и нормы, духовные ценности, личный жизненный опыт, жизненные установки, интеллектуальные ценности.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях и увлечениях; расспрашивать, уточнять (интервью); принимать участие в дискуссии; написание отзыва-рекомендации и мини-статьи (научно-популярный стиль).

Лексика: ЛСГ «Социальная жизнь», «Досуг»; фразеология; стилевая дифференциация русской лексики.

Грамматика: Вид глагола (обобщение); употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

11. Тема 3. Семья, дом, отношения

Место проживания, быт, круг общения. Семья и семейные ценности. Семейные традиции.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; описывать архитектурные достопримечательности, здания; выражать и выяснять эмоциональную оценку

(удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.); выразить совет, рекомендации; писать неформальное письмо-рекомендации.

Лексика: ЛСГ «Семейные традиции», «Эмоциональное состояние», «Жилье»; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: Винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошел парк за час), направления движения (самолет на Москву); глаголы движения с приставками; полные и краткие прилагательные; выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

12. Тема 4. Здоровье

Здоровый образ жизни. Спорт. Строение тела человека. Болезни. Медикаменты.

Коммуникативные задачи: Инициировать и поддерживать разговор на тему здоровья (в поликлинике, вызов врача на дом, в аптеке, в кабинете врача); выразить интенции утешения, сочувствия, поддержки, удивления, совета; взять интервью; написать изложение со сменой лица повествования; написать объяснительную записку.

Лексика: ЛСГ «Спорт»; «Медицинские специальности»; «Медикаменты»; «Части тела» (повторение и расширение состава ЛСГ); глаголы движения с приставками.

Грамматика: Спряжение глаголов болеть¹ и болеть² (она болеет, голова болит); употребление глаголов СВ и НСВ в императиве.

Фонетика: особенности и функции русской интонации: выражение цели высказывания и эмоциональной окраски (совет, просьба, вопрос, удивление).

13. Тема 5. Человек и освоение космического пространства

Мечты личные и общечеловеческие. «Космический» человек: идеи, технологии, проекты, опыт, перспективы.

Коммуникативные задачи: инициировать и вести дискуссию; аргументировано выразить свою позицию; выступать публично, подготовить презентацию (слайды); написать проблемное эссе-рассуждение.

Лексика: ЛСГ «Космос: техника и технологии», «Космические тела и объекты»; РС для участия в дискуссии (повторение и расширение лексических единиц); стиливая дифференциации лексики: особенности нейтральной (межстилевой) лексики и фразеологии.

Грамматика: причастие: грамматические категории и образование (повторение на расширенном лексическом материале), употребление, стилистические особенности; обособление причастных оборотов.

14. Тема 6. Земля – наш общий дом

Культурное многообразие. Значение русского языка в диалоге культур. Русский язык в межкультурной коммуникации.

Коммуникативные задачи: приглашать, принимать/отклонять приглашение, поздравлять, отвечать на поздравление, запрашивать и сообщать информацию о национальных

праздниках, традициях и обычаях; написать поздравительную открытку; эссе (описание).

Лексика: ЛСГ «Свободное время, увлечения, интересы»; «Праздники, традиции»; «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления.

Грамматика: дательный падеж принадлежности субъекту (памятник Пушкину), регулярности действия (мы ходим в кино по воскресеньям), объекта действия (мы готовимся к Новому году); глаголы движения без приставок; виды глагола (повторение и обобщение основных значений); выражение субъектно-объектных отношений (глаголы с частицей -ся взаимно-возвратного значения).

15. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Современная наука и наука будущего. Глобальные проблемы и будущее человечества.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано выражать свою точку зрения, выяснять точку зрения других участников; разными способами выражать интенции согласия, несогласия, одобрения, возражения, эмоциональной оценки, рациональной оценки; написать научно-популярную статью; составить официальное письмо-запрос.

Лексика: вводные слова и конструкции, выражающие отношение к информации; РС (высокий стилевой регистр) для выражения собственного мнения, запроса мнения собеседника; глаголы тратить, глядеть, говорить с разными приставками.

Грамматика: глагол: грамматические категории, трудные случаи употребления (вид, время, спряжение, глагольное управление); стилистическое использование глагола; правописание суффиксов и окончаний глаголов; обособление вводных слов.

16. Тема 2. Наука и будущее человечества

Человек в эпоху высоких технологий. Влияние информационных, медицинских, биотехнологий на развитие личности.

Коммуникативные задачи: участвовать в обсуждении проблемы, выражать интенции согласия/ несогласия/возмущения/гнева/одобрения/затруднения с ответом средствами разных языковых регистров; написать эссе-рассуждение; письмо личного характера с заданной целью.

Лексика: ЛСГ «Гаджеты», «Изобретения», глагол тратить, выяснять, глядеть, платить, говорить с различными приставками, синонимический ряд «предел – рубеж – граница – окраина»; «эксперт – советник – консультант», «задача – проблема – трудность».

Грамматика: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении; выражение временных отношений в простом и сложном предложениях; употребление предлогов книжных стилей (в связи, согласно, в течение и т.п.).

17. Тема 3. Технологии в экономике, образовании и культуре

Современные образовательные технологии, бизнес-технологии, дополненная реальность.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, пожелания, благодарности, радости, сожаления; формулировать основную мысль, ключевой вопрос, проблему текста, сообщения; аргументировать и иллюстрировать примерами свою точку зрения; выяснять и уточнять позицию собеседника; делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план; написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: ЛСГ «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ»; глаголы «жить», «учить», «давать», «брать» с разными приставками; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения (активизация изученной ранее лексики и расширение состава ЛСГ).

Грамматика: Категория одушевлённости-неодушевлённости существительных; имена собственные и нарицательные; субстантивация; трудные случаи склонения существительных и местоимений; причастия (настоящего, прошедшего времени, пассивные, активные, полные, краткие).

18. Тема 4. Язык моей специальности

Терминологический глоссарий. Роль русского языка в моей будущей профессии.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом который, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

19. Тема 5. Наука и государство: взаимодействие, государственная поддержка исследований

Наука – важнейший институт современного государства. Государственная поддержка исследований, специалистов, работающих на предприятиях, которые реализуют инновационные, внедренческие проекты. Национальные приоритеты государства в сфере научно-технологического развития. Интеграции научно-образовательных организаций и технологических

компаний. Коммерциализация науки. Задачи государства как управляющего активами в науке. Новые формы организации науки.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, исторических событиях; выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); написать эссе (аргументированное рассуждение); подготовить устное выступление полемического характера.

Лексика: ЛСГ «Государственное устройство», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; название общенаучных методов (классификация, анализ, синтез, сопоставление и т.п.).

Грамматика: местоимение (разряды, грамматические категории, формоизменение); имя числительное (категории, склонение числительных разных классов – повторение, трудные случаи); стилистическое функционирование местоимений и числительных; правописание местоимений и числительных.

20. Тема 6. Теория и эксперимент

Теория и эксперимент в методологии научного исследования. Что такое научная теория? Уровни научного познания. Логические и методологические аспекты теоретического знания. Основные модели построения научной теории в классической науке. Основные функции научной теории: описание, объяснение и предсказание. Опытное исследование в классической и современной науке. Проблема интерпретации эксперимента.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом *который*, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

21. Тема 7. Методы, способы, верификация

Научные методы, способы сбора данных, верификация научных исследований.

Коммуникативные задачи: Описывать методы, приёмы, инструменты и ход эксперимента/анализа/разработки программы; делать выводы; написать заключение научной работы; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология для описания методов, инструмента и хода исследования; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Активные и пассивные конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (изучать явление – явление изучается, исследовать проблему – проблема исследуется, проводить эксперимент – эксперимент проводится и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

22. Тема 8. Мое научное исследование

Тема исследования, гипотеза, актуальность, новизна, практическая значимость.

Коммуникативные задачи: обосновывать актуальность, социальную значимость научной проблемы, новизну, историю изучения; написать введение к научной работе; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать 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 разделит что на что, выделил в чём что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

23. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Экология. Глобализация. Цифровизация и искусственный интеллект. Генная инженерия. Здравоохранение. Пандемии. Духовная деградация.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные проблемы и угрозы современного мира, роль науки; делать проблемный полимический доклад, участвовать в обсуждении, задавать проблемные вопросы, аргументировать, приводить примеры, написать научно-популярную статью (публикацию в соцсети) об одной из проблем; комментировать устно и письменно, высказывая своё мнение в корректной и убедительной форме.

Лексика: ЛСГ «Природные объекты и явления», «Компьютерная лексика», «Здоровье, медицина» (расширение и активизация. РС выражения точки зрения.

Грамматика: синтаксические конструкции, используемые в конструкции аргументации; конструкции, выражающие причинно-следственные и уступительные отношения.

24. Тема 2. Работа в команде. Деловая коммуникация. Этикет

Принципы работы в команде, в том числе в многонациональной. Командная работа и эффективное сотрудничество, принципиальные отличия. Распределение ролей в команде, проекте. Преимущества и недостатки командной работы. Взаимоотношения в команде. Ответственность при работе в команде. Методы определения «командного духа».

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные принципы работы в команде; дискутировать об эффективном командном взаимодействии; приводить аргументы определения «командного духа»; выражать свою точку зрения, конструктивно преодолевать разногласия, использовать потенциал группы и достигать коллективных результатов работы; устанавливать наиболее эффективные правила коммуникации при взаимодействии с командой; задавать уточняющие вопросы, подводя собеседника к своему мнению; проводить интервью, выстраивая систему эффективного взаимодействия при обсуждении заданной темы; выступать посредником при возникновении разногласий и успешно их решать; убедительно излагать суждение и влиять на мнение собеседника; распознавать потребности и интересы собеседника и отталкиваться от них в процессе диалога.

Лексика: РС выражения точки зрения (активизация и повторение), этикетные формулы в различных ситуациях командного взаимодействия (поддержка, совет, утешение и проч. – расширение и активизация).

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

25. Тема 3. Планирование научной деятельности. Тайм-менеджмент

Основные составляющие бизнес плана, маркетинг, операционные расходы, затраты на запуск проекта, прогнозы продаж, продвижение продукта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать структуру и содержание бизнес плана, создать маркетинговый план и выполнить подсчеты стоимости проекта, принять участие в дебатах, посвященных эффективности различных методов продвижения продукта.

Лексика: ЛСГ «Время», «Планирование и организация»

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

26. Тема 4. Реферативный обзор и цитирование

Обзор научной литературы. Составление библиографии. Виды цитирований.

Коммуникативные задачи: писать реферативный обзор (реферат на основе нескольких источников); цитировать разными способами (парафраз, прямое цитирование, косвенное цитирование).

Лексика: научная лексика и фразеология для ввода цитат.

Грамматика: синтаксис и пунктуация простого предложения: обособления; знаки препинания при прямой речи.

27. Тема 5. Описание экспериментальной (практической) части работы

Описание объекта дипломного исследования. Обоснование выбранной методики работы с практическим материалом. Сбор и анализ данных. Предложения для внедрения на практике. Выводы.

Коммуникативные задачи: описывать методы исследования, инструментарий, этапы и содержание практической части работы.

Лексика: глаголы научно-исследовательской деятельности, научные клише для описания практической части исследовательской работы.

Грамматика: глагольное управление, пассивные конструкции для описания эксперимента; синтаксис и пунктуация сложного предложения: сложносочинённые предложения, бессоюзие.

28. Тема 6. Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы. Требования. Правила оформления. Методические рекомендации.

Коммуникативные задачи: формулировать тему, цель, задачи, определять объект и предмет исследования; обосновывать целесообразность, новизну, актуальность, практическую ценность и теоретическую значимость работы; описывать структуру и краткое содержание дипломной работы; делать выводы, описывать результаты работы; выражать интенции в устной речи: благодарность, просьба, уточнение, согласие/несогласие, затруднение с ответом (научная коммуникация); подготовить текст доклада (устного выступления), тезисы доклада, визуальную поддержку (слайды); выступать публично; принимать участие в обсуждении/ научной дискуссии.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы; РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос/ ответ/ внимание).

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля; конструкции с несколькими существительными в родительном падеже; синтаксис и пунктуация простого предложения: типе в простом предложении, предложения с однородными членами использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении; синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

29. Модуль 1. Русский язык для академических целей

30. Модуль 2. Русский язык для общих целей

31. Модуль 3. Русский язык для специальных целей

32. Модуль 4. Русский язык в проектной деятельности

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Семинар по механике и процессам управления

Цель дисциплины:

- развитие у студентов профессиональных навыков в выбранной в качестве научной специализации области механики и теории управления.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области механики и теории оптимального управления;
- приобретение студентами базовых навыков подготовки и представления результатов на научных мероприятиях;
- ознакомление с новыми результатами в области механики и теории управления.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- постановки задач механики и теории оптимального управления;
- применение численных методов к решению задач механики и управления динамическими системами;
- основные направления исследований в области механики и теории управления;
- новые направления в различных областях механики и теории управления.

уметь:

- применять на практике базовые навыки подготовки и представления результатов на научных мероприятиях;
- выбирать наиболее эффективный метод решения в зависимости от конкретной постановки задачи;
- приводить определенные задачи механики к стандартному виду и решать их аналитически;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и численные методы.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- приемами оптимизации механических конструкций;
- навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности теоретического и вычислительного плана с использованием методов математического анализа;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Семинар имени академика А.Ю. Ишлинского при Научном совете РАН по механике систем и Научном совете РАН по проблемам управления движением и навигации

Семинар имени академика А.Ю. Ишлинского при Научном совете РАН по механике систем и Научном совете РАН по проблемам управления движением и навигации (под руководством академика В.Ф. Журавлева и академика Д.М. Климова).

2. Семинар по теории управления и динамике систем

Семинар по теории управления и динамике систем (под руководством академика Ф.Л. Черноусько).

3. Семинар по теории управления

Семинар по теории управления (под руководством академика Ф.Л. Черноусько).

4. Семинар имени академика А.Ю. Ишлинского при Научном совете РАН по механике систем и Научном совете РАН по проблемам управления движением и навигации

Семинар имени академика А.Ю. Ишлинского при Научном совете РАН по механике систем и Научном совете РАН по проблемам управления движением и навигации (под руководством академика В.Ф. Журавлева и академика Д.М. Климова).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Семинар по проблемам аэрофизики и космической техники

Цель дисциплины:

- формирование знаний по вопросам аэрофизики, акустики, теплообмена, физической газодинамики при разработке ракетно-космических систем по профилю будущей деятельности специалиста.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по вопросам аэрофизики с точки зрения разработки ракетно-космических систем;
- дать студентам базовые знания по принципам разработки космических аппаратов с точки зрения аэродинамики и газодинамики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- аэродинамические, акустические, газодинамические аспекты разработки ракетно-космической техники;
- основные методы аэродинамики ракетно-космических систем;
- основы теоретического анализа, экспериментального и вычислительного моделирования при аэрогазодинамической разработке ракетно-космических систем.

уметь:

- проводить элементарный аэродинамический анализ элементов аэрокосмической техники;
- производить численные оценки параметров течения у поверхности ракет-носителей (РН) на участке выведения и у элементов возвращаемых аппаратов;
- формулировать задачи разработки космической техники на языке аэрогазодинамики;
- осваивать новые прикладные и теоретические области.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками освоения и анализа большого объема информации;
- навыками ясной, точной и аргументированной устной речи, формулирования своей точки зрения.

Темы и разделы курса:

1. Элементы аэродинамики

Системы координат. Аэродинамические коэффициенты. Аэродинамическое качество. Вопросы устойчивости и управляемости возвращаемых аппаратов при движении в атмосфере Земли.

2. Вопросы аэрофизики при разработке ракет-носителей

Конструкция ракеты-носителя. Взаимодействие струй ДУ со стартовым столом. Аэродинамика участка выведения. Акустические нагрузки. Головной обтекатель (ГО). Сброс ГО. Разделение ступеней. Отделение полезной нагрузки.

3. Вопросы аэрофизики при разработке возвращаемых аппаратов

Возвращаемые аппараты. Газодинамика на атмосферном участке полета при возвращении с орбиты. Типы возвращаемых космических аппаратов. Траектории спуска СА "Союз", КК "Буран". Силы и моменты, действующие на СА и КК.

4. Вопросы аэрофизики при разработке пилотируемых космических кораблей и автоматических аппаратов

Вопросы аэрофизики при разработке пилотируемых космических кораблей и автоматических аппаратов. Динамика разреженных газов. Истечение струй ДУ в затопленное пространство и в вакуум.

5. Космические станции с точки зрения аэрофизики

Космические станции. Факторы космического воздействия на конструкцию станции. Вопросы собственной внешней атмосферы и загрязнений поверхности от воздействия струй ДУ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Семинар по проблемам космической энергетики

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по перспективным энергетическим установкам для использования в областях, связанных с разработкой ракетно-космической техники, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области космической энергетики;
- научить студентов на примерах и задачах рассчитывать узлы энергетических установок, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной механики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов термодинамики, электродинамики;
- современные проблемы космической энергетики.

уметь:

- 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;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение

Объект исследований на примере ядерной энергетической двигательной установки. Источники, преобразователи, потребители энергии на борту космических аппаратов. Ядерная, химическая, солнечная энергетика.

2. Космическое материаловедение

Кристаллическая структура материалов. Виды связи. Фононы и электроны. Фононная теория теплоемкости и теплопроводности. Энергия Ферми.

3. Нанотехнологии

Методы нанесения покрытий. Особенности наноструктурированных объектов – теплопроводность, электрические, химические, механические, оптические и др. свойства.

4. Ядерная энергетика

Виды фундаментальных взаимодействий. Иерархия частиц. Роль нейтронов в ядерных реакциях.

Энергия связи. Капельная модель ядра. Уравнение Вейцеккера. Выход реакции.

Радиоактивные процессы: α -, β -, γ - процессы, нейтронно-ядерные реакции (рассеяние, поглощение, радиационный захват), деление ядер.

Распределение нейтронов в реакторе, балансное уравнение. Производство четырех коэффициентов. Расчет для цилиндрической области. Схема реактора.

Радиоизотопные источники. Основные характеристики изотопов. Схема преобразования энергии. Критерии применимости на борту КА.

Схемы ядерных двигательных установок. Схемы А, Б, В/А. Современное состояние работ в области ЯЭДУ.

5. Тепломеханическое преобразование

Цикл Брайтона. Схема процесса. КПД процесса. Сопоставление с циклом Карно. Практическая реализация. Применение.

Цикл Ренкина. Схема процесса. КПД процесса. Особенности цикла. Достоинства и недостатки цикла Ренкина. Практическая реализация. Применение. Криогенный двигатель.

Двигатель Стирлинга. Схема процесса. КПД цикла. Сопоставление с циклом Карно. Практическая реализация. Применение.

6. Термоэлектрическое преобразование

Уровень Ферми. Контактная разность потенциалов. Закон последовательных контактов Вольта. Проявления контактной разности потенциалов.

Эффект Зеебека. Эксперимент Поля. Причины проявления эффекта Зеебека (термоэдс). Особенности термоэдс в металлах и полупроводниках. Применение эффекта Зеебека в космической энергетике.

Эффект Пельтье. Эксперимент Леру. Сущность эффекта на примере контакта металл – полупроводник. Применение в космической энергетике.

Эффект Томсона. Схема эксперимента по обнаружению эффекта Томсона. Связь между коэффициентами Томсона, Пельтье и Зеебека. Эффективность термоэлектрического генератора. Добротность материала. Схема применения термоэлектрических преобразователей в составе энергоустановки.

7. Квантоворазмерные структуры

Квантоворазмерные структуры: квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Функции распределения в квантоворазмерных структурах. Базовые принципы нанoeлектроники.

8. Термоэмиссионное преобразование

Формула Ричардсона-Дэшмана. Физические основы работы термоэлектрического преобразования. Свойства эмиттеров. Диаграммы потенциалов.

Ток между эмиттером и коллектором. Поток Чайльда-Ленгмюра. Вольт-амперная характеристика вакуумного диода. Закон «трех вторых».

Эффективность термоэмиссионного преобразователя. Каналы потерь: тепловое излучение, избыточная энергия эмитированных электронов, теплопроводность. Вольт-амперная характеристика термоэлектрического преобразователя. Методы повышения эффективности. Схемы применения.

9. Химическая энергетика

Принципы преобразования химической энергии. Электрохимический генератор. Схема топливного элемента. Природа скачка потенциала на поверхности металла, погруженного в раствор. Водородно-кислородный топливный элемент.

Термодинамика процессов в топливных элементах. ЭДС топливного элемента. КПД идеализированного процесса. Примеры топливных элементов.

Особенности работы топливных элементов под нагрузкой. Химическая, концентрационная, омическая поляризации. Зависимость поляризаций от температуры и давления. Реальный КПД. КПД по току, КПД по напряжению. Вольт-амперная характеристика топливного элемента.

Принципиальная схема электрохимического генератора. Проблемы удаления продуктов реакции, обеспечения температурных режимов, управления. Классификация топливных элементов и электрохимических генераторов. Применение в космической энергетике.

10. Солнечная энергетика

Методы преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Схемы машинно-термического преобразования.

Фотоэлектрическое преобразование. Зонная структура вещества. Внутренний фотоэффект. Доноры и акцепторы. Носители тока.

p-n-переход. Контактная разность потенциалов. Диффузионно-дрейфовое равновесие. Работа p-n-перехода как диода. Вольт-амперная характеристика диода.

Работа p-n-перехода при освещении. Вольт-амперная характеристика диода при наличии освещения.

Каналы потерь (отражение света, наличие контактной сетки, проскок фотонов, рекомбинация и др.). Эффективность фотоэлектрических преобразователей.

11. Системы теплосброса с КА

Основы теплового излучения. Формула Планка. Закон Вина. Коэффициент черноты. Теплообмен между параллельными пластинами.

