

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.03.2022 14:10:46  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4e1b51e7373a7a2

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### Аналитическая геометрия

#### Цель дисциплины:

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

#### Задачи дисциплины:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

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

**владеть:**

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

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

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

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

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

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

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

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

**2. Метод координат**

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

**3. Прямая и плоскость**

3.1. Прямая на плоскости и в пространстве. Векторные и координатные способы задания прямой на плоскости и в пространстве. Плоскость в пространстве. Способы задания плоскости в пространстве. Позиционные и метрические задачи о прямых и плоскостях в

пространстве. Перевод одной формы описания прямых и плоскостей в пространстве в другую форму. Пучок прямых. Пучок и связка плоскостей. Линейные неравенства.

#### 4. Линии и поверхности второго порядка

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

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

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

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

#### 5. Преобразования плоскости

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Английский язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В1 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне B1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Знакомство, представление. Анкетные данные, семья, страны, национальности.

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

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

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

Фонетика: интонация, произношение.

Письмо: написать краткое CV.

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

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

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

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

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

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

3. Работа. Необычные виды работ.

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

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

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

Фонетика: произношение вопросительных слов.

Письмо: написать короткое электронное письмо-запрос.

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

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

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

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

Фонетика: произношение schwa /ə/.

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

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

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

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

Фонетика: произношение опорных слов.

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать твит или текстовое сообщение.

#### 7. Фитнес и здоровье

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

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

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

Фонетика: произношение опорных слов.

#### 8. Путешествия и транспорт. Городской транспорт.

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

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

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

Фонетика: произношение did в вопросах. Ударения в предложениях.

Письмо: написать электронное письмо другу о каникулах.

#### 9. Приготовление еды и ее употребление

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

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

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

Фонетика: произношение числительных и характеристик количества.

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

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

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

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

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

## 11. Общение и совместная деятельность

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

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

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

Письмо: формальные и неформальные стили оформления текста.

Фонетика: правила произношения оборота *going to*.

## 12. Культура и искусство

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать текстовое сообщение.

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

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

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

Грамматика: употребление грамматических времен Past Simple, Past Continuous.

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

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

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

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

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

Письмо: написать e-mail о подготовке мероприятия.

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

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

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

Грамматика: употребление артиклей, выражение количества.

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

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

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

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

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

Письмо: написать ответ на новости в социальных сетях.

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

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

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

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

Письмо: написать краткие заметки и сообщения.

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

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

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

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

Письмо: заполнить заявление.

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

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

Грамматика: правила употребления Conditionals 0, 1.

Письмо: написать официальное сопроводительное письмо.

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

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

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

Грамматика: использование -ing форм, пассивного залога.

Письмо: написать обзорную статью о ресторане.

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

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

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

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

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

Письмо: написать презентацию.

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

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

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

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

Письмо: написать резюме.

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

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

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

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

Письмо: написать комментарий для социальной сети.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать параграф, выражающий мнение о проблеме.

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

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

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

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

Письмо: описать стадии процесса.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать отзыв о фильме.

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

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

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

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

Письмо: написать деловое электронное письмо.

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

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

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

Грамматика: причастия и функции инфинитива.

Письмо: описать график или столбчатую диаграмму.

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

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

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

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

Письмо: написать заявление или письмо о приеме на работу.

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

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

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

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

Письмо: составление конспекта.

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

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

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

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

Письмо: написать об участии в онлайн дискуссиях.

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

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

Лексика: криминальная лексика, компьютерная терминология.

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать эссе о преимуществах и недостатках современной моды.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Английский язык (уровень В2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Время

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

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

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

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

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

## 2. Внутри и снаружи

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

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

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

Грамматика: время Present Simple and Present Continuous.

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

## 3. Движение наверх и вниз

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

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

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

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

Письмо: написать рассказ о важном событии в вашей жизни.

## 4. Путеводитель по науке. Физика.

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

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

Лексика: основные физические понятия и законы, терминология.

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

## 5. Перемены и трудности

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

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

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

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

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

## 6. Предметы и материалы

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

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

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

Грамматика: articles. Adjectives for describing objects.

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

## 7. Люди

Характер ч

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Английский язык (уровень В2/С1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2/С1 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Тенденции

Тенденции в дружеских отношениях: дружба на Facebook, работе, вне работы, настоящая дружба. Тенденции в покупательском поведении: черная пятница, онлайн покупки. Влияние интернета на поведение. Тенденция использования экологически чистых товаров. Влияние социальных сетей на развитие рекламы.

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

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

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

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

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

## 2. Невероятные истории

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

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

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

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

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

## 3. Навыки жизни

Трудности и успех. Трудовые навыки: обязанности, разрешение и возможности сделать что-то. Польза и вред стресса. Инструкции по использованию. Жизненные навыки в

прошлом и в настоящее время. Как женщины преодолевали трудности их социального положения в Англии.

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

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

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

Письмо: написать параграф-мнение в поддержку идеи.

#### 4. Пространство для жизни

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

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

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

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

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

#### 5. Развлечения

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

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

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

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

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

## 6. Под контролем

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

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

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

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

Письмо: написать официальное электронное письмо согласно правилам формального письма.

## 7. Амбиции

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

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

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

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

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

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

## 8. Проблема выбора

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

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

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

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

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

## 9. Внешний вид

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать интернет-блог.

## 10. Состязание и сотрудничество

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

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

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

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

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

## 11. Последствия

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

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

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

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

Разговорные клише: фразы для обсуждения проблемы при принятии решения.

Письмо: выразить извинения в формальном и неформальном электронном письме.

## 12. Влияние

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

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

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

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

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

## 13. Старое и новое

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

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

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

Грамматика: относительные придаточные предложения, причастный оборот.

Письмо: написать онлайн отзыв о недавно посещенном мероприятии.

## 14. Ночная жизнь

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

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

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

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

Письмо: написать отчет о проведенной встрече.

## 15. Медиа

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

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

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

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

Письмо: написать эссе-мнение.

## 16. Стадии жизни

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

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

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

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

Письмо: написать биографию знаменитой или вдохновляющей личности.

## 17. Общение

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

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

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

Грамматика: видовременные формы глаголов. Глаголы с предлогами.

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

## 18. Уединение (Путешествия)

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

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

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

Грамматика: эмпфаза. Past Perfect.

Письмо: написать о путешествии своей мечты.

## 19. Инвестирование

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

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

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

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

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

## 20. Правила

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

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

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

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

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

## 21. Мышление

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

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

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

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

Письмо: реферирование статьи с русского на английский по теме.

## 22. Общество

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

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

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

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

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

### 23. Восприятие

Органы чувств. Чувство юмора. Ассимиляция пищевых привычек.

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

Лексика: идиомы. Фразовые глаголы. Речевые клише.

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

Письмо: описать фото или сцену. Реферирование научной статьи.

### 24. Креативность

Изобретательность, интересные изобретения. Творческое окружение, креативная работа.

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

Лексика: идиомы, фразовые глаголы, речевые клише.

Грамматика: пассивный залог, каузативные глаголы have и get.

Письмо: сочинение-выражение мнения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Английский язык (уровень С1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на уровне С1 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

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

**уметь:**

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

**владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне 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. Коммуникация

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

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

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

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

Фонетика: вспомогательные глаголы have, been.

Письмо: написать личное письмо другу.

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

## 2. Путешествия

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

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

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

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

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

Письмо: написать письмо жалобу.

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

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать эссе-мнение.

#### 4. Способность к творчеству

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

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

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

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

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

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

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

#### 5. Разум

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

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

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

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

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

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

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

Чтение: распознавание фраз, используемых для логической организации текста.

## 6. Сообщество

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

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

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

Грамматика: артикли; детерминативы, квантификаторы.

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

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

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

## 7. Правила, нормы

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

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

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

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

Фонетика: ударение в многосложных словах, словах с приставками.

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

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

## 8. Старое и новое

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

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

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

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

Фонетика: интонирование предложения.

Письмо: написание в интернете обзора о недавно посещенном мероприятии.

ЕАР: причастные обороты в научно-техническом тексте.

## 9. Ночная жизнь

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

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

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

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

Фонетика: интонационное построение вежливого предложения.

Письмо: написание доклада (отчета).

ЕАР: вводные конструкции в научно-техническом тексте.

## 10. Чувства

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

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

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

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

Фонетика: интонация в вопросительных и условных предложениях.

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

ЕАР: союзные предложения в научно-технической литературе.

## 11. Средства массовой информации

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

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

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

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

Фонетика: произношение сложноподчиненных предложений.

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

ЕАР: сложноподчиненные предложения в научно-технической литературе.

## 12. Этапы жизни

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

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

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

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

Фонетика: произношение сложных прилагательных.

Письмо: написать изложение по предложенной статье.

ЕАР: сложные слова в научно-технической литературе.

## 13. Изменение

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

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

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

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

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

#### 14. Подвиги

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

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

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

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

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

#### 15. Команда

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

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

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

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

Письмо: написать предложение об улучшении работы компании.

## 16. Ответственность

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

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

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

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

Письмо: написать эссе, представляющее двусторонние аргументы.

## 17. EAP (Английский для академических целей)

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

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

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

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

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

## 18. Власть

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

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

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

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

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

## 19. Игра

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

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

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

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

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

## 20. Эмоции и рацию

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

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

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

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

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

## 21. Пластик

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

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

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

Грамматика: participle clauses (конструкции с причастием).

Письмо: написать эссе «проблема-решение».

## 22. EAP (Английский для академических целей)

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Английский язык для академических целей (уровень A1/C1)**

#### **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. Reading into Writing

Лекция. Being Critical. Scientific Evidence. Critical Argument

Лекция охватывает вопросы, связанные с принципами научной аргументации и критическим анализом научной мысли.

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. 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).

## 23. 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).

## 24. The English Word

Лекция. Building Blocks. Forming New Words. Nominalizations.

Лекция охватывает вопросы, связанные с созданием академической глоссария. Словообразование. Номинализация.

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. 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).