Схемы холодильников-излучателей: панельные, капельные. О роли систем теплосброса в энергетическом балансе космического аппарата.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Семинар по специальности

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения современных математических моделей для решения нелинейных уравнений математической физики в прикладных задачах.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения современных математических моделей для решения нелинейных уравнений математической физики в прикладных задачах;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования в прикладных задачах;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные идеи используемые при построении математических моделей;

Основные сведения о требованиях к современным вычислительным методам;

Современные прикладные задачи и используемые в них математические модели

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 анализа 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 математического моделирования, навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Параллельные вычисления и алгоритмы

1. Распараллеливание многосеточного метода решения прямых задач сейсморазведки с использованием технологий MPI и OpenMP.

2. Применение графических ускорителей для итерационных методов решения уравнения Гельмгольца.

3. Автоматизация тестирования параллельных программ.

4. Параллельные алгоритмы решения задач эллиптического типа. Разработка новых алгоритмов, ориентированных на решение стационарных уравнений Навье-Стокса в области сложной формы.

2. Современные высокоточные численные методы

1. Разработка и реализация итерационных методов решения систем линейных уравнений, возникающих в конечно-объемных методах на неструктурированных сетках.

2. Применение методов глубокого обучения для численного решения уравнений в частных производных.

3. Сравнение методов ADER/ADER-DG решения гиперболических уравнений с жесткой правой частью (кинетическое уравнение и другие).

4. Применение методов оптимизации для построения новых семейств разностных схем.

3. Вычислительные задачи освоения Арктического шельфа

1. Взаимодействие платформы с ледяными плитами.

2. Модели для исследования шельфа.

4. Сейсморазведка нефти и газа. Вычислительная геофизика.

1. Прямые задачи сейсмологии и сейсморазведки. Повышение точности численных методов, явное выделение границ раздела поверхностей.
2. Использование метода наложенных (химерных) сеток для явного выделения геологических неоднородностей.
3. Метод иерархических сеток для моделирования разномасштабных геологических неоднородностей.
5. Задачи вычислительной медицины
 - 1, Человек как твердое деформируемое тело.
 2. Математические модели биохимических реакций в организме человека.
 3. Математическое моделирование течения биологических жидкостей и транспорта веществ в организме человека.
6. Задачи безопасности железных дорог
Задачи неразрушающего контроля.
7. Расчетные проблемы авиакосмических систем
 1. Разработка схем решения уравнений газодинамики на треугольных сетках.
 2. Учет радиационного теплообмена в задаче расчета аэродинамики спускаемого аппарата космического корабля.
 3. Разработка вычислительных алгоритмов для расчета распространения ударных волн в областях со сложной изменяющейся геометрией. Моделирование быстрых течений газа с химическими реакциями в областях сложной формы. Математические модели течений двухфазных сред.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Системы спутниковой навигации

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теории управления динамическими системами для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области современной теории управления.
- научить студентов основам проектирования систем управления движением космических аппаратов и ракетносителей.
- на конкретных примерах ознакомить студентов с особенностями разработки бортового программного обеспечения изделий новой техники.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- используемую в космической навигации терминологию;
- физический смысл измеряемых аппаратурой спутниковой навигации величин;
- часто используемые формулы, связанные с космической навигацией;
- характеристики ГСНС ГЛОНАСС и GPS.

уметь:

- видеть в задачах, связанных с космической навигацией, физическое содержание;
- осваивать новые теоретические подходы в космической навигации;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента.

владеть:

- культурой математической постановки задач, связанных с космической навигацией;

- методами вывода уравнений космической навигации;
- навыками самостоятельной работы с научной литературой по космической навигации.

Темы и разделы курса:

1. Задачи космической навигации, основные понятия и определения. Невозмущенное движение КА

Задачи космической навигации, время в космической навигации, основные системы координат, невозмущенное движение КА, Кеплеровы элементы орбиты.

2. Возмущенное движение КА. Возмущающие ускорения, действующие на КА. Моделирование движения КА

Возмущения, обусловленные нецентральной гравитационного поля Земли. Влияние сжатия Земли на орбитальное движение КА, влияние аномальной части гравитационного поля на орбитальное движение КА, моделирование возмущений гравитационного поля Земли. Аэродинамическое возмущение орбиты КА. Возмущения, обусловленные гравитационным воздействием на КА Луны, Солнца и планет. Возмущения орбиты КА под воздействием сил солнечного давления. Уравнения движения в ГСК. Возмущения движения КА, обусловленные параметрами вращения Земли, вывод уравнений движения, влияние смещения оси вращения Земли относительно оси Z ГСК на движение КА в ГСК, влияние прецессии и нутации оси вращения Земли на движение КА, влияние неравномерности вращения Земли на движение КА. Замечательные орбиты и их свойства.

3. Методы интегрирования уравнений движения КА

Интегрирование уравнений движения КА методом Рунге-Кутты 4 порядка, исследование возможности повышения быстродействия алгоритмов, экономичный метод интегрирования уравнений движения КА, представление вектора состояния КА в виде вектора координат и его приращения, метод интегрирования уравнений движения КА в приращениях, интегрирование уравнений движения КА в ИСК БИНС с учетом измерений БИНС, алгоритмы расчета приращений «кажущейся» скорости в БИНС. Синхронизация измерений БИНС с измерениями аппаратуры спутниковой навигации (АСН). Рекуррентный алгоритм интегрирования уравнений движения КА в приращениях относительно ГСК с учетом измерений БИНС. Неформальное описание алгоритмов интегрирования уравнений движения КА в приращениях относительно ГСК с учетом измерений БИНС. Назначение ПО и методы решения задачи. Описание интерфейса программы, алгоритм функции f_BINS , алгоритм функции f_INTEGR , методы верификации программных функций f_BINS и f_INTEGR .

4. Определение орбит. Глобальные спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС и GPS, их основные характеристики

Определение орбит КА по наземным радиоизмерениям. Основные принципы решения навигационной задачи КА с использованием ГСНС, идеология построения систем ГЛОНАСС и GPS, их основные характеристики и отличия, «сырые» измерения в аппаратуре потребителя, время в системах ГЛОНАСС и GPS. Шкалы времени в системах ГЛОНАСС и GPS, форматы их представления, временные параметры, передаваемые в информационных сообщениях, алгоритмы связи между различными шкалами времени

систем ГЛОНАСС и GPS, формирование собственной шкалы времени в навигационном приемнике, начальная оцифровка шкалы времени.

5. Альманахи и эфемериды ГЛОНАСС и GPS. Алгоритмы расчета координат и скорости НС по альманахам и эфемеридам. Точностные характеристики и «время жизни» альманахов и эфемерид систем ГЛОНАСС и GPS

Алгоритм расчета координат и скорости НС по данным альманаха GPS. Точность формируемых координат. Алгоритмы расчета координат и скорости НС по данным эфемерид GPS. Точность формируемых координат и скорости. Алгоритмы расчета координат и скорости НС по данным альманаха ГЛОНАСС. Точность формируемых координат. Алгоритмы расчета координат и скорости НС по данным эфемерид ГЛОНАСС. Точность формируемого вектора состояния. Исследование возможностей повышения точности прогноза и увеличения "времени жизни" эфемерид ГЛОНАСС и GPS.

6. Алгоритмы формирования навигационных определений в АСН

Расчет поправок к измерениям псевдодальностей. Алгоритмы формирования вектора координат потребителя. Алгоритмы формирования вектора скорости потребителя. Ошибки определения векторов координат и скорости. Методы повышения точности навигационных определений АСН.

7. Формирование оценки орбиты низкоорбитальных КА по измерениям координат АСН.

Обоснование необходимости вторичной обработки измерений АСН. Структура АСН космического назначения. Динамическая фильтрация измерений АСН, алгоритмы динамической фильтрации. Исследование зависимости ошибок формируемой оценки орбиты от различных возмущающих факторов.

Зависимости точности формируемой оценки орбиты от ошибок измерений. Зависимость точности формируемой оценки орбиты от ошибок модели гравитационного поля Земли. Зависимость точности формируемой оценки орбиты от аэродинамического торможения КА. Зависимость точности формируемой оценки орбиты от гравитационного воздействия Луны и Солнца и солнечного давления. Зависимость точности формируемой оценки орбиты от параметров вращения Земли. Динамическая фильтрация измерений АСН с самонастройкой на текущее аэродинамическое торможение. Метод определения возмущений, действующих на НС GPS и ГЛОНАСС, обусловленных силами солнечного давления.

8. Анализ ошибок формируемой оценки орбиты по реальным измерениям АСН-М МКС

Зависимость точности формируемой оценки орбиты от ошибок измерений, зависимость точности формируемой оценки орбиты от ошибок модели гравитационного поля Земли, зависимость точности формирования оценки орбиты от аэродинамического торможения КА, зависимость формируемой оценки орбиты от гравитационного воздействия на КА Луны и Солнца и смещения полюса Земли, зависимость точности формируемой оценки орбиты от постоянной времени фильтра.

9. Динамическая фильтрация «сырых» измерений АСН. Исследование зависимости точности формируемой по «сырым» измерениям оценки орбиты от возмущающих факторов

Алгоритмы динамической фильтрации измерений псевдодальности. Исследование зависимости точности формируемой оценки орбиты от ошибок измерений и числа навигационных спутников в группировке, зависимость точности формируемой оценки орбиты от аэродинамического торможения КА, влияние на точность формируемой оценки орбиты гравитационных возмущений от Луны и Солнца, солнечного давления, параметров вращения Земли.

10. Формирование оценки орбиты в приращениях с учетом измерений БИНС и коррекцией оценки по полным «сырым» измерениям АСН

Алгоритмы динамической фильтрации измерений псевдодальностей и интегральных фаз. Алгоритмы динамической фильтрации измерений псевдодальностей и интегральных фаз с самонастройкой на аэродинамическое торможение. Неформальное описание алгоритмов динамической фильтрации "полных сырых" измерений АСН при формировании оценки орбиты КА в приращениях, назначение ПО и методы решения задачи, описание интерфейса программы, алгоритм функции `f_RAW_CORRECTION`, методы верификации программной функции `f_RAW_CORRECTION`. Исследование зависимости точности формируемой оценки орбиты и устойчивости по отношению к внешним возмущающим ускорениям от постоянных времени динамического фильтра с использованием реальных "сырых" измерений АСН-М МКС. Исследование зависимости точности формируемой оценки орбиты и устойчивости по отношению к внешним возмущающим ускорениям от числа видимых навигационных спутников.

11. Навигация высокоорбитальных космических аппаратов по измерениям ГСНС

Навигация высокоэллиптических КА по измерениям АСН в окрестности перигея. Исследование зависимости ошибок формируемой оценки орбиты от параметров динамического фильтра и различных возмущающих факторов: ошибок измерений АСН, ошибок моделирования гравитационного поля Земли, гравитационного воздействия Луны и Солнца, сил солнечного давления. Влияние разгрузки инерционных исполнительных органов на точность формируемой оценки орбиты. Достижимая точность навигации. Навигация высокоэллиптических КА по полным "сырым" измерениям от "прямых" и "обратных" НС. Навигация геостационарных КА по полным "сырым" измерениям от "обратных" НС.

12. Формирование бортовой шкалы времени космического аппарата

Системные шкалы времени, связь между ними и форматы представления времени. Методы коррекции бортовой шкалы времени КА от АСН. Точность формирования бортовой шкалы времени при её коррекции от АСН. Формирование оценки смещения часов АСН относительно системной шкалы времени на высокоорбитальных КА. Управление дрейфом часов АСН.

13. Определение ориентации КА по измерениям АСН

Принципы определения ориентации КА по измерениям АСН, синхронизация измерений асинхронных АСН. Определение начального приближения ориентации КА. Определение начальной ориентации по измерениям АСН с использованием измерений БИНС. Определение ориентации КА по одномоментным измерениям АСН при известной начальной оценке ориентации. Комплексование АСН и БИНС. Динамическая фильтрация одномоментных определений ориентации. Определение ориентации по измерениям АСН и БИНС с учетом дрейфа БИНС. Верификация алгоритмов определения

ориентации по летным данным АСН-М МКС. Определение достигаемой точности ориентации на МКС. Алгоритмы уточнения координат антенн АСН по измерениям АСН. Определение начальной ориентации МКС по измерениям АСН-М и БИНС. Время начального определения. Критерии достоверности формируемой оценки матрицы ориентации. Точность одномоментных определений ориентации по измерениям АСН-М МКС. Диагностика и отбраковка переотражений. Точность оценки ориентации МКС по измерениям АСН-М и БИНС. Исследование точностных и динамических характеристик систем ориентации кораблей «Союз» и «Прогресс» путем моделирования. Моделирование системы ориентации по измерениям АСН-К в экспериментальной конфигурации. Особенности ориентации по измерениям АСН высокоорбитальных КА. Наведение антенн АСН на Землю. Определение начального приближения оценки ориентации и непрерывное уточнение ориентации по измерениям АСН.

14. Относительная навигация по измерениям АСН при сближении космических аппаратов

Реализация сближения кораблей «Союз» и «Прогресс» с орбитальной станцией. Предстартовая подготовка сближения. Баллистические схемы реализации дальнего сближения. Методы реализации ближнего сближения. Реализация причаливания. Решение навигационной задачи дальнего сближения по измерениям АСН. Динамическая фильтрация измерений АСН, формирование оценки орбиты активного и пассивного КА для реализации дальнего сближения. Исследование возможностей реализации ускоренного времени старта АСН активного КА после выведения. Реализация ближнего сближения по измерениям АСН. Динамическая фильтрация полного вектора «сырых» измерений АСН на участке ближнего сближения. Формирование вектора измерений. Уравнения относительного движения активного и пассивного КА в приращениях. Алгоритмы формирования оценки относительного вектора состояния КА в приращениях по полному вектору «сырых» измерений АСН. Алгоритм формирования оценки относительного вектора состояния в приращениях по полному вектору «сырых» измерений АСН.

15. Навигация при спуске КА в атмосфере

Принцип управления спуском КА с малым аэродинамическим качеством. Описание стенда математического моделирования работы АСН на участке спуска. Исследование видимости НС и уровней GDOP в различных режимах работы АСН. Определение рекомендуемой компоновки АСН на СА. Исследование видимости НС и уровней GDOP в режиме ГЛОНАСС+GPS. Сравнение результатов для 16-и канального и 24-х канального приемников АСН. Исследование видимости НС и уровней GDOP в режимах ГЛОНАСС и GPS. Исследование возможности работы АСН на участке спуска СА по сигналам систем ГЛОНАСС или GPS. Обеспечение горячего старта АСН. Уточнение ориентации СА по измерениям АСН. Алгоритмы интегрирования измерений БИНС с учетом дискретности. Алгоритмы уточнения ориентации по измерениям БИНС с учетом дискрета. Алгоритмы уточнения полной матрицы ориентации перед входом в «зону плазмы». Алгоритмы коррекции вектора состояния по измерениям АСН. Исследование точности реализации спуска при различных алгоритмах решения навигационной задачи. Моделирование измеряемых параметров БИНС. Исследование точности решения навигационной задачи по измерениям БИНС. Исследование точности решения навигационной задачи по измерениям БИНС и АСН. Исследование точности решения навигационной задачи по измерениям АСН и БИНС с уточнением ориентации БИНС по измерениям АСН на начальном участке спуска. Исследование точности решения навигационной задачи по измерениям АСН и БИНС с

уточнением ориентации БИНС по измерениям АСН и закруткой СА по крену на начальном участке спуска перед входом в «зону плазмы» .

16. Навигация средств выведения

АСН РН и РБ для обеспечения телеметрического режима. Обеспечение достоверности измерений АСН. Использование АСН в контуре управления РН. Управление боковыми смещениями. Контур управления продольной дальностью. Использование АСН на РБ. Схемы выведения полезной нагрузки на ГСО с помощью РБ. Схемы выведения полезной нагрузки на ГСО с помощью ЭРД. Использование АСН в контуре управления РБ. Динамика процесса довыведения спутника на ГСО с помощью ЭРД. Особенности работы АСН на этапе довыведения.

17. Проектирование, разработка и наземные испытания АСН космического назначения

Проектирование АСН космического назначения. Требования, предъявляемые к системе АСН космического назначения в целом и к её аппаратуре. Анализ отказов аппаратуры АСН-М МКС и методы повышения надёжности системы. Разработка идеологии построения АСН космического назначения. Методы формирования шкал времени в АСН-К, ЦВМ КА и в аппаратуре–пользователе меток точного времени. Этапы и методы отработки программного обеспечения АСН космического назначения. Разработка математической модели АСН космического назначения. Отработка ПО модулей первичной и вторичной обработки измерений АСН. Автономная отработка ПО навигационного модуля АСН-К. Комплексные наземные функциональные испытания АСН. Испытания АСН в составе НКО БКУ КА. Комплексные наземные испытания АСН в составе изделия. Лётные испытания АСН.

18. Описание программных функций библиотеки бортовых навигационных программ

Библиотека элементарных функций. Библиотека функций формирования и преобразования систем координат. Библиотека функций возмущающих ускорений, действующих на КА. Библиотека функций интегрирования уравнений движения КА. Основные функции функционального программного обеспечения навигационных приёмников ГЛОНАСС, GPS.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Современные геофизические исследования океана

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по современным геофизическим исследованиям океана для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области современных геофизических исследований океана;
- научить студентов на примерах и задачах строить результаты геофизических исследований океана, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия современных геофизических исследований океана;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов геофизических исследований океана;
- современные проблемы геофизики.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных геофизических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- 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;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема геофизической информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования геофизических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных геофизических задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в современные геофизические исследования океана (СГИО), общие вопросы СГИО

Основные геофизические поля океана и их специфика. Значение геолого-геофизических исследований океана для совершенствования представлений об особенностях строения и геодинамики планеты Земля. Роль геолого-геофизических исследований океана в решении проблем поиска и разведки месторождений полезных ископаемых. Современные системы навигации в океане (GPS, ГЛОНАСС). Размерности изучаемых величин. Специфика маршрутного промера, стационарных и дрейфовых работ с борта научно-исследовательских судов. Изменения в природной среде и экология.

2. Геоморфология дна

Аппаратурные принципы и методика измерений глубин. Преимущества и недостатки систем съёмки рельефа дна. Основные черты геоморфологии дна океана. Вопросы техники безопасности при проведении геоморфологических исследований. Экологические последствия процесса измерений глубин океана.

3. Сейсмичность дна и сопутствующие явления

Аппаратурные принципы и методика изучения землетрясений в океане. Основные черты распределения эпицентров и гипоцентров землетрясений в океанических областях. Влияние землетрясений океанского дна и волн цунами на окружающую среду. Вопросы техники безопасности при проведении работ по изучению сейсмичности дна океана. Экологические последствия процесса изучения сейсмичности в океане.

4. Тепловой поток через дно океана

Аппаратурные принципы и методика морских измерений. Характеристика теплового потока для основных структур океанского дна. Вопросы техники безопасности при проведении работ по изучению теплового потока через дно океана. Экологические последствия процесса измерения теплового потока через дно океана.

5. Строение коры и верхней мантии океана

Аппаратурные принципы и методика морских исследований методами ГСЗ, ГСП, НСП. Структура коры и верхней мантии основных структур дна океана. Вопросы техники безопасности при проведении работ по изучению коры и верхней мантии океана. Экологические последствия процесса изучения дна океана сейсмическими методами.

6. Поле силы тяжести в океане

Аппаратурные принципы и методика морских гравиметрических исследований. Особенности интерпретации данных морской гравиметрии. Распределение аномалий силы тяжести в разных редукциях над основными структурами дна океана. Вопросы техники безопасности при проведении работ по изучению поля силы тяжести в океане. Экологический аспект гравиметрических наблюдений в океане.

7. Геомагнетизм пород дна и новая глобальная тектоника

Аппаратурные принципы и методика измерений модуля и составляющих вектора напряжённости магнитного поля Земли в океане. Главные черты аномального магнитного поля океана. Принципы палеомагнитной интерпретации аномалий магнитного поля в океане. Основные представления о формировании инверсионного магнитоактивного слоя океана и его эволюции во времени. Принципы составления хронологической шкалы линейных магнитных аномалий. Основные черты распределения инверсий магнитного поля Земли в Фанерозое. Инверсии магнитного поля Земли и изменения природной среды. Основы новой глобальной тектоники. Вопросы техники безопасности при проведении работ по изучению магнитного поля океана. Экологический аспект магнитных исследований океана.

8. Глубоководные исследования с помощью обитаемых и необитаемых подводных аппаратов

Аппаратурные принципы и методика использования глубоководных геофизических буксируемых комплексов, глубоководных обитаемых и необитаемых аппаратов для изучения дна океана. Геологическое опробование дна океана драгами и в процессе глубоководного бурения. Геофизические измерения в скважинах глубоководного бурения. Основные физические свойства пород дна океана. Вопросы техники безопасности при проведении глубоководных исследований с помощью обитаемых и необитаемых подводных аппаратов а так же при глубоководном бурении дна океана. Экологические последствия глубоководных исследований.

9. Основные типы полезных ископаемых океана и их локализация

Важнейшие виды месторождений в области шельфа. Современные прибрежные россыпи. Современные процессы образования фосфоритов. Карбонатообразование на шельфе. Строительные материалы. Нефтегазообразование на шельфе. Морская вода как химическое сырьё. Проблема Сиваша. Проблема Кара-Богаз-Гола.

10. Правовые основы исследования и использования Мирового океана и его недр

Правовой режим внутренних вод государства. Правовое регулирование экономической зоны. Проблемы правового режима континентального шельфа. Морское дно за пределами национальной юрисдикции.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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: Геокосмические науки и технологии

Теоретические вопросы обработки информации космических систем дистанционного зондирования

Цель дисциплины:

- представления об информационно-управляющих системах на примере космической системы наблюдения;
- знания методов обработки информации в системах наблюдения;
- умения разрабатывать алгоритмы обработки информации для конкретных систем;
- опыта моделирования систем наблюдения.