## 26. 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).

## 27. Presentations

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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;
- освоение студентами подходов и методов системного анализа сложных, комплексных, междисциплинарных проблем, к которым относится обеспечение безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, закономерностей, концепций, методов и моделей) в области БЖД;
- развитие у студентов представлений о связях и возможностях использования гуманитарных, социальных, экономических и естественнонаучных, качественных и количественных подходов и методов при анализе и решении задач обеспечения БЖД.
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области БЖД;
- формирование представлений у студентов о связи своей профессиональной деятельности и задач обеспечения БЖД;
- формирование у студентов представлений о значимости личной жизненной позиции и индивидуального поведения для обеспечения индивидуальной и коллективной безопасности, в том числе для обеспечения безопасности социума, включая такой актуальный аспект, как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

#### **уметь:**

- анализировать антропогенную деятельность и её связь с эколого-экономическими проблемами и проблемами обеспечения БЖД;
- находить, анализировать и обобщать информацию по конкретным вопросам, связанным с проблематикой безопасности жизнедеятельности;
- находить и анализировать связь между задачами своей профессиональной деятельности и задачами обеспечения БЖД;
- использовать знания в сфере обеспечения БЖД в быту и в своей профессиональной деятельности
- применять основные методы профилактики предупреждения и защиты производственного персонала и населения от наступления и возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, террористических актов, а также успешно противодействовать коррупции, терроризму и экстремизму;
- принимать обоснованные управленческие и организационные решения и совершать иные действия в точном соответствии с законом, в том числе, в сфере противодействия коррупции, противодействия терроризму и экстремизму.

#### **владеть:**

- системным подходом к анализу современных проблем обеспечения БЖД и к вопросам защиты производственного персонала и населения от возможных последствий чрезвычайных ситуаций: аварий, стихийных бедствий, катастроф;
- принципами и основными навыками безопасного поведения в быту и при осуществлении профессиональной деятельности, в частности, при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях, коррупционных нарушениях и террористических актах;

- навыками самостоятельного физического воспитания и укрепления здоровья, необходимыми для ведения здорового образа жизни.
- навыками применения основ правового регулирования в различных его отраслях в сферах, направленных на противодействие коррупции, противодействие терроризму и экстремизму.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Естественнонаучные основы обеспечения БЖД**

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

Взаимодействие биосистем и человека современного индустриального общества с компонентами среды обитания - биосферой, техносферой и социальной средой. Человек, природа и экономика. Экологический подход к анализу потребностей человека. Человечество и человек как большие системы. Классификация и иерархия потребностей человека. Экология, физика и безопасность жизнедеятельности. Рассмотрение потоков вещества, свободной энергии, информации – основа анализа безопасности и устойчивого существования живых систем.

#### **1.2. Химические и биологические факторы, влияющие на безопасность жизнедеятельности.**

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

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

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

2.1. Гомеостаз и неспецифические реакции организма на неблагоприятные воздействия, стресс.

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

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

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

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

2.3. Индивидуальные действия в экстремальных ситуациях и оказание первой помощи пострадавшим.

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

### 3. Основы теории рисков

3.1. Понятие, факторы, сферы возникновения и классификации опасности.

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

Классификации опасности:

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

- по масштабу распространения и размерам ущерба

### 3.2. Риск как мера опасности.

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

### 3.3. Проблема количественной оценки опасности и статистика катастроф.

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

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

### 4.1. Измерение, виды и условия обеспечения безопасности.

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

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

### 4.2. Классические концепции обеспечения безопасности.

- Концепция абсолютной безопасности (ALAPA), инструменты обеспечения безопасности и особенности нормативно-правовой базы — следствия использования данной концепции: предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимые уровни воздействия (ПДУ), предельно допустимые выбросы и сбросы (ПДВ и ПДС), требования по безопасности к объектам хозяйственной деятельности. Достоинства и ограничения концепции абсолютной безопасности.

- Концепция «затраты-выгода» в традиционном денежном рассмотрении: достоинства, принципиальные проблемы и недостатки. Инструменты и особенности нормативно-правовой базы, учитывающие данную концепцию.

- Концепция приемлемого риска (ALARA). Процедуры согласования уровня приемлемого риска и возможности его законодательного регулирования. Оптимизация продолжительности жизни и устойчивости экологических систем.

### 4.3. Концепции устойчивого развития и экологической безопасности.

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

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

5.1. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации (ЧС) и безопасность.

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

5.2. Государственная политика и система мероприятий в области обеспечения БЖД населения.

Основные принципы государственной политики по обеспечению БЖД населения. Законодательная основа обеспечения БЖД населения. Организационная основа обеспечения БЖД населения. Обеспечение технологической безопасности и безопасности труда. Государственные структуры и программы в области обеспечения безопасности и социально-экономического развития России.

5.3. Государственная система предупреждения и ликвидации последствий ЧС

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

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

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

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

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

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

6.3 Демографическая безопасность России.

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

## 7. Актуальные проблемы обеспечения БЖД

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

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

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

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

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

### 7.4. Технологическое развитие и безопасность.

Ресурсные ограничения, эффективность использования ресурсов, внешние эффекты производства и потребления и вопросы региональной и глобальной безопасности. Инновации, технологическое развитие и безопасность: возможности и угрозы. Примеры современных технологий (производство новых материалов и нанотехнологии, информационные и коммуникационные технологии, биотехнологии в медицине и производстве продуктов питания, развитие авиации и космонавтики, др.) и проблем безопасности, связанных с их развитием.