Задачи дисциплины:

- обучение применению теоретических знаний к решению конкретных задач производится с помощью лабораторных работ и индивидуальных занятий с преподавателем;
- обучение основам проектирования производится с помощью курсового проекта. В процессе проектирования проводятся консультации и индивидуальные занятия студентов с преподавателем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- математическое описание случайных процессов;
- современное состояние теории обнаружения сигналов на фоне помех;
- теорию статистических решений;
- методы оценки параметров движущихся целей.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;

- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценивать степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Информационно-управляющие системы. Классификация систем. Вычислительный комплекс и решаемые на нем задачи.

Программное обеспечение общее и специальное. Особенности систем реального времени. Диалоговые и автоматические системы.

2. Космические системы наблюдения.

Принципы построения. Объекты наблюдения. Аппаратура наблюдения. Шумы и помехи. Вычислительные комплексы обработки. Программное обеспечение.

3. Основные принципы построения программного обеспечения вычислительных комплексов обработки информации в космических системах наблюдения.

Математические модели, их место и роль в разработке специального программного обеспечения. Технология разработки.

4. Математические модели входных сигналов.

Детерминированные и случайные системы, дискретные и непрерывные.

5. Линейные системы.

Импульсная характеристика, передаточная функция, частотная характеристика. Представление линейных систем дифференциальными уравнениями. Вектор состояния. Дискретные системы. Z- преобразования. Передаточная функция и частотная характеристика дискретных систем. Преобразование Фурье конечных

последовательностей. Рекурсивные фильтры. Фильтры с конечной импульсной характеристикой.

6. Моделирование неслучайных сигналов в космических системах наблюдения .

Описание сигнальных характеристик. Описание траекторий движения наблюдаемых объектов.

7. Математические модели случайных сигналов.

Случайные величины и функции распределения. Моменты и квантили. Случайный вектор и корреляционная матрица. Распределение Гаусса и Коши. Центральная предельная теорема и устойчивые распределения. Случайные процессы. Корреляционная функция и спектральная плотность. Формирующий и выбеливающий фильтры.

8. Моделирование внутренних шумов и внешних фоновых помех в космических системах наблюдения.

Моделирование внутренних шумов и внешних фоновых помех в космических системах наблюдения.

9. Статистические методы обнаружения сигналов.

Задача обнаружения объектов на фоне помех как задача проверки статистических гипотез. Ошибки 1-го и 2-го родов. Решение Неймана-Пирсона . Обнаружение неслучайного объекта на фоне гауссовой помехи. Линейный согласованный фильтр и его недостатки. Робастность и устойчивость. Обнаружение объекта на фоне помех .с распределением Коши.

10. Моделирование алгоритма обнаружения для космической системы наблюдения

Космическая система наблюдения, моделирование алгоритма для ее обнаружения.

11. Методы оценки статистических характеристик помех.

Оценки максимального правдоподобия, их характеристики (эффективность, несмещенность, состоятельность) Оценки максимального для Гауссовских моделей. Робастность оценок. Сопоставительные характеристики оценок выборочного среднего и выборочной медианы, выборочной дисперсии, выборочного абсолютного отклонения и медианы абсолютных отклонений от медианы.

12. Измерение параметров движения наблюдаемых объектов.

Измерение координат наблюдаемого объекта на одном кадре. Составляющие ошибок. Завязка траектории и ее аппроксимация полиномом. Оценки коэффициентов полинома методом наименьших квадратов.

13. Непараметрические критерии.

Непараметрические критерии. Ранговые и знаковые алгоритмы. Линейные комбинации порядковых статистик.

14. Проверка адекватности математических моделей .

Проверка адекватности математических моделей. Критерий согласия. Критерий χ^2 . Критерий Колмогорова.

15. Оценка эффективности космических систем наблюдения.

Критерии эффективности. Оценка вероятности обнаружения. Оценка частоты ложных тревог. Оценка ошибок измерения параметров движения обнаруженных целей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Теория вероятностей

Цель дисциплины:

ознакомление слушателей с основами теории вероятностей и подготовка к изучению других математических курсов – математической статистики, уравнений математической физики, теоретической физики, методов оптимального управления и др.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в теории вероятностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в теории вероятностей;
- приобретение навыков в применении методов теории вероятностей в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

уметь:

- использовать свои знания для решения прикладных задач теории вероятностей;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории вероятностей, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;

□ точно представить математические знания в теории вероятностей 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, умением пользоваться необходимой литературой для решения задач повышенной трудности (в вариативной части курса);

-культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования методов теории вероятностей;

-предметным языком теории вероятностей и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

Темы и разделы курса:

1. Аксиоматика теории вероятностей.

1.1. Случайные события. Алгебра событий. Достоверное, невозможное, противоположное, несовместное события.

1.2. Аксиоматика Колмогорова. Вероятностное пространство.

1.3. Дискретное вероятностное пространство. Классическое определение вероятности. Геометрическая вероятность. Статистическая интерпретация вероятности.

1.4. Теорема сложения вероятностей.

1.5. Условная вероятность. Независимые события. Теорема умножения.

1.6. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

2. Последовательности испытаний.

2.1. Последовательность независимых испытаний. Схема Бернулли, полиномиальная схема. Предельные теоремы для схемы Бернулли: локальная теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона.

2.2. Цепи Маркова: основные понятия и свойства. Эргодическая теорема.

3. Предельные теоремы теории вероятностей.

3.1. Последовательности случайных величин, сходимость по вероятности и сходимость по распределению.

3.2. Неравенство Чебышёва. Закон больших чисел (Маркова, Чебышёва, Хинчина).

3.3. Характеристическая функция и ее свойства.

3.4. Центральная предельная теорема. Интегральная теорема Муавра-Лапласа.

4. Случайные величины.

- 4.1. Случайные величины в R^1 . Функция распределения, ее свойства.
- 4.2. Случайные векторы в R^n . Функция распределения, ее свойства.
- 4.3. Основные распределения: биномиальное, Пуассона, равномерное, нормальное (одномерное и многомерное).
- 4.4. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание, его свойства. Ковариационная матрица, ее свойства. Моменты и их свойства. Энтропия. Уравнение линейной регрессии.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Теория жидкостных ракетных двигателей

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теоретическим основам функционирования жидкостных ракетных двигателей для использования в областях, связанных с разработкой ракетно-космической техники, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- Дать студентам базовые знания в области жидкостных ракетных двигателей, составу двигателя и особенностям функционирования агрегатов.
- Научить студентов подходам к описанию процессов смесеобразования, термодинамики, горения, устойчивости горения, гидравлики трактов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- устройство ЖРД и физические процессы, протекающие при его функционировании;
- характерные значения величин, определяющих процессы в жидкостных ракетных двигателях;
- современные подходы к моделированию процессов в ракетных двигателях и пределы их применимости.

уметь:

- использовать фундаментальные знания для решения прикладных задач;
- выполнять оперативные оценки характеристик процессов;
- выделять в технических задачах индивидуальные физические процессы;
- сопрягать математические модели взаимообусловленных физических процессов.

владеть:

- навыками изучения сложных технических систем с целью построения их математической модели;
- навыками освоения комплексной информации по физическому явлению, его математической модели и численной реализации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Принцип реактивного движения, общие сведения о ЖРД

Формула Циолковского К.Э.

Уравнение импульсов

Классификация ЖРД

Области применения ЖРД

2. Тяга ЖРД

Анализ формулы тяги

Удельный импульс

Расходный комплекс, коэффициент тяги, геометрическая степень расширения, степень расширения по давлению.

Характеристики ЖРД (дроссельная и высотная)

Эффективность рабочего процесса, коэффициенты потерь

3. Смесеобразование и преобразование топлива

Распыление: тонкость, однородность, дальнобойность, расходонапряженность

Испарение, смешение и горение. Кривая выгорания

классификация форсунок: струйные и центробежные, однокомпонентные и двухкомпонентные. Особенности расчета с учетом вязкости жидкости.

Смесительные головки и их классификация.

Обратные токи, жгутование, закон распределения по расходу.

4. Охлаждение ЖРД

Особенности теплообмена: высокие скорости потока, высокие температуры, лучистый тепловой поток, специфические охладители.

Способы охлаждения

Регенеративное, внутреннее, радиационное, абляционное, теплозащитные покрытия, ёмкостное, транспирационное.

Конвективный теплообмен

Уравнение турбулентного пограничного слоя. Толщина вытеснения, толщина потери импульса, толщина потери энергии.

5. Неустойчивость горения

Проявления неустойчивости горения в камерах сгорания. Возникновение неустойчивого горения. Виды неустойчивого горения: низкочастотная и высокочастотная. Классификация мод колебаний в камере сгорания.

Вибрационное горение как автоколебательный процесс.

Способы и критерии моделирования ВЧ колебаний.

Акустические средства подавления колебаний в ЖРД.

6. Турбонасосные агрегаты

Классификация насосов. основные характеристики: мощность, расход, объёмный расход, напор, составные части КПД, коэффициент быстроходности, напорная характеристика, геометрические характеристики- треугольник скоростей. Кавитация: срывные характеристики, способы борьбы с кавитацией.

Классификация турбин: активная и реактивная турбина. Основные характеристики: адиабатная работа, относительный перепад давления, КПД, парциальность, треугольники скоростей.

Совместная работы насоса и турбины в составе ТНА.

7. Классификация двигательных установок

Двигательные установки с дожиганием генераторного газа. Определение максимального давления, балансовые уравнения. Двигательная установка без дожигания генераторного газа. Безгазогенераторная схема двигателя

Сравнение: достоинства и недостатки схем.

Обзор современного уровня двигателестроения в России и за рубежом.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Теория колебаний

Цель дисциплины:

Формирование у слушателей единого и строгого физико-математического подхода к исследованию колебательных явлений различной природы. Изучение дисциплины «Теория колебаний» является обязательным элементом подготовки специалистов, имеющих дело со сложными естественными и техногенными системами.

Задачи дисциплины:

Приобретение слушателями навыков построения математических моделей разнообразных колебательных процессов, встречающихся в природе и в технике.

Овладение современными численными и аналитическими методами исследования математических моделей колебательных процессов.

Воспитание умения соотносить результаты исследования формальной математической модели с поведением реальной системы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные свойства колебательных процессов в нелинейных и неавтономных системах;

Условия возникновения и развития различных колебательных процессов;

Ситуации появления сложного (недетерминированного) поведения.

уметь:

Строить математические модели колебательных явлений;

Выделять «управляющие» параметры, определяющие (качественно и количественно) свойства колебательных процессов в конкретных системах;

Применять численные методы и методы теории возмущений для изучения колебательных явлений;

Устанавливать соответствие между результатами исследования математической модели и поведением реальной системы.

владеть:

Численными и аналитическими методами исследования колебательных явлений.

Темы и разделы курса:

1. Качественный анализ движения в консервативной системе с одной степенью свободы

- Метод фазовой плоскости.
- Зависимость периода колебаний от амплитуды. Мягкие и жесткие системы.

2. Уравнение Дюффинга

- Выражение для общего решения уравнения Дюффинга в эллиптических функциях.

3. Квазилинейные системы

- Переменные Ван-дер-Поля.
- Метод усреднения.

4. Релаксационные колебания

- Уравнение Ван-дер-Поля.
- Сингулярно возмущенные системы дифференциальных уравнений.

5. Динамика нелинейных автономных систем общего вида с одной степенью свободы

- Понятие «грубости» динамической системы.
- Бифуркации динамических систем.

6. Элементы теории Флоке

- Нормальные решения и мультипликаторы линейных систем дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами.
- Параметрический резонанс.

7. Уравнение Хилла

- Анализ поведения решений уравнения типа Хилла как иллюстрация применения теории Флоке к линейным гамильтоновым системам с периодическими коэффициентами.
- Уравнение Матье как частный случай уравнения типа Хилла. Диаграмма Айнса-Стретта.

8. Вынужденные колебания в системе с нелинейной восстанавливающей силой

- Связь амплитуды колебаний с величиной вынуждающей силы, прикладываемой к системе.
- Изменение режима движения при изменении частоты вынуждающей силы. Понятие о «динамическом» гистерезисе.

9. Адиабатические инварианты

- Переменные «действие-угол».
- Сохранение адиабатических инвариантов при качественном изменении характера движения.

10. Динамика многомерных динамических систем

- Понятие об эргодичности и перемешивании в динамических системах.
- Отображение Пуанкаре.

11. Уравнения Лоренца. Странный аттрактор

- Уравнения Лоренца как модель термоконвекции.
- Бифуркации решений уравнений Лоренца. Переход к хаосу.
- Фрактальная структура странного аттрактора.

12. Одномерные отображения. Универсальность Фейгенбаума

- Квадратичное отображение – простейшее нелинейное отображение.
- Периодические орбиты отображений. Бифуркации периодических орбит.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Теория поля

Цель дисциплины:

Дать студентам знания необходимые для описания различных физических явлений в области приложений специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории относительности и классической электродинамики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять, как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

Задачи дисциплины:

- Изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методов релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;
- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;

- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.

уметь:

- Пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.

владеть:

- Основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами.

Темы и разделы курса:

1. Принцип относительности

Однородность пространства и однородность времени, изотропия пространства, инерциальные системы отсчёта. Ньютонова механика и принцип относительности Галилея. Потенциальность сил и дальноедействие. Постоянство скорости света. Несовместимость

конечности скорости распространения взаимодействий с принципом относительности Галилея. Принцип относительности Эйнштейна. Изменение представлений о свойствах пространства и времени в результате опытов со светом. Преобразования Лоренца, их вывод и следствия из них. Относительность одновременности и промежутков времени. Мысленные опыты по измерению длин, промежутков времени и синхронизации часов. Сокращение длин, замедление времени и собственное время. Релятивистское сложение скоростей и преобразование направлений. Эффект прожектора. Аберрация света.

2. Четырехмерное псевдоевклидово пространство Минковского.

Декартовы координаты. Мировая точка (событие) и мировая линия. Интервалы между событиями как мера расстояния в пространстве Минковского. Пространственно-подобные, временно-подобные и нулевые интервалы. Световой конус. Принцип причинности. Инвариантность интервала и геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. Аффинные преобразования. Понятие 4-вектора. Скалярное произведение. Метрика четырехмерного пространства. Контра- и ковариантное представление. 4-градиент и 4-дивергенция. 4-векторы скорости и ускорения. Ковариантность физических законов относительно преобразования Лоренца как переформулировка принципа относительности. Векторы и тензоры в трехмерном пространстве.

3. Описание движения свободной релятивистской точечной частицы.

Понятие точечной элементарной частицы, её 4-координата и мировая линия. Ковариантная формулировка принципа наименьшего действия в пространстве Минковского, функция Лагранжа свободной частицы. Принцип соответствия. Энергия, импульс и гамильтониан свободной релятивистской частицы. 4-вектор импульса. Частицы с нулевой массой. Ультрарелятивистское движение. Закон сохранения 4-импульса замкнутой системы как следствие однородности пространства-времени. Лабораторная система и система центра масс. Применение закона сохранения 4-импульса для описания упругих столкновений частиц. Эффективная масса системы. Неупругие столкновения и распады с образованием новых частиц. Дефект массы для составных

систем. Порог реакции. Волновой 4-вектор. Эффект Доплера.

4. Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем.

Понятия заряда точечной элементарной частицы и электромагнитного поля. 4-вектор потенциал электромагнитного поля. Действие и лагранжиан для точечной частицы во внешнем векторном поле. Энергия, обобщенный и кинематический импульсы. Уравнение Лагранжа и сила Лоренца. Функция Гамильтона. Градиентная (калибровочная) инвариантность. Ковариантный вывод уравнения движения заряженной частицы в четырехмерном виде. 4-вектор силы.

5. Тензор электромагнитного поля.

Понятие тензора. 4-тензоры и их свойства. Абсолютно антисимметричный и метрический тензоры. Инвариантность 4-объема. Электрическое и магнитное поля как компоненты антисимметричного 4-тензора электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для потенциалов (ϕ , A) и напряженностей (E , H) из одной системы отсчета в другую. Инварианты поля и их следствия. Дуальный тензор поля.

6. Движение заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

Движение заряженной частицы в постоянных однородных электрическом и магнитном полях. Дрейф в скрещенных полях. Средняя сила и средний момент силы для системы частиц во внешних слабонеоднородных электрическом и магнитном полях. Электрический и магнитный дипольные моменты. Энергия магнитного момента во внешнем магнитном поле. Гиромагнитное отношение. Прецессия магнитного момента во внешнем поле и теорема Лармора. Адиабатический инвариант и движение заряженной частицы в слабопеременном магнитном поле. Движение ведущего центра орбиты и поперечный дрейф заряженной частицы в слабонеоднородном магнитном поле. Магнитные зеркала и примеры осуществления их в природе и технике.

7. Уравнения электромагнитного поля.

Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов и их вывод из первых принципов. Первая пара уравнений Максвелла. Распределенные заряды. Переход от точечных зарядов к распределенной системе зарядов и токов при помощи δ -функции. Плотности заряда и тока системы точечных частиц. Закон сохранения электрического заряда и 3 уравнение непрерывности. 4-вектор плотности тока. Функционал действия и плотность функции Лагранжа для электромагнитного поля. Получение второй пары уравнений Максвелла из вариационного принципа. Уравнения Максвелла в трехмерной и четырехмерной формах. Единственность решений уравнений Максвелла. Свойства симметрии уравнений Максвелла.

8. Энергия и импульс электромагнитного поля. Уравнения для потенциалов.

Плотность энергии поля и вектор плотности потока энергии (вектор Пойнтинга). Баланс энергии системы заряженных частиц и электромагнитного поля. Плотность импульса поля, тензор плотности потока импульса и тензор напряжений Максвелла. Баланс импульса системы заряженных частиц и электромагнитного поля. Плотность силы Лоренца. 4-тензор энергии-импульса. Калибровочная инвариантность уравнений электродинамики. Уравнения для потенциалов. Вид уравнений для 4-потенциалов в кулоновской калибровке и в калибровке Лоренца. Оператор Д'Аламбера. Основные уравнения электро-и магнитостатики. Электростатический потенциал точечного заряда.

9. Электро- и магнитостатика.

Уравнение Пуассона и его решение. Функция Грина уравнения Пуассона. Электрическое поле

системы неподвижных зарядов на больших расстояниях. Мультипольное разложение потенциалов. Электрический квадрупольный момент. Энергия электростатического взаимодействия и устранение самодействия точечных частиц. Выражение энергии системы зарядов во внешнем слабонеоднородном электрическом поле через мультипольные моменты. Решение уравнения Пуассона для векторного потенциала стационарной системы токов. Закон Био–Савара. Магнитное поле усредненного по времени стационарного движения зарядов на больших расстояниях.

10. Свободное поле. Неоднородные волновые уравнения.

Однородные волновые уравнения для потенциалов свободного электромагнитного поля в пустом пространстве и их решения. Плоские монохроматические электромагнитные волны и их поляризация. Линейная, круговая и эллиптическая поляризации. Усреднение по

времени и по поляризации. Решение неоднородных волновых уравнений с помощью функции Грина. Функция Грина в фурье-представлении по времени. Функция Грина волнового уравнения и принцип причинности. Определение запаздывающей функции Грина.

11. Запаздывающие потенциалы. Излучение в дипольном приближении.

Запаздывающая и опережающая функции Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Дипольное приближение, его физический смысл и критерии применимости. Потенциалы поля излучения в дипольном приближении. Поля E и H в волновой и квазистационарной зонах. Интенсивность излучения в дипольном приближении. Угловое и спектральное распределения дипольного излучения и его поляризация.

12. Излучение движущихся зарядов вне дипольного приближения.

Поле в волновой зоне колеблющихся магнитного диполя и электрического квадруполь. Интенсивность излучения магнитного диполя и электрического квадруполь. Излучение релятивистски-движущихся частиц. Потенциалы Лиенара–Вихерта. Формула Лармора. Синхротронное излучение и его полная интенсивность. Оценка длины формирования, углового и спектрального распределения синхротронного излучения в ультрарелятивистском случае.

13. Реакция излучения и рассеяние электромагнитных волн.

Сила радиационного трения. Затухание, вызываемое излучением. Естественная (классическая) ширина спектральной линии. Пределы применимости классической электродинамики на малых расстояниях и в сильных полях. Постановка задачи о рассеянии. Дифференциальное и полное сечение рассеяния монохроматической волны на заряде. Рассеяние света на свободном электроны. Томсоновское сечение рассеяния и классический радиус электрона. Поляризация рассеянного света. Рассеяние электромагнитных волн на связанном электроны как на осцилляторе с затуханием. Резонансное рассеяние.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Теория управления

Цель дисциплины:

Формирование базовых знаний по теории автоматического управления, оптимального управления, управления роботами для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

Дать студентам базовые знания в области теории управления техническими системами. Научить студентов на примерах и задачах исследовать системы с обратной связью, самостоятельно анализировать точность и устойчивость систем управления, составлять уравнения движения мобильных роботов, формировать цель управления в виде функционала, искать оптимальные траектории

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Фундаментальные понятия, законы, теоремы классической и современной теории управления;

Области применения робототехнических систем и типы математических моделей роботов.

уметь:

Пользоваться своими знаниями для постановки задачи управления техническими системами;

Составить систему с обратной связью, исследовать ее точность и устойчивость;

Математически описать цель управления и ограничения на управляющие воздействия;

Составлять дифференциальные уравнения движения робототехнической системы;

Осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.

владеть:

Математическим аппаратом теории управления

Методами теории управления

Темы и разделы курса:

1. Возникновение теории управления, примеры практических задач управления техническими системами

- Исторические аспекты возникновения теории управления. Регулятор Уатта. Задача о брахистохроне. Объект управления, фазовые координаты, управляющие функции, уравнения состояния объекта, управляющее устройство. Расширенное фазовое пространство управляемой системы. Способы задания цели управления. Функционал задачи.

- Управление спуском КА в атмосфере планеты как характерный пример задачи управления. Замкнутые и разомкнутые системы управления. Программа управления, синтез управления. Обратная связь по координатам и по возмущениям. Аналитические подходы к решению линейных задач.

2. Математический аппарат теории управления

- Система управления с обратной связью и её математическое описание с помощью линейной системы дифференциальных уравнений. Звено системы управления и его описание с помощью линейного дифференциального уравнения n -го порядка. Операторный подход Хевисайда, операторная передаточная функция звена, её использование для исследования устойчивости по входу. Характеристический многочлен. Математическая формализация подхода Хевисайда с помощью преобразования Лапласа. Основные положения операционного исчисления. Передаточная функция звена $H(s)$, матричная передаточная функция линейной системы, смысл элементов матричной передаточной функции. Передаточная функция системы управления при различных видах соединения звеньев: последовательном, параллельном, с обратной связью.

- Свойства преобразования Лапласа. Теорема единственности. Таблица изображений для ряда элементарных функций. Преобразование Лапласа для свёртки функций. Алгебра передаточных функций. Перенос точки съёма сигнала и точки суммирования сигналов с целью получить более простую эквивалентную схему. Отклик системы на стандартные воздействия: дельта-функцию, тета-функцию, гармоническое колебание. Весовая функция, переходная функция, амплитудно-фазовая характеристика. Связь между весовой и переходной функциями. Связь между передаточной функцией и амплитудно-фазовой характеристикой. Использование весовой функции для нахождения отклика системы на произвольное внешнее воздействие.

3. Типовые звенья следящей системы, её точность и устойчивость

- Типовые звенья как элементарные ячейки сложной системы управления. Получение уравнений типовых звеньев из общего вида линейного дифференциального уравнения n -го порядка. Идеальный усилитель, интегрирующее звено, дифференцирующее звено, апериодическое звено. Примеры этих звеньев как реальных устройств. Построение для

перечисленных типовых звеньев передаточных, весовых, переходных функций и амплитудно-фазовых характеристик. Интерпретация этих функций и характеристик для реальных типовых звеньев. Пример получения чистого интегратора из апериодического звена и идеального усилителя, объединённых положительной обратной связью.

- Следящая система. Передаточные функции для ошибки по задающему воздействию и по возмущению. Исследование точности следящей системы. Различные подходы к синтезу инвариантной системы: увеличение коэффициента усиления, введение положительной обратной связи, введение корректирующих звеньев. Принципиальные сложности синтеза инвариантных систем при управлении по отклонению. Исследование точности следящей системы на больших интервалах времени и в предельном случае. Понятие о статической ошибке и устранение этой ошибки путём введения в контур управления интегрирующих звеньев. Астатические системы.

- Устойчивость системы управления по начальным данным и её устойчивость по входу. Ограниченность входного и выходного сигналов. Суждение об устойчивости системы по её весовой и передаточной функциям. Связь устойчивости системы с расположением корней характеристического полинома. Алгебраические и графические критерии устойчивости (необходимое условие, критерий Рауса-Гурвица, критерий Михайлова). Непрерывная зависимость корней полинома от его коэффициентов. Граница устойчивости в комплексной плоскости корней полинома и граница устойчивости в плоскости параметров системы. Метод Д-разбиения для нахождения областей устойчивости в плоскости параметров. Пример использования метода Д-разбиения.

- Характеристический полином системы управления с отрицательной обратной связью. Графический метод исследования устойчивости замкнутой системы управления. Суждение об устойчивости замкнутой системы по амплитудно-фазовой частотной характеристике разомкнутой системы (критерий Найквиста). Использование АФЧ-характеристик для анализа устойчивости сложных систем при отсутствии их точной математической модели. Передаточная функция звена запаздывания. Устойчивость системы с обратной связью при наличии запаздывания.

- Структурная устойчивость систем управления. Пример системы с двойным интегратором и апериодическим звеном. Пример системы с одним интегратором и неустойчивым звеном. Локальная обратная связь как один из способов изменения структуры системы управления и устранения структурной неустойчивости. Переход от операторного описания систем управления к их описанию в пространстве состояний (алгоритм). Обобщение линейной системы управления на случай векторного входа и векторного выхода. Матричная передаточная функция. Весовая функция, переходная функция, характеристический полином для многомерной линейной системы управления общего вида.

Робастная система управления, как система, сохраняющая свои основные свойства при некотором изменении её параметров. Робастная устойчивость линейных систем. Теорема Харитонова о робастной устойчивости полинома с независимыми коэффициентами.

4. Управляемость и наблюдаемость линейных систем

- Свойства управляемости и наблюдаемости линейных систем. Необходимые и достаточные условия управляемости и наблюдаемости. Нелинейные элементы в системе управления. Примеры нелинейных элементов и их характеристик. Характерные особенности

нелинейных элементов - зона нечувствительности и участок неоднозначности (гистерезис).

- Метод фазовой плоскости при исследовании следящей системы с одним нелинейным элементом. Фазовый портрет, предельный цикл, автоколебание.

5. Системы с нелинейным элементом, предельные циклы, автоколебания

- Устойчивые и неустойчивые предельные циклы в нелинейных системах. Принципиальное отличие предельного цикла от фазового портрета типа «центр» у линейной системы. Автоколебание, как физическая реализация устойчивого предельного цикла.

6. Вариационный анализ нелинейных систем управления

- Постановка задачи оптимального управления: система уравнений, начальные и краевые условия, ограничения на управление или допустимые управления, критерий оптимальности, заданный с помощью терминального функционала. Сведение интегрального функционала к терминальному.

- Вариационный анализ нелинейных систем управления. Формула для малых изменений фазовых переменных при изменении начальных условий и управлений. Информационная матрица $P(t)$. Дифференциальные уравнения и граничные условия для $P(t)$. Пример вычисления информационной матрицы для гармонического осциллятора.

- Формула для малых приращений терминального функционала при изменении начальных условий и управлений. Простейшая задача оптимального управления.

7. Необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума Л.С.Понтрягина

- Сопряжённые переменные, функция Гамильтона-Понтрягина, сопряжённая система, условия трансверсальности. Принцип максимума Л.С. Понтрягина - необходимое условие оптимальности.

- Типичные задачи теории оптимального управления для механических систем. Описание условий старта и финиша траектории с помощью гиперповерхности в расширенном фазовом пространстве.

- Решение задач по теме «Принцип максимума Л.С. Понтрягина»: максимальное отклонение гармонического осциллятора под действием ограниченной по модулю силы, наибыстрейший разворот твёрдого тела под действием ограниченного по модулю момента.

8. Теория механики роботов

- Роботы и мехатронные системы. Что такое "робот", какие бывают роботы, среда обитания. Триединство: двигатель/датчик – процессор – программа. Устройство робота (элементы), дифференциальный привод. Мобильные системы. Кинематические схемы колесных мобильных роботов (минимальные). Возможности и сравнение.

- Динамика электродвигателя. Управляемое движение электропривода. Двигатель постоянного тока, уравнения и модели. Особенности пускового режима. ШИМ-управление.

- Основы динамики мобильного робота и управления движением робота. Двигатель и колесо. Дифференциальные уравнения движения, законы движения. Разгон моноколесного робота моментом силы и электродвигателем. Голономные и неголономные системы. Обратные задачи построения движения. Движение по траектории и по линии на основе обратной связи). Примеры нестандартных решений. Робопоезд и робобуер.

9. Навигация и управление

- Теория регуляторов в применении к роботам. Пропорциональный, интегральный, дифференциальный регулятор и их комбинации (ПИД – регулятор). Сравнение на задачах/примерах.

- Элементы и методы теории навигации. Движение по карте. Прокладка маршрута. Алгоритмы прокладки пути на графах. Поиск в ширину, в глубину, алгоритм Дейкстры, алгоритм A*, методы магистралей.

- Одометрическая навигация. Навигация по маякам. Понятие о терминальном управлении. Стохастическая навигация, Калмановская фильтрация в задаче локализации.

10. Сенсорика

- Сенсорная подсистема робота.

- Сенсорика в задаче движения по линии. От датчиков линии до видеосистемы зрения.

- Локальные операторы обработки зрительной информации, возможности и проблемы.

- Планирование движения с учетом сенсорики. Дальномеры. объезд препятствий.

- Методы обработки групповых сенсорных данных. Задача многолучевой пеленгации. Понятие об эвристических алгоритмах.

11. Искусственный интеллект в робототехнике

- Примеры интеллектуальных роботов. История и современность. Приложения. Задачи группового управления. От стай роботов до команд роботов.

- Соревнования интеллектуальных роботов.

- Поведение роботов, понятие об искусственном интеллекте в мобильной робототехнике. Простые рефлексорные модели поведения. Планирование и обучение. ДСМ-метод (порождение гипотез, рассуждения, индукция) и роботы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Теория функций комплексного переменного

Цель дисциплины:

изучение методов и овладение аппаратом анализа функций комплексного переменного для их применения при решении задач математической физики, гидродинамики, аэродинамики и др.

Задачи дисциплины:

- изучение свойств регулярных функций, разложение регулярных функций в кольце в виде суммы ряда Лорана;
- умение исследовать изолированные особые точки функции и применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- владение методом конформных отображений при решении задач уравнений математической физики на плоскости.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- условия Коши-Римана, интегральную теорему Коши, интегральную формулу Коши;
- критерии регулярности функций: теоремы Морера и Вейерштрасса, представление регулярной функции, заданной в кольце, в виде суммы ряда Лорана; типы изолированных особых точек;
- понятие вычета в изолированной особой точке;
- теорему Коши о вычислении интегралов через сумму вычетов;
- понятие регулярной ветви многозначной функции;
- понятие конформного отображения, дробно-линейные функции и функции Жуковского;
- теорему Римана о конформной эквивалентности односвязных областей;
- решение классической задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости методом конформных отображений.

уметь:

- представлять регулярную функцию, определенную в кольце, в виде суммы ряда Лорана;
- находить и исследовать изолированные особые точки функции;
- применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- находить функции, осуществляющие конформные отображения заданных областей;
- применять метод конформных отображений при решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости.

владеть:

- методами комплексного анализа, применяемыми при вычислении интегралов с помощью вычетов;
- методами комплексного анализа, применяемыми при решении задач гидродинамики, аэродинамики, математической физики и др.

Темы и разделы курса:

1. Элементарные функции комплексного переменного, их дифференцируемость и интегрируемость по контуру. Условия Коши-Римана. Теорема об обратной функции. Многозначные функции. Главные регулярные ветви функций. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

1.1. Комплексные числа. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Последовательности и ряды. Понятие функции комплексного переменного. Непрерывные функции.

1.2. Дифференцирование по комплексному переменному. Условия Коши--Римана. Понятие функции, регулярной в области. Сопряженные гармонические функции двух переменных.

1.3. Элементарные функции комплексного переменного: степенная, рациональная, показательная и тригонометрическая, их свойства. Теорема об обратной функции (невыврожденный случай). Понятие о многозначной функции и ее регулярных ветвях. Главные регулярные ветви многозначных функций.

1.4. Интегрирование по комплексному переменному. Интегральная теорема Коши для регулярных функций (доказательство для случая кусочно-гладкого контура в односвязной области). Интегральная формула Коши (интеграл Коши). Интеграл типа Коши, его регулярность.

1.5. Первообразная. Достаточное условие существования первообразной. Формула Ньютона--Лейбница. Теорема Морера.

1.6. Приращение аргумента z вдоль гладкого контура, его интегральное представление и свойства. Приращение аргумента функции $f(z)$ вдоль непрерывного контура и его свойства.

Общий вид регулярных ветвей многозначных функций и в односвязной области, не содержащей нуля. Условия существования и общий вид регулярных ветвей многозначных функций.

2. Интегральная теорема Коши.

Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Первообразная.

3. Степенные ряды. Ряд Тейлора для регулярной функции. Ряд Лорана для регулярной функции в кольце.

2.1. Степенные ряды, первая теорема Абеля, радиус и круг сходимости. Разложение в степенной ряд функции, регулярной в круге. Теоремы Вейерштрасса для равномерно сходящихся рядов из регулярных функций.

2.2. Ряд Лорана и его кольцо сходимости. Разложение в ряд Лорана функции, регулярной в кольце, его единственность и неравенство Коши для коэффициентов ряда Лорана. Теорема единственности для регулярных функций.

4. Изолированные особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов.

3.1. Изолированные особые точки однозначного характера, их классификация. Определение характера особой точки по главной части ряда Лорана.

3.2. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Лемма Жордана.

5. Геометрические принципы регулярных функций. Конформные отображения в расширенной комплексной плоскости.

5.1. Лемма об открытости. Принцип сохранения области. Однолистность и многолистность 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: Геокосмические науки и технологии

Теплообмен

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теории теплообмена для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, при решении прикладных задачах ракетно-космической техники, формирование исследовательских навыков.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания и навыков по вопросам тепломассообмена в высокоскоростных и высокотемпературных реагирующих средах.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы теории теплообмена;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов теории теплообмена;
- современные проблемы теории теплообмена.

уметь:

- 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;
- 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;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:**1. Основы молекулярно-кинетической теории**

Движение молекул в потоке газа. Модели одноатомных молекул: идеально упругие сферы, точечные центры сил. Напряжение трения и вязкость в однородном газе. Удельный тепловой поток и теплопроводность в однородном газе. Давление. Упругий удар Различных молекул. Концентрационная диффузия в двухкомпонентной смеси газов. Коэффициент диффузии. Граничные условия газовой динамики. Уравнение Больцмана для функции распределения. Уравнение Энскогога. Формулы для коэффициентов диффузии, вязкости и теплопроводности. Система уравнений для смеси газов: Уравнение диффузии. Уравнение неразрывности. Уравнение движения Навье-Стокса. Уравнение энергии. Уравнение состояния. Связь между h и T , N и T .

2. Трение и теплопередача при ламинарном течении сжимаемого газа

Уравнения пограничного слоя на плоской пластине. Пограничный слой на теле сложной формы. Начальные и граничные условия для уравнений пограничного слоя. Система уравнений для ламинарного пограничного слоя. Граничные условия на внешней границе пограничного слоя. Граничные условия на внутренней границе. Тройная аналогия процессов переноса количества движения, энергии и вещества в пограничном слое на поверхности пластины.

Связь между решениями уравнений для плоских и осесимметричных течений, преобразования Степанова - Манглера. Преобразование Стюартсона. «Подобные» решения уравнений пограничного слоя при сверхзвуковых скоростях потока.

Химические реакции в пограничном слое. Термодинамическое равновесие. Использование статистики.

3. Трение и теплопередача при ламинарном течении сжимаемого газа

Трение и теплообмен при химических реакциях в пограничном слое. Интегральные соотношения импульсов и энергии. Приближенный метод интегрирования уравнений пограничного слоя, основанный на использовании подобных решений. Метод расчета конвективного теплообмена, основанный на использовании эффективной длины.

Основные особенности трехмерного пограничного слоя. Вторичные течения. Выбор системы координат. Уравнение трехмерного пограничного слоя. Граничные условия. Влияние завихренности внешнего потока. Линии растекания и стекания. Тепло- и массообмен в общем случае трехмерного обтекания критической точки. Трехмерный отрыв пограничного слоя. Основные понятия.

4. Трение и теплообмен при турбулентных режимах течения в пограничном слое

Возникновение турбулентного режима течения и его особенности. Осреднение уравнений движения вязкой жидкости. Турбулентный пограничный слой на пластине при $Pr = 1$, $PrT=1$, $Le=1$, $LeT=1$. Аналогия Рейнольдса.

Применение методов теории размерностей и подобия. Основные результаты экспериментальных исследований. Развитый турбулентный пограничный слой в трубах и плоских каналах.

Закон влияния стенки Прандтля (особенности течения в турбулентном пограничном слое на малых расстояниях от стенки). Закон убывания скорости Кармана (особенности профиля скорости в турбулентном пограничном слое на больших расстояниях от стенки). Закон влияния стенки для энтальпии (особенности профиля осредненной энтальпии вблизи стенки).

Закон убывания энтальпии на больших расстояниях от стенки. Логарифмические законы турбулентного трения и теплообмена. Гипотеза Прандтля о длине пути перемешивания. Степенные профили скорости и разности энтальпий. Степенная формула Блазиуса для коэффициента трения для несжимаемых потоков.

Интегральные соотношения импульсов и энергии для турбулентного пограничного слоя. Замкнутая система уравнений турбулентного пограничного слоя для несжимаемых течений в случае непроницаемой стенки. Турбулентный пограничный слой на поверхности непроницаемой пластины при ступенчатом распределении температуры стенки.

Эквивалентные числа Рейнольдса для динамического и теплового турбулентного пограничного слоя в несжимаемых потоках Z и Z_T . Трение и теплообмен при турбулентных режимах в случае сжимаемых потоков. Метод эффективной длины для турбулентного пограничного слоя

5. Теплообмен за счет излучения и поглощения лучистой энергии

Поле излучения. Величины, описывающие взаимодействие между излучением и средой. Уравнение переноса лучистой энергии. Термодинамика излучения. Закон Кирхгофа. Закон излучения Стефана-Больцмана. Основные уравнения радиационной газовой динамики. Радиационный теплообмен на поверхности тела. Уравнения Навье-Стокса с учетом излучения. Лучистый теплообмен между твердыми телами в непоглощающей среде. Роль экранов, экранно-вакуумная изоляция.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Технологии параллельного программирования на C++

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.

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.

владеть:

- Приемами распараллеливания алгоритмов и программ;
- средствами и технологиями разработки приложений, обеспечивающих проведение параллельного вычислительного эксперимента.

Темы и разделы курса:

1. Проблемы эволюции вычислительных систем. Архитектурный и программный параллелизм. Парадигмы последовательного и параллельного программирования

Архитектурный и программный параллелизм. Проблемы использования параллельных систем. Непереносимость алгоритмов. Ошибки округления. Зависимость от архитектуры, языка, компилятора, ОС. Расширенная квалификация Флинна. Примеры SISD, SIMD, MISD, MIMD машин. Модели параллельного программирования. Этапы параллельного решения проблем: decomposition, assignment, orchestration, mapping. Задачи, решаемые на каждом этапе.

2. Элементы асимптотического анализа алгоритмов

Элементы асимптотического анализа алгоритмов. Основные предположения. Вычислительная модель RAM. Терминология и обозначения. Асимптотические отношения. Наилучший последовательный алгоритм. Пример асимптотического анализа сложности последовательного алгоритма выбора элемента из множества. Рекуррентные соотношения. Основная теорема асимптотического анализа. 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

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.

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 одновременного выполнения.

5. Параллельность циклов

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. Способы устранения зависимостей: loop distribution, code replication, loop alignment, приватизация переменных, индукция и редукция. Декомпозиция на уровне блоков операторов, π -блоки.

6. Основные подходы к организации размещения задач на процессорах

Assignment. 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. Технология MPI параллельного программирования

Аранжировка выполнения. Где и как синхронизировать вычисления и обмениваться данными. Перекрытия. Ухудшение последовательного алгоритма для улучшения параллельного.

8. Технология OpenMP параллельного программирования

Синхронизация в OpenMP. Барьер. Директива ordered. Критические секции. Директива atomic. Замки. Директива flush.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Технологии продвинутого программирования на C++

Цель дисциплины:

Целью курса является формирование знаний по применению специализированных библиотек фреймворка Boost и технологий параллельного программирования, а также изучение некоторых специальных возможностей библиотеки STL, которые могут помочь в дальнейшем эффективно использовать C++ при проектировании и разработке программного обеспечения промышленного уровня. Применение этих знаний может помочь в написании более эффективных программ, автоматизации ряда рутинных операций, уменьшении количества ошибок в программах. Целью дисциплины является также повышение культуры программирования, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- Формирование у обучающихся знаний по применению технологий фреймворка Boost;
- формирование у обучающихся знаний по применению технологий параллельного программирования, в том числе библиотеки многопоточного программирования, входящей в состав STL;
- повышение культуры программирования: умение структурировать текст программы, выделять отдельные модули и правильно связывать их между собой, уметь для решения различных задач применять правильный программный инструментарий;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач, в частности, задач компьютерной обработки текста на естественном языке, а также для написания высококачественного кода промышленного уровня.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Фундаментальные принципы и техники проектирования и разработки программного обеспечения промышленного уровня;
- возможности некоторых специализированных библиотек фреймворка Boost;
- технологии параллельного программирования, основанные на взаимодействии между процессами и потоками;

- примитивы синхронизации потоков и средства обмена данными между потоками.

уметь:

- Использовать некоторые необходимые при проектировании промышленного ПО технологии на базе фреймворка Boost, например, Boost.Log, Boost.Filesystem, Boost.Locale и др.;
- интегрировать код, написанный на других языках программирования (например, на Python 3), в приложение на C++, в частности, с помощью Python C/C++ API и библиотеки Boost.Python;
- разрабатывать динамические библиотеки с помощью WinAPI и библиотеки Boost.DLL;
- решать задачи по анализу и обработке структурированного и неструктурированного текста на естественном языке, в частности, писать лексические анализаторы и генераторы на базе Boost.Spirit, использовать алгоритмы для работы со строками и выполнять разбиение текста с Boost.Tokenizer;
- проектировать приложение и разрабатывать алгоритмы (в том числе и алгоритмы NLP) с расчетом на их исполнение в многопоточном/многопроцессном режиме;
- использовать примитивы синхронизации для организации многопоточных вычислений;
- использовать средства межпроцессного взаимодействия на базе Boost.Interprocess и Boost.MPI;
- применять полученные знания для проектирования и разработки ПО промышленного уровня;
- применять полученные знания при разработке высокопроизводительных систем;
- применять полученные знания при разработке алгоритмов и средств NLP.

владеть:

Терминологией и основными инструментами фреймворка Boost и библиотек параллельного программирования, представленных в Boost и STL.