## 7.5 Проблемы региональной и глобальной безопасности.

Проблема климатических изменений. Проблема сохранения озонового слоя. Проблема кислотных дождей. Тропосферный озон и смог. Военная безопасность. Продовольственная безопасность. Энергетическая безопасность. Эпидемиологическая безопасность.

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

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

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

### Правовые аспекты противодействия коррупции

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

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

Международный опыт ведущих иностранных государств по профилактике и противодействию коррупции.

## 9. Террористическая опасность и борьба с терроризмом.

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

Терроризм как политическое явление, как социально-экономическое явление, как инструмент достижения определённых политических целей и террористический акт как конкретное преступление. Экономическое неравенство, ограничение политических и религиозных свобод, возможностей свободного развития и отстранение определённых слоёв населения, (групп, классов, национальностей, религиозных конфессий и государств)

от реального участия в формировании политических решений и от влияния на управление социально-экономическими процессами в обществе на национальном, региональном и глобальном уровнях – питательная среда для возникновения терроризма. Стимулирование и поддержка (финансовая, организационная, и др.) терроризма определёнными политическими силами и некоторыми государствами в борьбе за достижение своих политических целей и экономических интересов. Исторические, идеологические и организационные аспекты возникновения и развития терроризма как серьёзнейшей угрозы современной цивилизации, экстремизм и терроризм. Социальные, экономические, политические и идеологические черты и особенности современного терроризма. Меры противодействия терроризму.

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

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

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

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

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

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

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

Темы для обязательной самостоятельной проработки

Тема 1

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

Тема 2

Нормы радиационной безопасности, способы и методы контроля радиационной безопасности.

Тема 3

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

Тема 4

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

Тема 5

Проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития России.

## Тема 6

Противодействие коррупции и формирование антикоррупционного мировоззрения

### Требования к реферату

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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  $\epsilon$ . Бесконечно большие последовательности и их свойства.

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

3. Предел и непрерывность функций одной переменной

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

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

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

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

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

#### 4. Производная и ее применение

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

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

4.3. Теорема Ферма (необходимое условие локального экстремума). Теоремы о среднем Ролля, Лагранжа, Коши. Формула Тейлора с остаточным членом в формах Пеано и Лагранжа. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида  $\frac{0}{0}$ . Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида  $\frac{\infty}{\infty}$ .

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

#### 5. Первообразная и неопределенный интеграл

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

#### 6. Дифференциальная геометрия

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

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

## 7. Комплексные числа

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Введение в рентгеноструктурный анализ**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области рентгеноструктурного анализа и выработка практических навыков применения рентгеноструктурного метода к исследованию строения вещества.

#### **Задачи дисциплины:**

- изложение основных положений теории симметрии кристаллов и дифракции рентгеновских лучей кристаллическим веществом;
- освоение студентами базовых знаний в области рентгеноструктурного анализа;
- приобретение теоретических знаний в области исследования свойств реальных кристаллов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области рентгеноструктурного анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории в области кристаллографии и дифракции;
- численные порядки величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- основные методы рентгеноструктурного анализа кристаллов;
- основы кристаллохимии и кристаллофизики.

##### **уметь:**

- определять размеры ячейки, типа решетки и дифракционного класса кристалла;
- применять правило погасаний;

- определять тип решетки и пространственной группы симметрии при исследовании кристаллического порошка;
- использовать программы для определения кристаллических структур;
- определять интенсивность дифракционных отражений;
- анализировать структуры аморфных и дисперсных веществ.

**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 вычислительной математики и информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;
- основными математическими, теоретическими и экспериментальными физическими методами исследований на профессиональном уровне.

**Темы и разделы курса:**

1. Анализ структуры аморфных и дисперсных веществ.

Ближний и дальний порядок. Функция радиального распределения. Методы изучения структуры ультрадисперсных систем.

2. Дифракция рентгеновских лучей в кристалле. Методы получения дифракционной картины.

Дифракция рентгеновских лучей в кристалле. Кристаллографические проекции. Сетка Вульфа. Метрика обратного пространства. Обратная решетка и ее связь с характеристикой атомно-кристаллической решетки.

Геометрическая теория дифракции на трехмерной решетке рассеивающих центров. Уравнение Вульфа-Брэгга.

Основные дифракционные схемы в представлении обратной решетки: метод Лауэ, метод вращения (качания), прецессионные методы. Метод порошка.

3. Интенсивность дифракционных отражений.

Второй этап структурного анализа: анализ интенсивности и определение координат атомов. Фактор Лоренца, фактор поляризации, поправка на поглощение. Экстинкция. Структурная

амплитуда. Форма и размеры узлов обратной решетки. Температурный фактор, фактор повторяемости. Понятие об удельной отражательной способности системы плоскостей.