Темы и разделы курса:

1. Повторение ядра C++

Повторение ядра C++, подготовка Boost к работе в MSVS, изучение основных команд Git в SmartGit

2. Интеллектуальные указатели

Интеллектуальные указатели, аллокаторы, итераторы, работа со стандартной библиотекой chrono

3. Последовательные контейнеры

Последовательные контейнеры стандартной библиотеки, пары и кортежи, циклический буфер Boost

4. Ассоциативные и неупорядоченные контейнеры

Ассоциативные и неупорядоченные контейнеры стандартной библиотеки, хэш-таблицы, Boost.Multiindex

5. Алгоритмы стандартной библиотеки

Алгоритмы стандартной библиотеки, итераторы, генераторы случайных чисел C++11, Boost Graph Library

6. Строки

Строки, обработка структурированного текста, регулярные выражения, генераторы и парсеры Boost Spirit

7. Форматы хранения и обмена данными

Форматы хранения и обмена данными JSON, XML, работа с файловой системой, потоки ввода-вывода

8. Многопоточность

Многопоточность стандартной библиотеки, механизм будущих результатов, параллельные алгоритмы

9. Средства синхронизации

Средства синхронизации, мьютексы, условные переменные, параллельные структуры данных, АТД

10. Межпроцессное взаимодействие

Межпроцессное взаимодействие, разделяемая память, memory mapping, средства синхронизации.

11. Сетевое взаимодействие

Сетевое взаимодействие на базе Boost.Asio, основы TCP/IP, endpoint, socket, разрешение DNS имен, операции ввод-вывода, синхронные и асинхронные операции.

12. Мультимедийная библиотека SFML

Мультимедийная библиотека SFML, разработка разнотипных игровых приложений, сапер, змейка, математическое моделирование отдельных физических явлений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Траектории ракетно-космических систем и космических аппаратов

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по составу, структуре РКС и составных частей пилотируемых космических комплексов (ПКК) по профилю будущей деятельности специалиста.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по свойствам гравитационного поля и атмосферы Земли;
- дать студентам базовые знания по баллистике ракетно-космических систем;
- дать студентам базовые знания по баллистике пилотируемых космических аппаратов на орбите и на участке входа в атмосферу.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основную терминологию баллистики ракетно-космических систем и ПКА;
- свойства гравитационного поля и атмосферы Земли;
- основные уравнения динамики РН, ПКА, ВА на разных участках траектории.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для анализа и моделирования траекторий движения РН и КА;
- производить численные оценки параметров орбитального движения ПКА в результате маневрирования;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками ясной, точной и аргументированной устной речи, формулирования своей точки зрения.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Ракетно-космическая система. Задачи баллистики.

Ракетно-космическая система. Задачи баллистики. Траектория.

Баллистическая вычислительная модель. Внешние условия. Системы отсчёта. Системы координат и времени. Звёздные сутки. Солнечные сутки. Понятие системы отсчёта.

2. Модели фигуры Земли.

Эллипсоид вращения. Сжатие эллипсоида. Геодезическая система координат. Геоцентрическая система координат. Референц - эллипсоид. Эллипсоид Красовского. Связь между геодезической и геоцентрической широтами. Геоид. Уровенная поверхность.

3. Гравитационное поле Земли.

Потенциал. Уравнение Лапласа. Сила тяжести. Нормальный потенциал. Аномальный потенциал. Разложение потенциала по полиномам Лежандра.

4. Атмосфера Земли.

Определение атмосферы. Слои атмосферы. Состав атмосферы. Выражения для давления, плотности и скорости звука.

5. Общие сведения о ракетах.

Конструктивно - компоновочная схема. Типы двигателей. Топливо. Стартовые устройства. Требования к разделению ступеней. Типы разделения.

6. Сила тяги ракетного двигателя.

Секундный расход топлива. Сила внешнего статического давления. Скорость истечения газов. Эффективная скорость истечения. Удельная тяга. Органы управления направлением тяги. Строительная система координат. Связанная система координат. Проекция вектора тяги на связанные оси. Набор тяги. Импульс последствия.

7. Аэродинамические силы и моменты.

Полная аэродинамическая сила. Полный аэродинамический момент. Скоростная система координат. Аэродинамическое качество. Безразмерные аэродинамические коэффициенты. Скоростной напор. Число Маха. Число Рейнольдса. Угол атаки. Угол скольжения. Качественный график коэффициента силы лобового сопротивления. Центр давления. Демпфирующий момент.

8. Математическая модель движения центра масс ракеты.

Запись в векторном виде системы дифференциальных уравнений движения. Задача Коши. Начальные условия движения. Время полёта (по полной выработке топлива). Составляющие модели движения: модель гравитационного поля Земли, модель атмосферы, геодезические координаты, модель тяги, модель аэродинамических сил. Методы численного интегрирования. Метод Рунге - Кутты 4-го порядка.

9. Структурный состав скорости на атмосферном участке траектории.

Идеальная скорость, потери скорости на преодоление аэродинамического сопротивления. Качественная оценка потерь для различных ракет.

10. Выбор формы траектории.

Программа угла тангажа. Ограничения. Цели. Проектно-баллистические параметры. Виды траекторий: максимальной дальности, минимального рассеивания, выведение максимальной полезной нагрузки.

11. Простейшие случаи интегрирования уравнений движения.

Первая задача Циолковского. Формула Циолковского. Формула Циолковского для многоступенчатых ракет. Сравнение характеристических скоростей для одноступенчатой и двухступенчатой ракет. Вторая задача Циолковского. Гравитационные потери.

12. Основные положения принципа максимума Понтрягина.

Необходимые условия оптимальности. Сведение задачи оптимизации к решению краевой задачи. Блок-схема краевой задачи. Задача о выборе программы выведения (задача Охотимского). Оптимальная программа угла тангажа.

13. Баллистические производные.

Назначение. Способы получения. Примеры использования баллистических производных при баллистическом проектировании.

14. Гарантийный запас топлива.

Определение. Назначение. Факторы, влияющие на величину гарантийных запасов топлива. Выбор применяемых гарантийных запасов топлива на практике. Примеры оценивания гарантийных запасов топлива за счёт разбросов конечного веса топлива, сухого веса ракеты и удельной тяги.

15. Невозмущённое кеплерово движение.

Ограниченная задача двух тел. Законы Кеплера. Первые интегралы движения: интеграл площадей, интеграл Лапласа, интеграл энергии. Связь между интегралами движения. Уравнение орбиты. Конические сечения. Апсидальные точки.

16. Уравнение Кеплера.

Вывод уравнения Кеплера (трансцендентное уравнение). Эксцентрисическая аномалия. Средняя аномалия. Период орбиты. Решение уравнения Кеплера.

17. Скорость орбитального движения.

Эллиптический, параболический, гиперболический типы движения. Круговые движения. Первая космическая скорость. Вторая космическая скорость. Трансверсальная составляющая скорости. Радиальная составляющая скорости.. Годограф скорости.

18. Характеристики орбитального движения в трёхмерном пространстве.

Определения прямоугольных координат через параметры орбиты.

19. Задачи определения орбиты.

Определение орбиты по трём векторам положения. Определение орбиты по трём векторам скорости. Условия совместимости в двух положениях (условия совместимости Гоуделла). Определение орбиты по двум векторам положения и величине большой полуоси. Задачи Ламберта. Определение орбиты по двум векторам положения и величине большой полуоси или времени перелёта. Определение орбиты по вектору положения и вектору скорости.

20. Метод оскулирующих элементов.

Возмущённое движение. Невозмущённое движение. Оскулирующая орбита. Уравнения движения в оскулирующих элементах.

21. Особенности движения в нецентральной гравитационном поле Земли.

Уравнения движения в нормальном гравитационном поле Земли в оскулирующих элементах. Характер изменения оскулирующих элементов. Вековая составляющая. Долгопериодическая составляющая. Короткопериодическая составляющая. Сидерический период. Драконический период. Аномалистический период. Оскулирующий период (невозмущённый).

22. Эволюция эллиптической орбиты при движении ИСЗ в неподвижной атмосфере.

Характер изменения плотности верхних слоёв атмосферы Земли. Влияние атмосферы на изменение оскулирующих элементов. Закон изменения эксцентриситета. Характер изменения скорости околокруговой орбиты. Время существования ИСЗ. Критическая орбита. Характер изменения параметров орбиты с большим эксцентриситетом. “Парадокс спутников”.

23. Задача трёх тел.

Интегралы движения. Барицентр. Неизменяемая плоскость Лапласа. Интеграл площадей. Интеграл энергии. Десять первых скалярных интегралов системы трёх тел. Круговая ограниченная задача трёх тел. Интеграл Якоби. Плоская задача. Поверхности Хилла. Точки либрации. Сфера притяжения и сфера действия. Третья космическая скорость.

24. Задача двух неподвижных притягивающих центров.

Потенциал. Интегрирование. Интегралы движения. Эллиптические интегралы (как приложение).

25. Маневры КА в центральном поле притяжения.

Определение маневра. Связь расхода топлива на маневр с величиной суммарного импульса скорости. Перелёт Гомана. Биэллиптический маневр перелёта между двумя компланарными орбитами. Сравнение перелёта Гомана с биэллиптическим маневром.

26. Маневры по изменению плоскости орбиты.

Одноимпульсный маневр. Трёхимпульсный маневр. Сравнение эффективности двух видов маневров.

27. Компланарный двухимпульсный маневр.

Вывод выражения для суммарного импульса скорости перелёта при заданных параметрах начальной, целевой орбит, точках приложения импульса и дальности перелёта.

28. Изменения параметров орбиты при одноимпульсном маневре.

Изменения фокального параметра. Изменение эксцентриситета. Поворот оси аписид. Изменение угла наклона вектора скорости к местному горизонту

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Управление и оптимизация

Цель дисциплины:

- изучение основ теории оптимального управления и знакомство с методами решения различных классов задач оптимального управления через принцип максимума Л.С. Понтрягина и метод динамического программирования Р. Беллмана.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области теории оптимального управления;
- приобретение студентами базовых навыков использования принципа максимума Понтрягина и метода динамического программирования для решения задач оптимального управления;
- изучение методов численного решения задач с оптимального управления;
- приобретение знаний о связи принципа максимума с классическим вариационным исчислением и методом динамического программирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общую постановку задач теории оптимального управления;
- применение принципа максимума Понтрягина и динамического программирования к решению задач оптимального управления;
- применение численных методов к решению задач оптимального управления.

уметь:

- применять на практике принцип максимума Понтрягина, метод динамического программирования и различные численные методы для решения задач оптимального управления;
- выбирать наиболее эффективный метод решения в зависимости от конкретной постановки оптимизационной задачи;

- приводить задачи оптимального управления к краевым задачам при помощи принципа максимума и решать их;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и численные методы.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками решения задач оптимального управления динамическими системами, пользуясь как аналитическими, так численными методами.

Темы и разделы курса:

1. Теория оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.

Постановка задач оптимального управления. Основные понятия. Примеры задач оптимального управления. Задачи со свободным правым концом траектории. Формула для приращения функционала. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для задач со свободным правым концом. Формулировка и доказательство.

Линейные задачи со свободным правым концом. Принцип максимума как необходимое и достаточное условие. Формулировка принципа максимума для различных классов задач оптимального управления. Двухточечные задачи. Задача оптимального быстрогодействия.

Задачи с краевыми условиями. Условия трансверсальности. Автономные и неавтономные системы.

Задачи с фиксированным и нефиксированным временем окончания процесса. Задачи с интегральным и терминальным функционалом. Задачи с параметрами. Примеры задач оптимального управления. Задача быстрогодействия. Понятие синтеза оптимального управления.

Связь принципа максимума с классическим вариационным исчислением. Вывод уравнения Эйлера и условий Лежандра-Клебша из принципа максимума. Условие Якоби.

2. Динамическое программирование.

Управляемые многошаговые процессы. Принцип оптимальности. Метод динамического программирования для многошаговых процессов управления. Метод динамического программирования для задач оптимального управления.

Дифференциальное уравнение Беллмана. Постановка задач для уравнения Беллмана. Примеры. Связь метода динамического программирования с принципом максимума. Вывод условий трансверсальности при помощи метода динамического программирования.

Линейные управляемые системы с квадратичным функционалом. Построение синтеза оптимального управления.

3. Численные методы оптимального управления.

Численные методы, основанные на приведении задач оптимального управления к краевым задачам при помощи принципа максимума. Использование методов решения систем алгебраических уравнений для решения краевых задач. Метод Ньютона и его модификации.

Численные методы минимизации функций многих переменных. Понятие о линейном и нелинейном программировании. Градиентный метод. Метод штрафных функций.

Численные методы, основанные на варьировании управляющих функций. Градиентный метод в пространстве управлений. Учет ограничений на управляющие функции. Учет краевых условий и фазовых ограничений методом штрафных функций. Учет краевых условий методом проектирования градиента.

Метод последовательных приближений в пространстве управляющих функций. Способы улучшения сходимости и модификации метода. Примеры. Метод малого параметра для слабоуправляемых систем.

Численные методы, основанные на варьировании в пространстве фазовых координат. Метод динамического программирования. Полный и частичный перебор. Метод "блуждающей трубки". Понятие элементарной операции и приемы ее построения. Построение элементарной операции для задач динамики полета.

Метод локальных вариаций. Применение метода локальных вариаций к различным вариационным задачам. Вариационные задачи с неаддитивными функционалами. Вариационные задачи в частных производных.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Уравнения математической физики

Цель дисциплины:

- формирование знаний и навыков в области математического моделирования процессов, описываемых уравнениями в частных производных и интегральными уравнениями, для дальнейшего использования в дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области уравнений математической физики;
- формирование общематематической культуры;
- формирование навыков самостоятельно:
 - 1) ставить математическую задачу,
 - 2) обосновывать корректность постановки,
 - 3) применять алгоритмы поиска решений,
 - 4) анализировать и обосновывать результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- все используемые определения;
- формулировки всех именованных теорем.

уметь:

- воспроизводить доказательства всех именованных теорем;
- решать и обосновывать все типовые задачи.

владеть:

- используемой терминологией;
- используемым математическим аппаратом.

Темы и разделы курса:

1. Классификация и приведение к каноническому виду в точке.

Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка в точке. Замена декартовой системы координат на криволинейную. Приведение уравнения к каноническому виду в точке; алгоритм приведения.

2. Метод характеристик на плоскости.

Характеристическое уравнение. Характеристика. Уравнение характеристик на плоскости. Приведение к каноническому виду в окрестности для гиперболического и параболического уравнений. Решение уравнений в каноническом виде.

3. Уравнение малых колебаний струны.

Формула Даламбера решения задачи Коши для уравнения колебаний струны. Область зависимости решения от начальных данных. Понятие корректности постановки задачи и пример Адамара некорректной задачи. Корректность задачи Коши для волнового уравнения. Смешанная задача для полубесконечной струны. Необходимые и достаточные условия согласования.

4. Задача Коши для волнового уравнения в R^2 , R^3 .

Энергетическое неравенство. Принцип Дюамеля. Полная формула Кирхгофа. Метод спуска и полная формула Пуассона. Полная формула Даламбера. Корректность задачи Коши. Принцип Гюйгенса.

5. Задача Коши для уравнения теплопроводности в R^n .

Принцип максимума в R^n . Принцип Дюамеля. Фундаментальное решение. Полная формула Пуассона. Корректность задачи Коши.

6. Смешанная задача для волнового уравнения.

Интеграл энергии и единственность решения. Метод Фурье на отрезке; существования решения.

7. Уравнение колебаний круглой мембраны; метод Фурье; функции Бесселя.

Определение функций Бесселя в виде степенного ряда и их цилиндричность. Рекуррентные соотношения. Свойства нулей и ортогональность с весом. Собственные функции оператора Лапласа в полярной система координат. Метод Фурье построения формального решения

уравнения колебаний круглой мембраны, закреплённой по краю. Представление функций Бесселя в виде комплексного интеграла и асимптотика функций Бесселя на бесконечности.

8. Интегральные уравнения.

Эквивалентность интегрального уравнения в вырожденном ядром алгебраической системе и алгоритм построения решений. Три теоремы Фредгольма для интегрального уравнения с вырожденным ядром. Разрешимость интегрального уравнения с малым непрерывным ядром и резольвента. Эквивалентность интегрального уравнения с непрерывным ядром интегральному уравнению в вырожденном ядром и четыре теоремы Фредгольма для интегрального уравнения с непрерывным ядром. Теорема Арчела-Асколи. Наименьшее характеристическое число. Теорема Гильберта-Шмидта для симметричных ядер.

9. Задача Штурма-Лиувилля.

Существование и единственность функции Грина задачи Штурма-Лиувилля. Обратимость и положительность оператора Штурма-Лиувилля. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральным уравнениям. Кратность и счётность собственных значений оператора Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова. Полнота собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.

10. Уравнение Лапласа в R^3 .

Вторая формула Грина. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Основная интегральная формула. Теорема о среднем и строгий принцип максимума для гармонической функции.

11. Краевые задачи для уравнения Лапласа в R^3 .

Вторая формула Грина. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Основная интегральная формула. Теорема о среднем и строгий принцип максимума для гармонической функции; единственность решения внутренней задачи Дирихле. Единственность решения внешней задачи Дирихле. Неединственность решения внутренней задачи Неймана и необходимое условие разрешимости. Единственность решения внешней задачи Неймана. Функция Грина внутренней задачи Дирихле для оператора Лапласа. Основное интегральное представление. Функция Грина и формула Пуассона для шара.

12. Уравнение Лапласа в шаровых областях; метод Фурье; шаровые функции.

Разложение в степенной ряд производящей функции для полиномов Лежандра. Ортогональность и полнота присоединённых функций Лежандра. Собственные функции угловой части оператора Лапласа. Ортогональность и полнота сферических функций. Гармоничность шаровых функций. Интегральная формула для сферических функций и их полнота. Формула сложения для полиномов Лежандра. Формула Лапласа. Метод Фурье для шара.

13. Потенциалы оператора Лапласа.

Свойства объёмного потенциала, потенциала двойного слоя и потенциала простого слоя. Сведение краевых задач Дирихле и Неймана к интегральным уравнениям.

14. Смешанная задача уравнения теплопроводности.

Принцип максимума для ограниченной области и единственность решения. Метод Фурье на отрезке и существование решения.

15. Внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.

Принцип максимума для уравнения Лапласа. Метод Фурье; формула Пуассона для круга.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Устойчивость механических систем

Цель дисциплины:

• изучение основ теории устойчивости движения и овладение методами исследования устойчивости решений дифференциальных уравнений и развитие умения применять эти методы для исследования устойчивости механических систем.

Задачи дисциплины:

- осваивают методы исследования на устойчивость решений систем дифференциальных уравнений;
- овладение методами исследования устойчивости решений дифференциальных уравнений;
- развивают навыки применения этих методов в задачах исследования устойчивости и стабилизации механических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и определения теории устойчивости решений дифференциальных уравнений;
- основные методы исследования устойчивости решений дифференциальных уравнений;
- особенности применения методов теории устойчивости к исследованию устойчивости механических систем.

уметь:

- применять математический аппарат теории устойчивости движения к задачам исследования устойчивости механических систем;
- выбирать наиболее эффективный метод исследования устойчивости в зависимости от конкретной постановки задачи;
- давать физическую интерпретацию полученных результатов решения исследуемой задачи.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и исследования физических задач;
- навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности с использованием методов теоретической механики и теории устойчивости движения;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Устойчивость по Ляпунову. Определения устойчивости, (глобальной) асимптотической устойчивости.

Основные свойства решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Определения устойчивости, (глобальной) асимптотической устойчивости.

2. Линейные системы. Свойства решений. Теоремы о связи между устойчивостью и ограниченностью решений однородных и неоднородных систем.

Линейные системы. Свойства решений. Фундаментальная матрица. Теоремы о связи между устойчивостью и ограниченностью решений однородных и неоднородных систем.

3. Устойчивость линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. Теорема Гурвица. Критерий Михайлова.

Подобные матрицы. Свойства подобных матриц. Жорданова (каноническая) форма матрицы.

Устойчивость линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. Маятник с гармоническим возбуждением. Гурвицевы полиномы. Присоединенные полиномы и их свойства.

Теорема (критерий) Гурвица. Критерий Михайлова.

4. Устойчивость линейных неавтономных систем.

Лемма Гронуолла–Беллмана. Неравенство Важевского. Теорема об устойчивости линейных неавтономных систем. Пример неустойчивой линейной неавтономной системы $x' = A(t)x$, у которой собственные числа матрицы $A(t)$ при любом t отрицательны.

Пример асимптотически устойчивой линейной неавтономной системы, у которой матрица $A(t)$ при любом t имеет положительное собственное число. Устойчивость линейных неавтономных систем с почти постоянной матрицей.

5. Системы с периодическими коэффициентами. Устойчивость и мультипликаторы. Параметрический резонанс.

Системы с периодическими коэффициентами. Теорема Флоке. Теорема Ляпунова о приводимости. Устойчивость и мультипликаторы. Параметрический резонанс.

6. Теоремы второго метода Ляпунова об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости для автономных и неавтономных систем.

Теоремы второго метода Ляпунова об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости для автономных систем. Равномерная устойчивость и асимптотическая устойчивость. Теоремы Ляпунова об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости для неавтономных систем.

Контрпример Массера. Предельные множества траекторий автономных систем. Свойства предельных множеств. Теорема Барбашина–Красовского об асимптотической устойчивости.

7. Построение функций Ляпунова для линейных систем. Устойчивость по первому приближению.

Кронекеровские произведения матриц и их свойства. Решение матричного уравнения $AX + XB = C$. Построение функций Ляпунова для линейных систем. Теоремы об устойчивости по первому приближению. Асимптотическая устойчивость в целом.

8. Устойчивость равновесия механических систем. Теорема Лагранжа–Дирихле.

Уравнения Лагранжа. Диссипация. Теорема Лагранжа–Дирихле.

9. Устойчивость стационарных вращений твердого тела. Волчок Лагранжа.

Оператор инерции твердого тела. Динамические уравнения Эйлера. Устойчивость стационарных вращений твердого тела. Волчок Лагранжа.

10. Стабилизация положения равновесия с помощью диссипативных и гироскопических сил.

Энергетические и неэнергетические силы. Стабилизация положения равновесия с помощью диссипативных и гироскопических сил.

11. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях.