Синтез Фурье как метод анализа атомной структуры кристалла. Разложение электронной плотности в трехмерный ряд Фурье, структурные амплитуды как коэффициенты ряда. Решение фазовой проблемы. Метод тяжелого атома. Синтез Паттерсона. Уточнение структуры методом наименьших квадратов. Метод проб и ошибок. Фактор достоверности.

4. Определение размеров элементарной ячейки, типа решетки и пространственной группы симметрии при исследовании кристаллического порошка.

Индицирование дифрактограмм, выявление сингонии. Индицирование порошкограмм кубической и средних сингоний. Погрешности в определении параметра решетки кубического кристалла. Индицирование порошкограмм низших сингоний. Определение пространственной группы.

5. Определение размеров ячейки, типа решетки и дифракционного класса кристалла. Правила погасаний. Индицирование рентгенограмм монокристаллов.

Определение размеров ячейки, типа решетки и дифракционного класса кристалла. Первый этап анализа структуры: определение периодов идентичности, размеров элементарной ячейки и числа формульных единиц в ячейке. Камеры для определения периодов идентичности. Определение точечной группы симметрии по симметрии рентгенограмм. Дифракционная симметрия. Закон centrosymmetrichnosti. Возможность определения точечной группы симметрии, определение класса дифракционной симметрии по закономерностям расположения пятен на рентгенограммах (4 часа)

Правила погасаний. Систематические погасания рентгеновских рефлексов, связанные с типом решетки Бравэ, наличием винтовых осей и плоскостей скользящего отражения. Определение пространственной группы симметрии. Псевдосимметрия и псевдопогасания. (2 часа).

Индицирование рентгенограмм. Определение понятия обратного изображения. Координатная система обратного изображения. Формулы структурной кристаллографии.

Интерференционное уравнение и сфера отражения. Индицирование рентгенограмм, полученных фотометодом, и индицирование дифрактограмм. (2 часа).

6. Основные понятия и термины из теории симметрии и структуры кристаллов.

Структура кристалла и структурный тип. Вид симметрии кристалла. Кристаллическая решетка и структура кристалла. Кристаллические многогранники. Решетки Бравэ. Миллеровские индексы.

Элементы симметрии кристаллических структур. Трансляция. Плоскости скользящего отражения и винтовые оси. Сложение плоскостей симметрии. Выбор начала координат. Пространственная и точечная группы симметрии. Примитивные и непримитивные пространственные группы. Правильные системы точек. Кратность точек.

Степени свободы точек. Число частных и общих правильных систем точек в структуре. Запрещенные значения координат. 230 пространственных групп. Классификация пространственных групп. Международные кристаллографические таблицы. Понятие о рациональном расположении и числе атомов в ячейке в соответствии с кратностью позиций. Плотнейшие шаровые упаковки и дефекты упаковки. Тетра- и октопоры в структуре.

#### 7. Фазовые превращения.

Структуры фаз высокого давления. Алмазные рентгеновские камеры высокого давления. Кристаллохимический анализ структур фаз высокого давления. Полиморфизм. Модулированные несоизмеримые структуры. Фуллерены и их полимеризация при высоких давлениях и высоких температурах.

#### 8. Физика рентгеновских лучей. Получение и регистрация рентгеновских лучей.

Введение. Открытие рентгеновских лучей, развитие представлений об их свойствах. Предмет и методы рентгеноструктурного анализа. Применение рентгеновских лучей.

Физика рентгеновских лучей. Рентгеновское излучение и его спектр. Линейчатый спектр. Характеристический спектр. Сплошной спектр. Выбор анода.

Поглощение рентгеновских лучей при прохождении через вещество. Когерентное и некогерентное рассеяние. Линейный и массовый коэффициенты поглощения. Выбор излучения и его монохроматизация.  $K\alpha$  и  $K\beta$  излучения. Фильтры. Синхротронное излучение.

Рассеяние свободным электроном. Функция атомного рассеяния. Амплитуда атомного рассеяния. (2 часа)

Получение рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки (электронные и ионные). Размер фокусного пятна, микрофокусные трубки. Трубки с вращающимся анодом. Коллиматоры. Рентгеновские аппараты. (2 часа).

Регистрация рентгеновского излучения. Фотографический метод. Точечные и координатные счетчики. Твердотельные (полупроводниковые) детекторы. (2 часа).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Введение в теорию функционала электронной плотности для расчетов электронной структуры молекулярных и твердотельных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с теоретическими основами и практическим применением методов обычного и зависящего от времени функционала электронной плотности для расчетов электронной структуры и динамических свойств материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- обоснование необходимости переформулирования многочастичной квантово-механической задачи на языке одночастичной теории;
- введение понятия электронной плотности как фундаментальной характеристики квантово-механической системы;
- знакомство с математическим аппаратом теории функционала электронной плотности и доказательство основных теорем;
- приобретение практических навыков при работе с современными программными пакетами, в которых реализованы расчеты свойств материалов методом функционала электронной плотности;
- краткий экскурс в историю возникновения и развития теории функционала электронной плотности.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

концептуальные основания теории функционала электронной плотности, понятия обменной и корреляционной энергии и соответствующих потенциалов, основные обменно-корреляционные функционалы.