Понятие устойчивости при постоянно действующих возмущениях.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Физика атмосферы и климат

Цель дисциплины:

- Формирование у слушателей фундаментальной основы понимания процессов в атмосфере Земли. Изучение дисциплины «Физика атмосферы и климат» является обязательным элементом подготовки специалистов, имеющих дело со сложными естественными и техногенными процессами в верхних геосферах.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями базовых знаний о процессах в атмосфере Земли;
- ознакомление с основными процессами формирования и изменения климата;
- ознакомление с основами физики быстропротекающих процессов в атмосфере при сильных возмущениях.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру и состав атмосферы;
- текущую динамику климата Земли и основные механизмы формирования климата;
- основы электрических процессов в атмосфере.

уметь:

- пользоваться эмпирическими моделями атмосферы для количественных оценок;
- получать и анализировать спутниковые данные;
- прогнозировать влияние атмосферы на радиосвязь и радиолокацию.

владеть:

- Веб-системами получения, анализа и визуализации атмосферных данных.

Темы и разделы курса:

1. Структура атмосферы

Газовый состав земной атмосферы.

Распределение давления. Атмосферные слои. Зональная стратификация. Температурная стратификация. Плаучность.

2. Термодинамика атмосферы

Уравнение энергетического баланса.

Ноль-мерные модели глобальной температуры.

Источники нагрева и охлаждения.

Уравнение переноса излучения в атмосфере.

Учет пыли и аэрозолей.

Спутниковые данные по вариациями температуры.

3. Химические процессы в атмосфере

Малые нейтральные компоненты атмосферы и их роль.

Озон. Окислы азота. Водяной пар. Углекислый газ. Метан.

Спутниковые данные и их тренды.

4. Ветра в атмосфере

Горизонтальный перенос в атмосфере. Система ветров в тропосфере, стратосфере, мезосфере и термосфере.

Сезонные изменения. Отклик переноса на геомагнитные бури.

5. Облачность

Образование капель и облаков.

Классификация облачности. Осадки.

6. Геострофическое приближение

Уравнения геострофического баланса. Ураганы северного и южного полушария.

Конвективные ячейки и фронтальные явления. Грозы. Торнадо.

7. Сезоны и климат

Терминология. Влияние орографии. Эффект океана.

Эль-Ниньо, Ла-Нинья и североатлантическое колебание. Квазидвухлетние колебания.

8. Глобальное изменение климата

Терминология. Текущий консенсус. Данные и палеоданные, источники и интерпретация. Прогнозы.

Альтернативные подходы и критика текущего консенсуса. Гипотеза Миланковича. Гипотеза солнечно-земных связей. Артефакты обработки данных наблюдений.

Модели ядерной зимы, эволюция моделей и результатов.

9. Глобальная токовая цепь

Атмосферное электричество. Проводимость атмосферы.

Модели зарядки облаков. Современные представления о физике молний. Классификация молний. Электромагнитный импульс молнии. Использование гроз для диагностики средней атмосферы.

10. Атмосферное электричество

Транзиентные оптические явления в средней атмосфере. Спрайты, джеты, эльвы, гало. Гипотезы образования. Кинетические модели процессов. Нерешенные вопросы.

Приземные электрические процессы. Электродный эффект. Эффект мегаполиса. Измерения электрических полей.

11. Эмпирические модели атмосферы

Модели серии MSIS.

Модели серии DTM.

Стандартная атмосфера.

12. Численные модели атмосферы

Модель WACCM.

Модель Земли ИВМ РАН.

Принципы физической корректности моделей.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

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 силовым приемом. 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: Геокосмические науки и технологии

Физическая механика

Цель дисциплины:

- получение студентами фундаментальных знаний о принципах описания высокотемпературной сплошной среды, т.е. многокомпонентного электропроводящего флюида как единого физического объекта. Сюда включены теплофизические свойства газов и плазмы, термодинамические свойства идеальных и неидеальных газов и плазмы, элементарные процессы в газах и плазме, химические реакции, в том числе диссоциация и ионизация, оптические свойства газов, перенос радиационного излучения; гидродинамика высокотемпературных газов и плазмы в присутствии электромагнитных полей, турбулентные явления.

Задачи дисциплины:

- подробное изучение студентами разделов курса (термодинамические свойства газов и плазмы, кинетические свойства высокотемпературных сред, гидродинамическое описание высокотемпературных сред, турбулентное движение);
- понимание студентами фундаментальных принципов, корректный анализ отдельных физических явлений в высокотемпературной сплошной среде для их необходимого совокупного исследования;
- самостоятельное выполнение студентами заданий по физической механике, включающих аналитическое решение конкретных задач и их компьютерное моделирование.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- термодинамические свойства газов и плазмы;
- кинетические свойства высокотемпературной среды;
- гидродинамическое описание высокотемпературной среды во внешних электромагнитных полях.

уметь:

- теоретически описывать высокотемпературную сплошную среду в совокупности сложных физических процессов;

- оценивать относительную важность различных физических явлений;
- разумно использовать возможные аналитические приближения;
- давать качественное объяснение сложных физических эффектов.

владеть:

- аналитическими и численными методами совместного решения уравнений термодинамики, гидродинамики и электродинамики для описания физических процессов в высокотемпературной сплошной среде.

Темы и разделы курса:

1. Термодинамические свойства газов и плазмы

Термодинамические потенциалы.

Статистическая сумма и термодинамические функции идеального газа с внутренними степенями свободы.

Неидеальные газы. Вириальное разложение.

Дебаевская теория слабонеидеальной плазмы.

Химическое равновесие реагирующего газа.

Диссоциация идеального двухатомного газа.

Влияние химических реакций на термодинамические функции, теплоемкость, уравнение состояния.

Ионизационное равновесие в плазме. Формула Саха.

Влияние неидеальности на ионизационное равновесие.

Система термодинамических уравнений, определяющая состав многокомпонентного многоэлементного газа.

2. Кинетические свойства высокотемпературных сред

Определение и методы расчета сечений взаимодействия частиц.

Классическое рассеяние частиц в центральном потенциале.

Рассеяние на малые углы. Формула Резерфорда.

Условия применимости классической механики для рассеяния частиц.

Квантовые эффекты в рассеянии электронов - эффект Рамзауэра, резонансное рассеяние электронов на молекулах.

Кинетическое уравнение Больцмана.

Релаксационное приближение для интеграла столкновений.

Интеграл столкновений в форме Бхатнагара-Гросса-Крука.

Метод Чепмена-Энскога решения кинетического уравнения Больцмана.

Явления переноса в газе и плазме: диффузия, теплопроводность, вязкость, электропроводность.

Коэффициенты переноса в смесях газов.

Влияние химических реакций на коэффициенты переноса.

Униполярная и амбиполярная диффузии.

Диэлектрическая проницаемость плазмы. Поглощение электромагнитных волн в газе.

Релаксационные процессы в газе. Оценки времен T_T , R_T , V_T , V_V - релаксаций.

Теория Ландау-Теллера для V_T релаксации.

3. Оптические свойства высокотемпературных сред

Тормозное излучение и поглощение света при рассеянии электронов на атомах и ионах.

Фотоионизация и фоторекомбинация.

Излучение спектральных линий в газе.

Механизмы уширения спектральных линий: естественный, доплеровский, штарковский.

4. Феноменологическое описание многокомпонентной сплошной среды

Система уравнений гидродинамического описания движения высокотемпературных сред.

Общее уравнение переноса для произвольной величины. Уравнение непрерывности.

Уравнения диффузии при наличии химических реакций многокомпонентной, многоэлементной среды, предельные случаи уравнения диффузии для замороженного и локально- химически равновесного течений.

Уравнение движения многокомпонентной сплошной среды при наличии гравитационных и электромагнитных полей.

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля, уравнение сохранения электрического заряда.

Уравнения баланса кинетической, электромагнитной, гравитационной, полной и внутренней энергии.

Уравнения для энтальпии, полной энтальпии и температуры многокомпонентной среды при наличии химических реакций, электромагнитных полей и излучения.

Производство энтропии. Скалярная, векторная и тензорная части производства энтропии.

Общие выражения для термодинамических потоков. Обобщенное выражение для кинетических коэффициентов. Соотношения Онсагера. Положительность кинетических коэффициентов.

Тензор вязких напряжений Стокса. Первая и вторая вязкости.

5. Радиационные процессы в гидродинамике высокотемпературных сред

Уравнение переноса излучения, его общее решение, феноменологический и кинетический выводы.

Общее решение уравнения переноса излучения. Излучение плоского слоя.

Учет излучения в уравнении баланса энергии.

Излучение оптически тонкого и оптически толстого неоднородно нагретых тел.

Приближение Планка и приближение лучистой теплопроводности.

6. Гидродинамические приближения для высокотемпературной сплошной среды

Уравнения тепло- и массопереноса для локально-химически равновесной среды. Выражения для потоков тепла, заряда, массы в частных случаях: однокомпонентного частично-ионизованного газа, двухкомпонентного частично-диссоциированного газа, двухэлементной среды с химическими реакциями.

Многожидкостная гидродинамика, обобщенный закон Ома.

Неравновесная плазма с различными температурами электронов и газа.

Неравновесный газ с различными колебательной и газовой температурами.

Магнитогидродинамическое приближение. Уравнение магнитной индукции.

Тензор максвелловских напряжений в электромагнитном поле. Интеграл Бернулли в магнитной гидродинамике.

Магнитогидродинамические течения в каналах. Слой Гартмана.

Кинематика и динамика идеально-проводящей жидкости.

Плохо проводящая среда, безиндукционное приближение, скин-слой.

Приближение пограничного слоя.

Критерии подобия в гидродинамике и магнитной гидродинамике.

7. Турбулентное движение высокотемпературных сред

Постановка задач в теории турбулентности. Статистическое описание турбулентных течений. Перемешиваемость. Уравнения Фридмана-Келлера. Проблема замыкания системы уравнений.

Однородная изотропная турбулентность. Теория Колмогорова-Обухова однородной и изотропной турбулентности.

Корреляционные функции. Масштабы турбулентности – локальный, интегральный, масштабы в анизотропных турбулентных потоках. Спектральные формы корреляционных функций.

Уравнение Кармана-Ховарта. Координатная и спектральная формы. Решение уравнения на стадии распада турбулентности. Инвариант Лойцянского.

Полуэмпирические модели для неоднородных турбулентных течений.

Уравнения Рейнольдса. Тензор напряжений Рейнольдса в турбулентном потоке.

Теория Прандтля-Кармана. Логарифмическое распределение скоростей в слое с постоянным напряжением трения. Аппроксимация поперечного масштаба турбулентности.

Баланс турбулентной кинетической энергии несжимаемой жидкости. Распределение статей баланса турбулентного движения в пограничном слое и в круглой трубе.

Полуэмпирические двухпараметрические K-1 модели турбулентности, K-epsilon модель.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Физическая океанография

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по физической океанографии для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля, формирование исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания в области физической океанографии;
- научить студентов на примерах и задачах строить модели термохалинной структуры океанов и крупномасштабных океанских течений, самостоятельно анализировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физической океанографии;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физической океанографии;
- современные проблемы физической океанографии.

уметь:

- 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;
- 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;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Общие сведения о Мировом океане

1.1. География и рельеф дна Мирового океана

1.2. Химический состав морской воды

1.3. Некоторые физические свойства морской воды

1.4. Морской лёд

2. Термохалинная структура океана

2.1. Потоки тепла и влаги на поверхности океана

2.2. Соленость вод Мирового океана

2.3. Температура и плотность вод Мирового океана

3. Крупномасштабные океанские течения

3.1. Поток импульса на поверхности океана и чисто дрейфовое течение

3.2. Физическая природа течений бароклинного слоя океана

3.3. Течения бароклинного слоя Мирового океана

3.4. Глобальный океанский конвейер

4. Синоптические океанские вихри

4.1. Вихри западных пограничных течений и Антарктического циркумполярного течения

4.2. Вихри открытого океана

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Физические основы дистанционного зондирования

Цель дисциплины:

□ синтезирование знаний, полученных студентами на предыдущих этапах обучения по направлению «Прикладные математика и физика» и родственными направлениям подготовки бакалавриата, и новых знаний, приобретаемых в процессе изучения дисциплины, необходимых, как для расширения общетеоретической подготовки специалиста в области современных космических информационных систем, так и для практического использования в будущей профессиональной деятельности, связанной с совершенствованием существующих и разработкой перспективных технологий авиакосмического ДЗ.

Задачи дисциплины:

□ приобретение обучающимся фундаментальных знаний в области физических основ переноса и взаимодействия электромагнитного излучения (в общем случае поляризованного) со сплошной средой и границами раздела, моделирующих реальные природные образования и техногенные объекты; освоение современных математических методов решения прямых и обратных задач ДЗ;

□ формирование у обучающихся понимания роли и места фундаментальных знаний, необходимых для решения задач, связанных с проектированием перспективной спутниковой аппаратуры, обработкой многоспектральных и гиперспектральных изображений ДЗ и их использования в области климатологии, метеорологии, океанологии, рационального природопользования, специальных задач наблюдения и распознавания и др.;

□ приобретение навыков для качественных и количественных оценок ключевых характеристик, формирующих сигналы в оптико-электронных и СВЧ сенсорах авиакосмической аппаратуры ДЗ;

□ научить обучающихся использовать общетеоретические знания в предметной области дисциплины при выполнении НИР и ВКР в бакалавриате и магистратуре, а также сформировать задел для успешного освоения дисциплин магистерской программы «Космические информационные системы. Связь, навигация, дистанционное зондирование» и родственных магистерских программ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения аэрокосмических методов, используемых для дистанционного изучения атмосферы, поверхности Земли, морей и океанов, природно-техногенных объектов;
- законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ) для вакуума, сред отличной от вакуума, инженерные методы расчета излучения АЧТ для конечных спектральных интервалов;
- основы теории взаимодействия естественного и поляризованного излучения с излучающими, поглощающими и рассеивающими сплошными средами в рамках феноменологического подхода;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- основные понятия, определения и уравнения, используемые при постановке и решении прямой задачи расчета поля излучения в вакууме и в неоднородной сплошной среде;
- общую постановку, методы упрощения и решения прямых и обратных задач ДЗ атмосферы и подстилающей поверхности Земли.

уметь:

- применять на практике основные понятия, физико-математические модели и методы решения прямых и обратных задач ДЗ;
- на основании метода оценок производить обоснование и упрощение постановки прямых и обратных задач ДЗ;
- производить численные оценки ключевых характеристик, формирующих поле излучения в вакууме и в поглощающей, рассеивающей и излучающей сплошной среде;
- формулировать постановку задачи расчета сигнала, регистрируемого гипотетическим ПИ;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с аэрокосмическими системами ДЗ.

владеть:

- навыками усвоения большого объема междисциплинарной информации в области физики атмосферы, теории переноса излучения, активного использования методов решения прямых и обратных задач в различных приложениях;
- культурой постановки и моделирования физических задач в области ДЗ и смежных предметных сферах;
- навыками постановки типовых задач синтеза оптико-электронных пассивных и активных космических систем ДЗ и представлениями о путях их решения.

Темы и разделы курса:

1. Основы теории переноса лучистой энергии в сплошных средах

Основные направления применения методов ДЗ для изучения атмосферы и подстилающей поверхности. Общая характеристика методов ДЗ. Феноменологический подход в теории переноса излучения. Основные понятия. Законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ). Уравнение переноса лучистой энергии (УПЛЭ) для излучающей, поглощающей и рассеивающей среды. Гипотеза о локальном термодинамическом равновесии. Граничные условия для УПЛЭ. Излучательные, поглощательные и отражательные характеристики нечерных поверхностей. Основные механизмы излучения, поглощения и рассеяния в газовых средах. Спектральные коэффициенты поглощения на примере двухатомной молекулы. Колебательно-вращательная (R-V) полоса молекулы. Диаграммы Фортра. Коэффициенты Эйнштейна, Интенсивность (сила) спектральной линии. Механизмы уширения спектральных линий. Контур Фойгта. Коэффициент и индикатриса рассеяния. Молекулярное (релеевское) и аэрозольное рассеяние. Основы теории Ми.

2. Прямая задача переноса излучения в системе «подстилающая поверхность- атмосфера» (основы теории)

Одномерная (плоскостратифицированная) модель переноса излучения. Альbedo однократного рассеяния. Граничные условия для системы «подстилающая поверхность- атмосфера». Трансформация излучения в нерассеивающей среде. Решение УПЛЭ в квадратурах. Спектральные функции пропускания и поглощения. Особенности осреднения по спектру решения УПЛЭ на примере гипотетических ИК – приемников. Эквивалентная ширина молекулярной R-V полосы. Эквивалентная ширина изолированной спектральной линии. Функция Ладенбурга-Райхе. Приближенные методы интегрирования по спектру решения УПЛЭ. Полинейные методы. Модели полос. Регулярная и статистическая модели. Приближенные методы решения прямой задачи для восходящего излучения в нерассеивающей среде. Диффузионное и эмиссионное приближения. Двухпараметрический метод Куртисса-Годсона. Решение УПЛЭ для поглощающей и рассеивающей среды в приближении однократного рассеяния. Расчет уходящего излучения в видимом диапазоне спектра в системе «гладкий океан - молекулярная атмосфера». Особенности переноса излучения в микроволновом диапазоне спектра.

3. Элементы физической гидродинамики

Общие сведения об атмосфере Земли и основных гидродинамических процессах. Энергетический баланс в системе «Солнце-планета Земля». Простейшие модели парникового эффекта. Уравнения многокомпонентной гидродинамики с учетом переноса излучения. Проблема замыкания при феноменологическом описании. Примеры решения гидродинамических задач применительно к геофизике. Задача о тепловой конвекции в поле силы тяжести: адиабатический вертикальный градиент температуры в приземной атмосфере. Качественное и строгое (задача Релея) решение. Пи – теорема. Задача о сильном точечном взрыве в однородной газовой среде.

4. Обратные задачи дистанционного зондирования (основы теории)

Понятия об активных методах ДЗ. Лидарное уравнение и уравнение радиолокации. Принцип синтезирования апертуры. Примеры использования. Постановка обратной задачи о восстановлении и вертикального профиля температуры в атмосфере по измерениям интенсивности уходящего излучения в тепловом ИК – диапазоне спектра. Вывод

интегрального уравнения Фредгольма I рода. Физическая и математическая природа некорректности обратных задач, сводящихся к интегральному уравнению Фредгольма I рода. Роль гладкости ядра и ошибок измерений. Методы решения (регуляризации) некорректных задач. Интуитивная регуляризация. Метод Ямамото. Методы приближенного решения уравнения Фредгольма I рода. Метод оптимальной параметризации. Метод А.Н.Тихонова. Метод статистической регуляризации.

5. Примеры решения прямых и обратных задач ДЗ

Инженерные методы расчета теплообмена излучением между поверхностями, имеющими произвольную ориентацию. Угловые коэффициенты. Использование теоремы Стокса. Для расчета угловых коэффициентов. Общие представления об уравнении переноса излучения в сплошной среде с учетом поляризации. Вектор-параметр Стокса. Законы излучения АЧТ для конечных спектральных диапазонов. Примеры, иллюстрирующие применение. Решение задач о расчете излучения, уходящего из системы «подстилающая поверхность-атмосфера» для различных моделей поглощения. Решение задачи о расчете спектральных лучистых потоков в плоскостратифицированной среде применительно к расчету составляющих РБЗ. Интегральные экспоненты. Решение прямой задачи о расчете яркости верхнего слоя «гладкого океана» в приближении однократного рассеяния. Примеры решения обратных задач по данным спутниковых измерений в МКВ диапазоне спектра. Задача о радиационном охлаждении плоского слоя.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Физические основы дистанционного зондирования

Цель дисциплины:

• синтезирование знаний, полученных студентами на предыдущих этапах обучения по направлению «Прикладные математика и физика» и родственным направлениям подготовки бакалавриата, и новых знаний, приобретаемых в процессе изучения дисциплины, необходимых, как для расширения общетеоретической подготовки специалиста в области современных космических информационных систем, так и для практического использования в будущей профессиональной деятельности, связанной с совершенствованием существующих и разработкой перспективных технологий авиакосмического ДЗ.

Задачи дисциплины:

- приобретение обучающимся фундаментальных знаний в области физических основ переноса и взаимодействия электромагнитного излучения (в общем случае поляризованного) со сплошной средой и границами раздела, моделирующих реальные природные образования и техногенные объекты; освоение современных математических методов решения прямых и обратных задач ДЗ;
- формирование у обучающихся понимания роли и места фундаментальных знаний, необходимых для решения задач, связанных с проектированием перспективной спутниковой аппаратуры, обработкой многоспектральных и гиперспектральных изображений ДЗ и их использования в области климатологии, метеорологии, океанологии, рационального природопользования, специальных задач наблюдения и распознавания и др.;
- приобретение навыков для качественных и количественных оценок ключевых характеристик, формирующих сигналы в оптико-электронных и СВЧ сенсорах авиакосмической аппаратуры ДЗ;
- научить обучающихся использовать общетеоретические знания в предметной области дисциплины при выполнении НИР и ВКР в бакалавриате и магистратуре, а также сформировать задел для успешного освоения дисциплин магистерской программы «Космические информационные системы. Связь, навигация, дистанционное зондирование» и родственных магистерских программ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения аэрокосмических методов, используемых для дистанционного изучения атмосферы, поверхности Земли, морей и океанов, природно-техногенных объектов;
- законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ) для вакуума, сред отличной от вакуума, инженерные методы расчета излучения АЧТ для конечных спектральных интервалов;
- основы теории взаимодействия естественного и поляризованного излучения с излучающими, поглощающими и рассеивающими сплошными средами в рамках феноменологического подхода;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- основные понятия, определения и уравнения, используемые при постановке и решении прямой задачи расчета поля излучения в вакууме и в неоднородной сплошной среде;
- общую постановку, методы упрощения и решения прямых и обратных задач ДЗ атмосферы и подстилающей поверхности Земли.

уметь:

- применять на практике основные понятия, физико-математические модели и методы решения прямых и обратных задач ДЗ;
- на основании метода оценок производить обоснование и упрощение постановки прямых и обратных задач ДЗ;
- производить численные оценки ключевых характеристик, формирующих поле излучения в вакууме и в поглощающей, рассеивающей и излучающей сплошной среде;
- формулировать постановку задачи расчета сигнала, регистрируемого гипотетическим ПИ;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с аэрокосмическими системами ДЗ.

владеть:

- навыками усвоения большого объема междисциплинарной информации в области физики атмосферы, теории переноса излучения, активного использования методов решения прямых и обратных задач в различных приложениях;
- культурой постановки и моделирования физических задач в области ДЗ и смежных предметных сферах;
- навыками постановки типовых задач синтеза оптико-электронных пассивных и активных космических систем ДЗ и представлениями о путях их решения.

Темы и разделы курса:

1. Основы теории переноса лучистой энергии в сплошных средах

Основные направления применения методов ДЗ для изучения атмосферы и подстилающей поверхности. Общая характеристика методов ДЗ. Феноменологический подход в теории переноса излучения. Основные понятия. Законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ). Уравнение переноса лучистой энергии (УПЛЭ) для излучающей, поглощающей и рассеивающей среды. Гипотеза о локальном термодинамическом равновесии. Граничные условия для УПЛЭ. Излучательные, поглощательные и отражательные характеристики нечерных поверхностей. Основные механизмы излучения, поглощения и рассеяния в газовых средах. Спектральные коэффициенты поглощения на примере двухатомной молекулы. Колебательно-вращательная (R-V) полоса молекулы. Диаграммы Фортра. Коэффициенты Эйнштейна, Интенсивность (сила) спектральной линии. Механизмы уширения спектральных линий. Контур Фойгта. Коэффициент и индикатриса рассеяния. Молекулярное (релеевское) и аэрозольное рассеяние. Основы теории Ми.

2. Прямая задача переноса излучения в системе «подстилающая поверхность- атмосфера» (основы теории)

Одномерная (плоскостратифицированная) модель переноса излучения. Альbedo однократного рассеяния. Граничные условия для системы «подстилающая поверхность- атмосфера». Трансформация излучения в нерассеивающей среде. Решение УПЛЭ в квадратурах. Спектральные функции пропускания и поглощения. Особенности осреднения по спектру решения УПЛЭ на примере гипотетических ИК – приемников. Эквивалентная ширина молекулярной R-V полосы. Эквивалентная ширина изолированной спектральной линии. Функция Ладенбурга-Райхе. Приближенные методы интегрирования по спектру решения УПЛЭ. Полинейные методы. Модели полос. Регулярная и статистическая модели. Приближенные методы решения прямой задачи для восходящего излучения в нерассеивающей среде. Диффузионное и эмиссионное приближения. Двухпараметрический метод Куртисса-Годсона. Решение УПЛЭ для поглощающей и рассеивающей среды в приближении однократного рассеяния. Расчет уходящего излучения в видимом диапазоне спектра в системе «гладкий океан - молекулярная атмосфера». Особенности переноса излучения в микроволновом диапазоне спектра.

3. Элементы физической гидродинамики

Общие сведения об атмосфере Земли и основных гидродинамических процессах. Энергетический баланс в системе «Солнце-планета Земля». Простейшие модели парникового эффекта. Уравнения многокомпонентной гидродинамики с учетом переноса излучения. Проблема замыкания при феноменологическом описании. Примеры решения гидродинамических задач применительно к геофизике. Задача о тепловой конвекции в поле силы тяжести: адиабатический вертикальный градиент температуры в приземной атмосфере. Качественное и строгое (задача Релея) решение. Пи – теорема. Задача о сильном точечном взрыве в однородной газовой среде.

4. Обратные задачи дистанционного зондирования (основы теории)

Понятия об активных методах ДЗ. Лидарное уравнение и уравнение радиолокации. Принцип синтезирования апертуры. Примеры использования. Постановка обратной задачи о восстановлении и вертикального профиля температуры в атмосфере по измерениям интенсивности уходящего излучения в тепловом ИК – диапазоне спектра. Вывод интегрального уравнения Фредгольма I рода. Физическая и математическая природа некорректности обратных задач, сводящихся к интегральному уравнению Фредгольма I

рода. Роль гладкости ядра и ошибок измерений. Методы решения (регуляризации) некорректных задач. Интуитивная регуляризация. Метод Ямамото. Методы приближенного решения уравнения Фредгольма I рода. Метод оптимальной параметризации. Метод А.Н.Тихонова. Метод статистической регуляризации.

5. Примеры решения прямых и обратных задач ДЗ

Инженерные методы расчета теплообмена излучением между поверхностями, имеющими произвольную ориентацию. Угловые коэффициенты. Использование теоремы Стокса. Для расчета угловых коэффициентов. Общие представления об уравнении переноса излучения в сплошной среде с учетом поляризации. Вектор-параметр Стокса. Законы излучения АЧТ для конечных спектральных диапазонов. Примеры, иллюстрирующие применение. Решение задач о расчете излучения, уходящего из системы «подстилающая поверхность-атмосфера» для различных моделей поглощения. Решение задачи о расчете спектральных лучистых потоков в плоскостратифицированной среде применительно к расчету составляющих РБЗ. Интегральные экспоненты. Решение прямой задачи о расчете яркости верхнего слоя «гладкого океана» в приближении однократного рассеяния. Примеры решения обратных задач по данным спутниковых измерений в МКВ диапазоне спектра. Задача о радиационном охлаждении плоского слоя.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Физические процессы в ракетных двигателях на твердом топливе

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по физическим моделям процессов, протекающим в современных ракетных и реактивных двигателях, формирование исследовательских навыков при решении сопряженных кинетических, газодинамических и тепловых задач.

Задачи дисциплины:

- дать студентам базовые знания по физическим процессам в ракетных и воздушно-реактивных двигателях, их моделированию;
- научить студентов подходам к описанию динамики сложных явлений на основе сопряжения отдельных моделей элементарных процессов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и законы термодинамики, газовой динамики и тепломассообмена;
- характерные значения величин, определяющих процессы в ракетных двигателях;
- современные подходы к моделированию процессов в ракетных двигателях и пределы их применимости.

уметь:

- использовать фундаментальные знания для решения прикладных задач;
- выполнять оперативные оценки величин, характеризующих явление;
- выделять в технических задачах индивидуальные физические процессы;
- сопрягать математические модели взаимообусловленных физических процессов;
- эффективно использовать вычислительную технику для достижения прикладных результатов.

Владеть:

- навыками освоения комплексной информации по физическому явлению, его математической модели и численной реализации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:**1. Термодинамика и газовая динамика реальных процессов в ЭУ.**

Введение. Индивидуальные физические процессы: термодинамические, газодинамические, тепловые, химические. Взаимобусловленность индивидуальных процессов и сопряженные задачи. Граничные условия, балансовые соотношения и принципы формации сопряженных задач.

Термодинамика реальных процессов в ЭУ. Особенности и примеры неравновесных процессов (сажеобразование, недогорание, неравновесные процессы в дисперсных средах).

Термодинамика и газовая динамика реальных процессов в ЭУ. Химически реагирующие среды.

Пограничный слой в химически реагирующих потоках. Предельные случаи: равновесные течения, течения вблизи каталитической стенки.

Сопряженные задачи термогазодинамики. Течение с объемным энерговыделением. Ламинарные сопряженные течения. Турбулентные сопряженные течения.

2. Процессы при горении.

Турбулентное горение. Нормальная скорость распространения пламени. Ламинарный и турбулентный факелы. Фронт горения.

Процессы тепломассообмена при горении. Конвективный теплообмен. Радиационно-конвективный теплообмен. Сопряженные задачи теплообмена.

3. Теплофизические процессы в двухфазных течениях.

Газовая динамика дисперсных систем. Механизмы переноса дисперсных примесей в газовом потоке. Процессы тепломассообмена при межфазном взаимодействии.

Нестационарные двухфазные течения. Устойчивость двухфазных течений при наличии тепловыделения и массовых сил. Обобщение эффекта Гёртлера на двухфазные сжимаемые течения.

Двухфазные течения в пограничном слое. Эффекты Магнуса и Сэфмена. Сепарация частиц в неоднородных течениях.

Двухфазные течения газо-капельных сред. Дробление и коагуляция частиц. Физико-математические модели описания динамики ансамбля полидисперсных частиц.

Процессы взаимодействия двухфазных течений с препятствиями и плохообтекаемыми телами. Осаждение частиц. Модель упругого и неупругого столкновения. Модель течения плёнки.

Теплофизические процессы и межфазное взаимодействие в двухфазных течениях в поле массовых сил. Физико-математическая модель жгутования частиц.

4. Модели сопряжённого теплообмена в двухфазных средах.

Физико-математические модели сопряжённого теплообмена в однофазных и двухфазных средах. Приближение псевдо газа. Граничные условия сопряжения задач сложного теплообмена и теплопроводности. Метод последовательных приближений.

Теплофизические процессы взаимодействия высокотемпературных сред с материалами. Фазовые переходы и термохимические процессы. Химическая и механическая эрозия материалов.

Комплексная термогазодинамическая модель расчета течения и теплообмена в энергетических установках. Методы математического моделирования сопряженных задач.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Флюидодинамика недр

Цель дисциплины:

- овладение современными знаниями о флюидодинамических процессах, протекающих в недрах Земли, влиянии процессов разработки месторождений углеводородов на флюидные системы, а также приобретение навыков решения задач по фильтрации флюидов в породах-коллекторах.

Задачи дисциплины:

- дать студентам углубленные знания в области подземной флюидодинамики, связи флюидодинамических и сейсмодоформационных процессов в недрах Земли;
- научить студентов применять полученные знания для решения задач по фильтрации флюидов в проницаемых породах, понимать границы применимости тех или иных моделей для описания реальных явлений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы флюидодинамики, законы движения газов, жидкостей и расплавов в недрах Земли, фазовых переходов при фильтрации флюидов;
- теории происхождения нефти и формирования месторождений углеводородов, основные характеристики и состав пород-коллекторов;
- современные методы анализа геофизической информации и теории фильтрации многофазных смесей;
- современные проблемы флюидодинамики.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для определения основных параметров фильтрационных процессов;
- решать прямые и обратные задачи флюидодинамики;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов измерений параметров течений жидкостей и газов в пористых средах и теории;

- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в флюидодинамических задачах физическое содержание;
- осваивать новые области флюидодинамики, теоретические подходы и анализировать натурные данные;
- оценивать достоверность и точность получаемых результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования флюидодинамических задач;
- навыками грамотной обработки натурных данных и сопоставления их с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач флюидодинамики.

Темы и разделы курса:

1. Подземные флюиды

Понятие «флюид», распространенность и виды флюидов. Характеристики пород-коллекторов: пористость, проницаемость. Типы пористости. Методы определения пористости и проницаемости. Силы, определяющие миграцию флюидов в земной коре.

2. Движение жидкости и газа в проницаемом пространстве горных пород

Законы движения вязкой жидкости в пористом теле. Балансы массы, импульса и момента импульса.

Уравнение Дарси, границы его применимости. Отклонения закона фильтрации от линейной зависимости. Уравнение Форхгеймера.

Уравнение пьезопроводности. Простейшие аналитические примеры решения задач пороупругости.

3. Роль флюидов при подготовке землетрясений

Эффективные напряжения Терцаги. Критерий Кулона-Мора. Эффект Ребиндера. Техногенные землетрясения при воздействии на флюидные системы.

4. Теория происхождения нефти и формирования месторождений углеводородов

Геологическое время. Относительная и абсолютная шкала времени. Геолого-стратиграфические и палеонтологические методы определения возраста пород. Физические методы оценки возраста пород. Рубидий-стронциевый и уран-свинцовый методы.

Биогенная и абиогенная теории образования нефти. Типы коллекторов. Виды нефтяных и газовых залежей. Сланцевые месторождения. Баженовская свита.

5. Методы разведки месторождений углеводородов

Гравиметрические, электромагнитные и магнитометрические методы разведки месторождений углеводородов. Простейшие прямые и обратные задачи разведки недр.

Сейсмические методы разведки залежей углеводородов. Прямая и обратная задача для отраженной волны в двухслойной среде с наклонной отражающей границей. Способы построения криволинейных отражающих границ.

6. Некоторые прикладные задачи фильтрации

Физические процессы при заводнении пласта. Двухфазная гидродинамика. Обобщение закона Дарси для двухфазного потока. Относительная проницаемость. Теория Бакли – Леверетта.

Вытеснение жидкостей из пористых веществ. Неустойчивость фронта вытеснения Саффмана – Тейлора.

Нефтяной пласт в массиве пород. Начальное поровое давление и водный бассейн. Концепция упругого режима. Продуктивность скважин. Восстановление давления в скважине и параметры пласта.

7. Применение алгоритмов нелинейной динамики при анализе флюидодинамических процессов

Временные ряды наблюдений. Фазовая точка и фазовая траектория. Динамические системы и их устойчивость. Аттракторы, их типы и физический смысл. Фрактальная размерность аттракторов. Бифуркации. Инерциальные многообразия. Параметры порядка. Реконструкция аттракторов по временным рядам. Теорема Такенса. Метод Грасбергера – Прокачи оценки размерности аттракторов.

Примеры использования методов нелинейной динамики для анализа данных по разработке месторождений.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Численное моделирование физических процессов

Цель дисциплины:

- сформировать компетенции в области численного моделирования физических процессов и их эффективного использования в научно-исследовательской работе;
- выработать навыки построения математической модели для основных физических процессов и численного решения возникающих при этом задач;
- развить на практике навыки совместного выполнения научно-исследовательских проектов.

Задачи дисциплины:

- дать основные определения и классификации методов математического моделирования физических процессов;
- рассмотреть зависимость эффективности численного моделирования физического процесса от выбора метода построения математической модели;
- организовать в группе решение модельной задачи с разделением функций между участниками проекта.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные особенности и классификацию методов математического моделирования;
- базовые алгоритмы численного моделирования физических процессов;
- основные принципы разработки и реализации задач численного моделирования физических процессов.

уметь:

- разрабатывать математические модели исследуемых физических процессов;
- разрабатывать масштабируемые алгоритмы численного моделирования физических процессов;

- эффективно реализовать масштабируемый алгоритм на выбранном языке программирования.

владеть:

- методами и средствами разработки математических моделей основных физических процессов;
- базовым навыком численного решения задачи математического моделирования физического процесса;
- навыками организации работы над решением научно-исследовательской задачи в группе.

Темы и разделы курса:

1. Постановка задачи математического моделирования.

Основные понятия функционального анализа: точечные множества, классы гладкости; пространства непрерывных функций, гильбертовы пространства; измеримые функции, пространства Лебега. Норма и скалярное произведение, банаховы и гильбертовы пространства, ортонормальные системы. Линейные функционалы и операторы, непрерывные и обратные операторы, сопряженные, симметричные и самосопряженные операторы; положительно определенный оператор и энергетическое пространство. Обобщенные производные и пространства Соболева.

Понятие корректной и не корректной постановки задачи по Адамару, теорема Коши–Ковалевской. Прямые и обратные задачи. Понятие обобщенной и вариационной постановки задачи. Примеры и классификация краевых задач. Задача Коши. Вопросы аппроксимации задачи и сходимости численного решения.

Интегральные уравнения Фредгольма, Вольтерра, с полярным и слабо полярным ядром. Союзные уравнения и характеристические числа. Альтернатива Фредгольма, теорема Гильберта Шмидта, формула Шмидта.

2. Дискретизация задач математической физики.

Конечноразностные методы: метод сеток, метод квадратур, метод прямых.

Вариационные методы: метод Рунге; метод наименьших квадратов; методы Канторовича, Куранта, Третьяка.

Проекционные методы: метод Бубнова–Галеркина, метод моментов; метод Галеркина–Петрова, метод коллокаций; проекционно-сеточные методы, финитные базисные функции и методы конечных элементов.

Методы интегральных тождеств: метод интегрального тождества Марчука; обобщенная формулировка метода, разностный и проекционный методы аппроксимации интегральных тождеств.

3. Пакеты прикладных программ математического моделирования.

Классификация, основные примеры, вопрос выбора. Этапы построения модели.

4. Элементы матричного анализа.

Матричное представление: линейный оператор и линейный функционал в конечномерном пространстве, матрица системы линейных алгебраических уравнений, совместные системы, ранг матрицы, фундаментальная система решений, сопряженная, симметричная и самосопряженная матрица; альтернатива и теорема Фредгольма для систем с квадратными матрицами; нормальное и обобщенное решение; скелетное разложение прямоугольной матрицы, псевдообратная матрица, уравнения Пенроуза; связь решений сопряженных систем, геометрическая интерпретация, проектор.

Инвариантные подпространства: свойства, вложенность, примеры, корневое и циклическое подпространство; матричный многочлен, теорема Кели-Гамильтона; матрицы простой структуры и нильпотентные матрицы, каноническая форма Жордана и теорема Шура. λ матрицы: частное, остаток, значение, регулярность; аннулирующий и минимальный многочлены векторов и матриц, их вид и свойства; элементарные операции, унимодулярные матрицы и отношение эквивалентности, инвариантные многочлены и их разложения, каноническая форма Смита; матрица Фробениуса, ее свойства, каноническая форма Фробениуса и ее связь с формой Жордана, элементарные делители матрицы.

Матрицы специального вида: нормальные, унитарные, ортогональные, (косо)эрмитовы, (косо)симметрические, их свойства; мультипликативные представления матриц: (блочное) LU (QR) разложение, полярное разложение, формулы Кели; сингулярные числа и сингулярное разложение матрицы; тензорные произведения матриц; свойства матрицы билинейной формы, критерии положительной определенности матриц; билинейные метрические пространства, свойства матрицы Грамма, отношение конгруэнтности, (псевдо)ортогональный и (псевдо)двойственный базис; мультипликативная и аддитивная / обобщенная матричная норма, отношение согласованности и подчиненности к векторной норме, примеры; нелинейный функционал, его центр симметрии, производная и градиент, примеры, теорема Куранта-Фишера; число обусловленности и коэффициент перекоса матрицы, локализация собственных значений, круги Гершгорина и овалы Кассини, асимптотические оценки; теплицевы матрицы, циркулянты, матрицы ленточные, персимметричные, дискретного преобразования Фурье, ганкелевы, многоуровневое разбиение, основные блочные типы матриц, левый / правый теплицевый ранг; неотрицательные и положительные матрицы, (не)приводимые / разложимые матрицы, их ориентированные / направленные графы, теорема Перрона-Фробениуса и спектральные свойства неразложимых матриц, циклическая / импримитивная матрица и ее индекс импримитивности, критерий цикличности и свойства примитивных матриц, нормальная форма разложимой матрицы, модуль матрицы, (двойко)стохастическая и осцилляционная матрица; якобиевы матрицы; трехдиагональные матрицы конечно-разностных аппроксимаций и их спектральные характеристики.

5. Численные методы.

Основные разложения матрицы на множители: метод Гаусса с выбором ведущего элемента, компактная схема; метод квадратного корня / Холецкого; метод вращений / Гивенса и метод

отражений / Хаусхолдера, их нормализованные варианты и метод ортогонализации; сравнение методов.

Решение неустойчивых систем: число обусловленности, процесс уточнения решения, непрерывность решений по матрице и правой части, сингулярное разложение, главные проекции решения, регуляризация. Методы сопряженных направлений: общая схема, выбор начального вектора, минимизация функционала ошибок; методы сопряженных градиентов, эрмитова и неполного разложения; метод двойственных направлений, отклонение от решения, схема с уточнением.

Итерационные методы: p шаговый, линейный, стационарный и циклический методы; оператор перехода и разрешающий оператор, скорость сходимости; метод Рундсона. Методы релаксации: точечный, блочный и экстраполированные методы Якоби, Гаусса Зейделя, последовательной верхней релаксации (SOR); согласованно-упорядоченные матрицы, выбор параметра релаксации, симметричный вариант SOR метода. Монотонные матрицы, M матрица и матрица Стильеса; регулярное расщепление и оценки сходимости. Методы переменных направлений (расщепления): условия сходимости, коммутативный случай, метод Писмана–Рэкфорда; асимптотическая скорость сходимости и выбор оптимальных параметров; некоммутирующий случай, попеременно-треугольный метод. Чебышевские итерационные методы: первого и второго порядка, циклические; оценка скорости сходимости. Нелинейные итерационные методы: наискорейшего спуска, минимальных невязок, минимальных ошибок; обобщенные методы минимальных итераций Ланцоша и сопряженных градиентов. Особенности итерационных методов решения систем с вырожденными матрицами, достаточное условие сходимости, метод фиктивных компонент, решение несовместных систем.

6. Методы решения нелинейных задач математической физики.

Элементы нелинейного анализа: непрерывность и дифференцируемость нелинейных отображений; сопряженные нелинейные операторы; выпуклые функционалы и монотонные операторы; вариационный метод и минимизирующие последовательности.

Методы решения нелинейных уравнений: метод наискорейшего спуска, метод Рундса, метод Ньютона–Канторовича, метод Галеркина–Петрова, метод возмущений.

7. Реализация математической модели на ЭВМ.

Построение модели, дискретизация расчетной области, выбор численного метода в условиях ограниченности вычислительных ресурсов, реализация модели на высокопроизводительных вычислительных системах.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Численные методы оптимизации

Цель дисциплины:

- сформировать компетенции в области численного решения задач оптимизации и их эффективного использования в научно-исследовательской работе;
- выработать навыки корректной постановки задачи на поиск экстремума и выбора оптимального метода ее решения;
- развить на практике навыки совместного выполнения научно-исследовательских проектов.

Задачи дисциплины:

- дать основные определения и классификации методов оптимизации;
- рассмотреть зависимость эффективности численного решения задачи оптимизации от выбора алгоритма и его реализации;
- организовать в группе решение модельной задачи с разделением функций между участниками проекта.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные особенности и классификацию методов оптимизации;
- базовые алгоритмы численного решения задач на поиск экстремума;
- основные принципы разработки и программной реализации задач оптимизации.