##### **уметь:**

оценивать применимость тех или иных обменно-корреляционных функционалов для решения конкретных задач электронного строения и динамического поведения квантово-механических систем.

**владеть:**

навыками применения как минимум одного программного пакета, реализующего методы функционала электронной плотности и зависящего от времени функционала электронной плотности.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Введение

Невозможность прямого решения многоэлектронной задачи и стратегии преодоления этой трудности. Электронная плотность как фундаментальная характеристика квантово-механической системы. Доказательство теорем Хохенберга-Кона.

## 2. Уравнение Кона-Шема

Вывод и интерпретация уравнений Кона-Шема. Обменно-корреляционный потенциал как функциональная производная обменно-корреляционной энергии по электронной плотности.

## 3. Проблема построения обменно-корреляционного функционала. Приближение локальной электронной плотности

Введение приближения локальной электронной плотности (LDA). Его достоинства и недостатки. Варианты LDA. Приближение локальной спиновой плотности (SLDA). Generalized gradient approximation (GGA). Meta-GGA.

## 4. Оптимизированный эффективный потенциал (OEP) и точный обмен (exact exchange). Их эквивалентность

Историческое введение. Фундаментальное понятие OEP как орбитально-зависимого эффективного потенциала. Обменная энергия в теории Хартри-Фока. Точный обменный (EXX) потенциал и доказательство его эквивалентности OEP.

## 5. Adiabatic connection-perturbation theory Герлинга-Леви как метод систематического построения обменно-корреляционных функционалов

Построение ряда теории возмущений при фиксированной электронной плотности. Воспроизведение точного обмена (exact exchange) в первом порядке этого ряда. Учет корреляций в последующих порядках.

## 6. Теория функционала электронной плотности при ненулевой температуре

Распространение Н. Д. Мерминым теорем Хохенберга-Кона на случай системы при конечной температуре. Альтернативный подход на основе adiabatic connection-perturbation theory.

## 7. Реализация метода функционала электронной плотности в полно-электронном программном пакете Elk

Метод LAPW. Основные задачи, решаемые программным пакетом Elk. Приобретение студентами навыков самостоятельной работы с пакетом Elk. Библиотека обменно-корреляционных функционалов Libxc.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Введение в физику конденсированных сред**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ физики реальных кристаллов; взаимосвязи природы химической связи, кристаллической и дефектной структуры и физических свойств конденсированных сред; условий фазового равновесия и фазовых превращений в одно- и многокомпонентных системах; физических свойств неупорядоченных сред различного типа.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области физического материаловедения;
- приобретение теоретических знаний в области исследования свойств реальных кристаллов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области физики твердого тела.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории в области физических свойств конденсированных сред;
- типы химической связи в конденсированных средах;
- способы получения твердых тел;
- основные сведения о механических свойствах твердых тел;
- основы теории фазовых переходов 1 и 2 рода;
- основные сведения о диффузии твердых тел и самодиффузии в кристаллах;
- основы понятий о сильно легированных полупроводниках;
- основы понятий об аморфном состоянии вещества.

##### **уметь:**

- понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;
- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить построения фазовых диаграмм;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.
- применять полученные знания в научно-исследовательских работах и в прикладных задачах профессиональной деятельности.

**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 вычислительной математики и информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;
- основными методами описания систем слабозаимодействующих частиц и свойств конденсированных сред;
- методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации;
- современной терминологией и знаниями о свойствах конденсированных сред.

**Темы и разделы курса:**

1. Аморфное состояние вещества.

Аморфное состояние вещества. Ближний и дальний порядок. Методы получения аморфных материалов. Стеклование. Физические свойства аморфных полупроводников. Металлические стекла. Применение аморфных материалов. Жидкие кристаллы и пленки. Классификация жидких кристаллов: нематические, смектические, холестерические. Химическая природа образования жидкокристаллического состояния. Магнитные,

диэлектрические и оптические свойства. Практическое применение. Эпитаксиальные слои. Механизм и кинетика формирования слоев и пленок. Поликристаллические пленки полупроводников и металлов. Аморфные диэлектрические пленки.

## 2. Диффузия и самодиффузия в кристаллах.

Диффузия и самодиффузия в кристаллах. Феноменологическая теория диффузии. Поток вещества. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Анизотропия коэффициента диффузии. Закон Аррениуса. Энергия активации. Уравнение непрерывности. Второй закон Фика. Поверхностная диффузия и диффузия по границам зёрен. Эффект Киркендала. Реактивная диффузия. Восходящая диффузия. Атомная теория диффузии. Твердые растворы и сплавы. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Размерный и валентный факторы. Правило Вегарда. Неограниченная взаимная растворимость в твердом состоянии. Эмпирические правила Юм-Розери. Упорядоченные твердые растворы. Равновесные и метастабильные твердые растворы. Распад твердых растворов.

## 3. Механические свойства твердых тел.

Механические свойства твердых тел. Механическое напряжение. Изменение объема или формы твердого тела без изменения его массы под действием внешней силы. Сжимаемость. Относительная деформация образца, истинная деформация. Диаграмма деформации. Модуль Юнга. Обобщенный закон Гука. Пластические свойства твердых тел. Теоретическая прочность твердых тел. Хрупкое разрушение. Теория Гриффитса. Методы измерения твердости на микро- и наномасштабе.

## 4. Получение твердых тел.

Получение твердых тел: кристаллизация, стеклование, аморфизация. Термодинамика фазового перехода I рода. Гомогенная кристаллизация. Гетерогенная кристаллизация. Центр кристаллизации. Критический размер зародышей. Влияние стенок и примесей. Кинетика процесса кристаллизации. Легко и трудно кристаллизующиеся жидкости.

## 5. Сильно легированные полупроводники.

Сильнолегированные полупроводники. Примесные состояния. Примесные зоны. Слабая и сильная компенсация. Теория протекания. Переходы металл-диэлектрик. Прыжковая проводимость.

## 6. Типы химической связи в конденсированных средах.

Типы конденсированных сред: периодические системы (кристаллы), неперіодические системы; системы, сочетающие порядок и беспорядок. Принципы строения твердого тела: ближний и дальний порядок, конденсация модельной системы, плотные упаковки, валентные упаковки.

Три основных типа химических связей. Насыщенные и ненасыщенные связи. Ионная связь. Энергия связи ионных кристаллов. Постоянная Маделунга. Ковалентная связь в молекулах и кристаллах. Кратность связи и межатомные расстояния. Гибридизация электронных состояний. Диполь - дипольное взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь.

#### 7. Точечные дефекты в твердых телах.

Точечные дефекты в металлах. Вакансия, внедрение. Примесный атом в позиции внедрения и замещения. Механизмы образования точечных дефектов. Энергия образования и миграции. Локальные искажения структуры. Равновесная и неравновесная концентрация вакансий. Точечные дефекты в ковалентных и ионных кристаллах. Доноры и акцепторы. Заряженные структурные вакансии. Дефекты Шоттки. Дефекты Френкеля. Центры окраски. Комплексы точечных дефектов. Бивакансия. Краудион. Дислокации. Дислокационный механизм элементарного сдвига. Нитевидные кристаллы. Краевые дислокации. Контур и вектор Бюргера. Полные и частичные дислокации. Винтовые дислокации. Винтовые дислокации и рост кристаллов. Структура граней. Спирали роста. Ядро дислокации. Искажение структуры кристалла. Криволинейные дислокации. Дислокационные петли. Взаимодействие дислокаций. Энергия дислокации. Преодоление препятствий. Источник Франка - Рида. Атмосфера примесей. Зуб текучести. Наблюдение дислокаций. Ямки травления. Декорирование дислокаций. Двумерные дефекты. Стенки дислокаций. Полигонизация. Границы блоков в мозаичном кристалле. Границы зерен. Ошибки упаковки. Плоскости двойникования. Механизм двойникования. Трехмерные дефекты.

#### 8. Фазовые равновесия и диаграммы состояния.

Фазовые превращения в твердом состоянии. Устойчивость состояния к малым флуктуациям. Гомогенные и гетерогенные превращения. Бездиффузионные и диффузионные превращения. Структура межфазной границы. Когерентная, полукогерентная и некогерентная межфазные границы. Дислокации несоответствия. Основные закономерности распада твердых растворов. Спинодальный распад. Диаграмма состояний с куполом распада. Мартенситное превращение. Аллотропные превращения. Упорядочение атомно-кристаллической структуры. Изменение физических свойств при упорядочении. Концентрационное и температурное разупорядочение. Представление о ближнем порядке. Степень ближнего порядка.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Введение в физику плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с представлениями о физике плазмы и плазменноподобных сред и о её современных приложениях в науке и технике.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики плазмы, освоение студентами теоретических методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов теоретического анализа различных плазменных явлений;

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия, характеризующие состояние плазмы и динамику плазменных явлений: дебаевская длина экранирования, плазменная частота, альфвеновская скорость, диэлектрическая проницаемость плазмы;
- уравнение динамики плазмы в приближении магнитной гидродинамики;
- основные особенности распространения электромагнитных волн в плазме;
- основные особенности поведения плазмы в магнитном поле;
- характер колебаний в плазме и плазменных неустойчивостях;
- основные направления приложения физики плазмы в науке и технике.

##### **уметь:**

- проводить элементарные оценки параметров плазмы методами общей физики;
- по результатам оценок проверять применимость идеализированных моделей для описания плазменных явлений
- записывать уравнения динамики заряженной жидкости в гидродинамическом приближении

**владеть:**

- основными подходами к постановке и решению задач описания динамики плазмы;
- методом линеаризации уравнений динамики сплошной среды;
- методом поиска дисперсионных соотношений для волн в сплошной среде.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Понятие о плазме

Классификация плазменноподобных сред. Задача об экранировании заряда, дебаевский радиус. Плазменная частота. Параметр идеальности плазмы.

## 2. Понятие о газовом разряде

Механизмы зажигания и классификация разрядов. Равновесная и неравновесная плазма. Степень ионизации равновесной плазмы (формула Саха).

## 3. Движение заряженных частиц в магнитном поле

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Электрический дрейф, адиабатический инвариант.