уметь:

- разрабатывать математические модели оптимизируемых систем;
- оценивать эффективность методов решения задач на поиск экстремума;
- реализовывать выбранный или разработанный алгоритм в программном коде;
- проводить анализ решения задачи оптимизации;

- оформлять и докладывать результаты научного исследования.

владеть:

- методами и средствами разработки математических моделей экстремальных задач;
- базовым навыком конструирования или адаптации алгоритма численного решения задач оптимизации;
- навыками организации работы над решением научно-исследовательской задачи в группе

Темы и разделы курса:

1. Экстремальные задачи и методы их решения

Основные термины и понятия, классификация экстремальных задач. Поиск локального экстремума на основе сужения интервалов неопределенности, градиентные методы и методы последовательных приближений.

2. Задачи оптимизации и их классификация

Математические постановки задач оптимизации и их классификация. Задачи линейного, квадратичного, выпуклого, математического программирования.

3. Численные методы локальной оптимизации

Методы безусловной оптимизации: градиентные методы и методы сопряженных направлений, метод Ньютона и его модификации, эвристические методы нулевого порядка. Методы условной оптимизации: симплекс-метод, метод проекции градиента, метод условного градиента, метод линеаризации, метод штрафных функций, метод параметризации целевой функции.

4. Методы решения дискретных задач оптимизации

Методы безусловной оптимизации: градиентные методы и методы сопряженных направлений, метод Ньютона и его модификации, эвристические методы нулевого порядка. Методы условной оптимизации: симплекс-метод, метод проекции градиента, метод условного градиента, метод линеаризации, метод штрафных функций, метод параметризации целевой функции.

5. Задачи выпуклой оптимизации и численные методы их решения

Основы выпуклого анализа: теоремы отделимости и их приложения, субградиент и субдифференциал выпуклой функции. Методы негладкой выпуклой оптимизации: метод отсекающих гиперплоскостей и субградиентный метод, метод Келли и метод уровней.

6. Стохастические методы оптимизации

Случайный поиск и выбор наилучшей пробы, алгоритм статистического градиента, поиск с запретами. Алгоритм имитации отжига и методы роевого интеллекта, эволюционные алгоритмы.

7. Теория игр и задачи линейного программирования

Игра как математическая модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Функция цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

8. Матричные игры и методы их решения

Определение матричной игры. Ситуации равновесия в матричной игре. Смешанные стратегии. Ситуации равновесия в смешанных стратегиях. Свойства значения игры. Решение матричных игр: теоремы о дополняющей нежесткости и о доминировании строк платежной матрицы. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. Биматричные игры: определение, смешанное расширение, условия равновесия, свойства равновесных стратегий, доминирование смешанных стратегий.

9. Методы поиска оптимальных стратегий в игре

Определение антагонистической игры в нормальной форме. Максимальные и минимальные стратегии. Существование решения в классе смешанных стратегий. Свойства оптимальных стратегий и значения игры. Доминирование стратегий. Вполне смешанные и симметричные игры. Бесконечные антагонистические игры: ситуация ϵ -равновесия, смешанные стратегии. Игры с непрерывной и выпуклой функцией выигрыша. Одновременные игры преследования. Класс игр с разрывной функцией выигрыша. Бесконечные игры поиска. Неантагонистические игры: определение бескоалиционной игры в нормальной форме, принципы оптимальности и смешанное расширение в бескоалиционных играх. Существование ситуации равновесия по Нэшу и в конечной игре n лиц. Модификации концепции равновесия по Нэшу. Свойства оптимальных решений. Эволюционно устойчивые стратегии. Равновесие в совместных смешанных стратегиях. Игры в форме характеристической функции: S -ядро и NM -решение, вектор Шепли и потенциал. Динамической игры с полной информацией: равновесие по Нэшу, основные функциональные уравнения. Иерархические игры. Многошаговые игры с неполной информацией: стратегия поведения. Функциональные уравнения для одновременных многошаговых игр. Построение единственного равновесия по Нэшу. Структура множества абсолютных равновесий по Нэшу. Индифферентное равновесие в позиционных играх. Стратегии наказания. Кооперация в многошаговых и стохастических играх. Марковские игры.

10. Методы решения дифференциальных игр

Антагонистические дифференциальные игры: многошаговые игры с полной информацией, существование ситуаций ϵ -равновесия. Дифференциальные игры преследования на быстродействие. Существование оптимальной программной стратегии убегающего. Основное уравнение.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Численный расчет волновых процессов

Цель дисциплины:

Целью дисциплины является знакомство студентов с основами численных методов. Основной упор будет сделан на гиперболические уравнения и системы. Студенты познакомятся с теоретическими основами сеточно-характеристических численных методов, понятиями аппроксимации и устойчивости разностной задачи. Будут рассмотрены решения волновых уравнений, описывающих динамическое поведение акустических, упругих, анизотропных и пористых сред. Внимание будет уделено получению практических навыков реализации вычислительных методов. В ходе курса необходимо будет выполнить курсовой проект, заключающийся в разработке прикладного программного обеспечения на языке Python и/или C++.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся знаний по численным методам, применяемым для решения гиперболических систем уравнений;
- формирование у обучающихся знаний по аналитическому исследованию гиперболических систем уравнений;
- формирование умений и навыков реализации расчётных алгоритмов на языках Python/C++.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные основы построения численных методов решения гиперболических систем уравнений;
- понятия разностной задачи, аппроксимации, устойчивости, сходимости разностных схем;
- определяющие системы уравнений акустики, упругости, анизотропной упругости, двухконтинуальных систем.

уметь:

- аналитически исследовать гиперболические уравнения и системы уравнений;

- находить собственные числа и собственные вектора матриц аналитическими и численными методами;
- исследовать гиперболические уравнения и системы уравнений на аппроксимацию и устойчивость;
- строить структурные расчётные сетки;
- реализовывать на языке Python/C++ схемы на расширенном шаблоне;
- реализовывать на языке Python/C++ схемы на компактном шаблоне.

владеть:

- теоретическими и практическими знаниями о гиперболических системах уравнений и численных методах их решения.

Темы и разделы курса:

1. Основы численных методов

Дифференциальная задача, разностная задача, понятия аппроксимации, устойчивости, сходимости. Численное исследование порядка сходимости схемы.

2. Математические модели динамического поведения сред

Определяющие системы уравнений для акустического, линейно-упругого, анизотропного и пористого/насыщенного приближений.

3. Простейшее гиперболическое уравнение переноса

Вид уравнения, аналитическое решение, область зависимости, граничное и начальное условия.

4. Сеточно-характеристический метод

История развития, прямой и обратный методы, понятие характеристик, инвариантов Римана.

5. Многомерные задачи

Метод расщепления по пространственным направлениям, метод расщепления по физическим процессам, структурные и неструктурные расчётные сетки.

6. Акустическая среда

Каноническая запись для акустической среды, вид матриц системы, количество и значения собственных чисел и собственных векторов задачи.

7. Изотропная упругая среда

Каноническая запись для изотропной упругой среды, вид матриц системы, количество и значения собственных чисел и собственных векторов задачи.

8. Анизотропная упругая среда

Каноническая запись для анизотропной упругой среды, вид матриц системы, количество и значения собственных чисел и собственных векторов задачи.

9. Пористая насыщенная среда

Каноническая запись для пористой насыщенной среды, вид матриц системы, количество и значения собственных чисел и собственных векторов задачи.

10. Контакт между средами

Явное выделение, количество условий на контакте, реализация граничных корректоров.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Экономика

Цель дисциплины:

- Знакомство слушателей с основными разделами микроэкономического анализа (индивидуальный выбор потребителя и производителя, общее и частичное равновесие в экономике, монополия и олигополия); а также с некоторыми разделами макроэкономического анализа (валовой внутренний продукт, национальные счета, индексы цен, денежные агрегаты в банковской системе, влияние фискальной и кредитно-денежной политики государства на равновесное состояние экономики страны).
- формирование навыков постановки задачи по разрешению экономической проблемы в рамках микро- и макроэкономической проблематики, а также создания моделей и их анализа;
- приобретение умения анализировать и интерпретировать полученные результаты и формулировать экономические выводы.

Задачи дисциплины:

- Знать основные результаты ключевых разделов микро- и макроэкономической теории;
- обладать навыками экономического моделирования;
- уметь интерпретировать полученные результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные изложенные в курсе микро- и макроэкономической теории, а также иметь представление о возможностях применения теории для анализа социально-экономических феноменов и современном экономическом мышлении, и направлениях развития экономической науки.

уметь:

Моделировать и анализировать ситуации с использованием микро- и макроэкономического инструментария, а также интерпретировать полученные результаты.

владеть:

Логикой микро- и макроэкономического анализа и подходами к решению экономических задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Предмет микроэкономики.

Взаимодействие экономических субъектов. Производители и потребители экономических благ (микроуровень – фирмы, конечные потребители; макроуровень – производственный сектор и домашние хозяйства). Натуральные (товары и услуги) и финансовые потоки. Роль государства в экономической жизни. Рынки как элементы связей между экономическими субъектами (рынок продуктов и услуг, рынок труда, рынок капитала, рынок денег, рынок ценных бумаг).

2. Основы финансовых расчетов

Деньги, ценные бумаги, депозиты, кредиты, проценты. Эффективная ставка процента. Ценные бумаги (облигации, акции). Доходность ценных бумаг. Дисконтирование денежных потоков, распределенных во времени. Прибыль финансового проекта с потоками доходов и расходов. Внутренняя норма доходности.

3. Сектор потребления благ

Математическое описание задачи потребителя: полезность, максимизация полезности при ресурсных ограничениях. Спрос на благо и формулы его описания. Статистика спроса. Два способа нахождения функции спроса: теоретический из решения задачи потребителя и экспериментальный путем обработки статистики. Основные виды функций полезности и спроса (маршалианская, леонтьевская, линейная и другие). Количественные характеристики функций спроса (эластичности). Экспериментальная проверка теоретических постулатов теории потребления (аксиомы выявленных предпочтений). Поведение потребителя в условиях налогообложения.

4. Производственный сектор

Основные характеристики производственного предприятия: валовой выпуск, промежуточное потребление, материальные затраты, факторы производства (труд и капитал), амортизация капитала. Математическое описание задачи производителя: (производственная функция, функция издержек, максимизация прибыли). Предложение блага как результат задачи производителя. Эластичность предложения. Влияние налогов на производителя на результат производства.

5. Рыночные структуры.

Совершенная конкуренция, монополия (обыкновенная и естественная), монополистическая конкуренция (олигополия).

Прибыль производителя или ее отсутствие в условиях совершенной конкуренции.

Прибыль монополиста в обычных условиях и при проведении ценовой дискриминации.

Некоторые модели монополистической конкуренции. Использование элементов теории игр для моделирования поведения олигополистов (равновесие по Нэшу).

6. Эффективность производства и потребления (экономика обмена)

Пример обмена для двух потребителей или двух производителей благ. Парето-оптимальное распределение (контрактная линия). Существование равновесных цен (равновесие по Вальрасу).

7. Макроэкономический уровень описания производства

Валовой внутренний продукт (ВВП) и его составляющие. Валовой национальный продукт (ВНП) и его связь с ВВП. Национальные счета. Анализ динамики ВВП (в номинальных ценах и в ценах базового года). Важнейшие индексы цен (дефлятор ВВП, индекс потребительских цен, другие индексы).

Некоторые исторические факты экономической теории и практики (Великая депрессия, разделение экономистов на последователей Кейнса и неоклассиков, глобализация экономики).

8. Макроэкономическое описание экономических субъектов и их взаимодействия

Описание агрегатов-составляющих ВВП для закрытой экономики (кейнсианский подход и неоклассический подход). Мультипликаторы роста.

Денежные агрегаты в банковской системе. Денежный мультипликатор.

Влияние фискальной и кредитно-денежной политики государства на равновесное состояние экономики страны (IS-LM модель).

9. Экономический ущерб от коррупционной деятельности экономических субъектов

Формирование антикоррупционного мировоззрения экономических агентов. Влияние коррупционных схем на инвестиции в реальный сектор экономики. Негативные последствия коррупции в сфере производства экономических благ: замедление экономического роста и качества потребляемых продуктов и услуг. Негативные последствия коррупции на социальные аспекты экономической деятельности человека.

10. Основные постулаты экономической теории и их роль в экономической жизни: общее экономическое равновесие (Вальрас); Парето-эффективность; равновесные стратегии при принятии решений; принципы оптимизации на микро и макро уровнях

В современных условиях экономического развития теоретические постулаты нужно применять с осторожностью. Экономика страны, как и вся мировая экономика, не находится в состоянии равновесия. Многочисленные внешние факторы (шоковые воздействия), рост и замедление темпов инфляции, постоянные научно-технические новшества выводят экономику из состояния равновесия, что значительно усложняет экономический анализ и прогнозирование развития.

При принятии решений экономическими агентами часто возникают ситуации, которые в теории игр описываются как равновесные (по Нэшу, по Парето). Они наблюдаются при производстве и распределении как частных благ, так общественных. При внедрении инноваций на предприятиях могут возникать и внешние эффекты (положительные и отрицательные), также являющиеся предметом нашего рассмотрения.

Эффективность и оптимизация по-прежнему являются ключевыми понятиями в сфере прикладной экономики, хотя и наблюдается их отход на второй план в политизированной, а порой и недобросовестной деятельности администраторов и менеджеров.

11. Оценка эффективности продуктов и технологий, являющихся результатами научно-технических разработок. Оценка перспектив развития направлений новых научных исследований и разработок

Эффективность потребительских продуктов, объектов техники и технологий определяется отношением полезного эффекта от их использования к величине приведённого (дисконтированного) потока измеренных в физических или денежных единицах затрат ресурсов на создание соответствующих объектов техники и технологий, на их эксплуатацию, поддержание их функционирования и затрат на их утилизацию по окончании срока службы.

На основании определения эффективности продуктов и технологий и анализа технико-экономических ограничений для её повышения появляется практическая возможность для сравнительного анализа эффективности соответствующих потребительских продуктов, объектов техники и технологий и возможность не только качественной, но и количественной оценки перспектив их модернизации и выбора оптимального режима их использования

Будут рассмотрены способы построения и примеры необходимых для проведения оценок эффективности технико-экономических описаний потребительских продуктов и объектов техники и технологий.

12. Организация финансирования научно-технических разработок и инновационных проектов. Инвестиции и оценка эффективности инвестиционных проектов и бизнеса предприятия

Рассматривается, как на различных этапах реализации НТР и инновационного проекта может быть организовано их финансирование, и кто может выступить в качестве инвестора.

Работа различных инвесторов, в частности, инвестиционных фондов, цели, под которые они выдают инвестиции и что ожидают получить взамен.

Рассматриваются основные методики, применяемые для оценки эффективности инвестиций и инвестиционных проектов и практика их проведения.

Будут рассмотрены способы организации НТР. Особое внимание будет уделено такой форме организации как инновационный проект. Будут рассмотрены этапы НТР и инновационного проекта и задачи, решаемые на каждом из них.

13. Макроэкономическая политика государства. Научно-техническая деятельность и экономическое развитие. Модели роста Солоу, Леонтьева. Качественные выводы из модели и их подтверждение на практике

Речь идет о наиболее сложных темах, изучаемых в макроэкономической теории. На модели Солоу, демонстрируется зависимость темпов роста экономики в долгосрочном периоде от начального фазового состояния (душевая капиталовооруженность), роста населения и темпов НТП. Качественные выводы согласуются с результатами экономического роста индустриально развитых стран. На основе экономической статистики макроэкономического развития студенты могут оценить степень удаления начального фазового состояния экономики выделенной страны от так называемой магистрали развития (режим самоподдерживаемого развития с оптимальным уровнем капиталовооруженности).

Модели Леонтьева демонстрируют взаимозависимости отраслей и видов экономической деятельности и, как следствие, влияние этих «скрытых» факторов на темпы экономического роста. Такие модели хорошо адаптированы к оцениванию эффективности научно-технических новшеств.

14. Бизнес игра: Оценка эффективности ведения бизнеса в сфере наукоёмких технологий

Есть 8 предприятий, мэр города и лидер профсоюза. Все игроки связаны одним общим – озером. Прибыль предприятия зависит от чистоты озера, также, как и от переизбрания мэра. Каждый игрок стремится максимизировать свою прибыль, включая мэра, но из-за влияния принятых решений на состояние озера решение каждого игрока сильно влияет на решения других.

Цель игры – дать представлению участникам о рынке конкуренции наукоемких технологий, где с одной стороны каждый участник максимизирует свою прибыль, не заботясь о других участниках, с другой стороны без взаимоотношений с другими участниками невозможно обойтись, т.к. их решения влияют на твою прибыль. Например, когда вышел Windowsphone для телефонов от Microsoft, перед многими компаниями встал выбор: Работать с данной платформой или нет, растить специалистов самим или ждать выпускников из вузов? Как поведут себя ключевые конкуренты на данном рынке?

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Экспериментальный практикум по геофизике

Цель дисциплины:

формирование базовых знаний по методам исследования верхних и нижних геосфер в научных группах и комплексного геофизического мониторинга для общего понимания всего спектра геофизических научных исследований, формирования экспериментальных исследовательских навыков и способности применять знания на практике для проведения геофизических исследований.

Задачи дисциплины:

- Дать студентам базовые знания по методам исследования верхних и нижних геосфер.
- Научить студентов практической работе в мини-группах на лабораторных установках по моделированию геофизических процессов и обработки комплексных геофизических данных, получаемых на геофизической обсерватории и сейсмостанциях.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методы исследования геосистем в земной коре, воде, атмосфере и ионосфере;
- основы комплексного геофизического мониторинга;
- методы (статистический корреляционный, регрессионный) анализа и обработки геофизических данных;
- методика построения и структура измерительного геофизического канала;
- способы оценки качества получаемых данных;
- основы формирования и структурирования банков геофизических данных;
- способы описания состояния геофизической среды.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для выбора метода исследования геофизического объекта;
- производить дискриминацию получаемых геофизических данных, комплексировать данные измерений различных физических полей;
- анализировать натурные данные;
- оценивать достоверность и точность получаемых результатов;
- эффективно использовать автоматизированные системы обработки данных для анализа геофизических данных.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки геофизических задач и моделирования геофизических процессов;
- навыками грамотной обработки натурных данных и сопоставления их с теоретическими результатами.

Темы и разделы курса:

1. Обработка сейсмологических данных

Обработка сейсмограмм, выделение различных волн.

Определение эпицентрального расстояния, определение времени в очаге, определение магнитуды события.

Анализ сейсмичности, построение графиков повторяемости.

Анализ микросейсмического шума, выделение собственных колебаний блочной среды.

2. Обработка спутниковых данных

Обработка экспериментальных спутниковых данных атмосферы и ионосферы Земли.

Статистический анализ отобранных данных в различных гелиогеофизических условиях.

Построение и анализ сезонных и суточных зависимостей параметров среды, а также поиск зависимостей от солнечной и магнитной активности.

Использование обработанных массивов данных для решения прикладных задач.

3. Построение измерительного канала

Механизм преобразования колебаний физических полей в электрический сигнал.

Организация аналоговой части измерительного канала, организация цифровой части измерительного канала.

Проверка соблюдения теоремы Котельникова.

Тестирование измерительного канала, калибровка измерительного канала.

Преобразование формата исходных данных.

4. Моделирование геофизических процессов

Численное и лабораторное моделирование.

Методы подобия и теория размерности.

Погрешность, классификация погрешностей

Простые сводки данных – числовые и графические, обработка данных, статистический, корреляционный и регрессионный методы анализа.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Геокосмические науки и технологии

Язык Python

Цель дисциплины:

- Формирование представлений о языках высокого уровня (на примере Python) и их месте в прикладной разработке программ;
- формирование представлений о механизмах многопоточности и параллельного исполнения в современных операционных системах.

Задачи дисциплины:

- Изучение языка Python, его сопоставление с языком C++, формирование представлений о сильных и слабых сторонах языков для различных задач;
- изучение взаимодействия программ на языках высокого уровня с бинарными модулями;
- изучение фундаментальных механизмов обеспечения многопоточности в современных операционных системах и их использования из языков высокого уровня.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Конструкции языка программирования Python;
- общие принципы взаимодействия программ на языках высокого уровня с бинарными модулями;
- фундаментальные механизмы обеспечения многопоточности в современных операционных системах;
- основные понятия и принципы сетевого взаимодействия программ.

уметь:

- Разрабатывать программы на языке Python;
- использовать внешние модули при разработке на языке Python;
- использовать современные средства написания и отладки программ;

- использовать механизмы многопоточности и сетевого взаимодействия при разработке программ.

владеть:

- Языком программирования Python;
- современными средствами написания и отладки программ;
- методами создания программ с использованием модулей.

Темы и разделы курса:

1. Язык Python (как второй, после C++)

- особенности системы типов, duck typing
- базовые конструкции языка
- типовые контейнеры и алгоритмы (по аналогии с C++ STL)
- конструкции, специфичные для языка Python
- ООП в Python

2. Окружение Python

- базовое окружение Python (интерпретатор, модули, env-ы)
- вызов бинарных модулей из программы на Python
- написание собственных модулей на C++ для последующего использования из Python

3. Некоторые библиотеки Python

- matplotlib для визуализации данных
- NumPy для вычислений

4. Базовые механизмы многопоточности (изложение на C / C++)

- процессы (fork, exec, PID)
- треды (create, join, TID)
- понятие race condition и critical section
- механизмы IPC и примитивы синхронизации (pipe, fifo, семафоры, мьютексы, shared memory, message queue, сигналы)

5. Понятие о продвинутых механизмах многопоточности

- понятие о продвинутых механизмах многопоточности (корутины, async IO)

6. Многопоточность в Python

- устройство многопоточных программ в Python (threading, multiprocessing, GIL)

7. Введение в сетевое взаимодействие (на C++ / Python)

- сокеты, порты, адреса, базовое подключение как поток байтов
- понятие о протоколах транспортного уровня (на примере TCP / UDP)
- протоколы прикладного уровня (на примере HTTP и requests)
- понятие о RPC