## 4. Кулоновские столкновения заряженных частиц в плазме

Кулоновские столкновения заряженных частиц в плазме. Проводимость плазмы, закон Ома.

## 5. Магнитная гидродинамика

Магнитная гидродинамика. Равновесные конфигурации плазмы. Z-пинч и тета-пинч. Вмороженность магнитного поля.

## 6. Плазма в магнитном поле

Плазма в магнитном поле. Эффект Холла. Влияние магнитного поля на проводимость плазмы. Диффузия плазмы поперек магнитного поля. Диффузия магнитного поля в плазме, скин-эффект. Понятие о МГД-генераторах и плазменных двигателях. Проблема магнитного удержания горячей плазмы.

## 7. Волны в магнитной гидродинамике

Волны в магнитной гидродинамике: магнитный звук, ионный звук, альфвеновская волна.

## 8. Распространение электромагнитных волн в плазме

Распространение электромагнитных волн в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Эффект металлического зеркала и отражение радиоволн от ионосферы. Связь мнимой части диэлектрической проницаемости и затухания.

## 9. Потенциальные волны в плазме

Потенциальные волны в плазме: лэнгмюровские волны, ионный звук в холодной плазме. Взаимодействие волн с частицами, понятие о затухании Ландау.

#### 10. Понятие о плазменных неустойчивостях

Понятие о плазменных неустойчивостях. Неустойчивость жидкостей разной плотности в поле тяжести (Релея—Тейлора) и желобковая неустойчивость плазменного пинча.

#### 11. Опрокидывание нелинейных волн

Опрокидывание нелинейных волн. Понятие об ударных волнах и солитонах.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ). Задача Коши.

Понятия о жёстких уравнениях и системах ОДУ. А-устойчивые схемы. Функции и области устойчивости наиболее употребительных разностных схем.

2. Понятие о вариационно-разностных и проекционных методах приближенного решения уравнений в частных производных.

\*Понятие о вариационно-разностных и проекционных методах приближенного решения уравнений в частных производных.

3. Предмет вычислительной математики.

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

4. Приближение функций, заданных на дискретном множестве

Задача алгебраической интерполяции. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома. Интерполяционный полином в форме Лагранжа и в форме Ньютона. Остаточный член интерполяции. Интерполяция по чебышёвским узлам. Оценка погрешности интерполяции для функций, заданных с ошибками. Кусочно-многочленная интерполяция. Интерполяция сплайнами. \*Локальные сплайны. \*Сплайны с финитным носителем (B-сплайны).

5. ОДУ. Краевые задачи.

Численные методы решения краевых задач:

- 1) метод численного построения общего решения;
- 2) метод прогонки;
- 3) метод стрельбы;
- 4) метод квазилинеаризации;

Вариационные методы:

- а) Ритца;
- б) Галёркина;
- в) интегро-интерполяционный.

6. Решение систем линейных алгебраических уравнений

Нормы в конечномерных пространствах. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.

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

Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций.

Необходимое, достаточное условия сходимости метода простых итераций. Метод Зейделя.

\*Каноническая форма записи двухслойного итерационного метода.

\*Методы решения, основанные на минимизации функционалов.

\*Метод сопряженных градиентов.

\*Проблема поиска собственных значений матрицы. \*Степенной метод для вычисления максимального собственного числа.

\*Метод вращений для поиска собственных значений самосопряженной матрицы. \*Метод обратной итерации.

Переопределенные системы линейных алгебраических уравнений.

7. Задачи на собственные значения.

Численные методы решения задачи Штурма—Лиувилля.

8. Численное дифференцирование

Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности.

9. Численное интегрирование

Квадратурные формулы Ньютона—Котеса (прямоугольников, трапеций, Симпсона) и оценка их погрешности. Квадратурные формулы Гаусса. \*Методы вычисления несобственных интегралов.

10. Разностные схемы для уравнений с частными производными. Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость.

Разностные схемы для уравнений с частными производными. Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость. Методы построения аппроксимирующих разностных схем. Спектральный признак устойчивости разностной задачи Коши. Принцип замороженных коэффициентов.

11. Уравнения и системы уравнений с частными производными гиперболического типа.

Уравнения и системы уравнений с частными производными гиперболического типа. Характеристические свойства уравнений. Численные методы решения уравнений переноса, волнового уравнения и систем уравнений \*акустики, \*газодинамики. Корректная постановка начальных и краевых условий.

12. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

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

Простейшие численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Методы Рунге–Кутты решения ОДУ.

\*Методы Рунге–Кутты в представлении Бутчера. \*Барьеры Бутчера. \*Экспоненциальная оценка устойчивости. \*Устойчивость при различных типах поведения решения (на устойчивых и «не устойчивых» траекториях). \*Оценки погрешности и управление длиной шага при численном интегрировании систем ОДУ.

13. Численные методы решения эллиптических уравнений с частными производными.

Численные методы решения эллиптических уравнений с частными производными. Метод установления для численного решения стационарных уравнений. \*Конечные ряды Фурье. Условия сходимости. \*Чебышевский набор итерационных параметров. \*Попеременно-треугольный метод. \*Метод конечных элементов.

14. Многомерные уравнения с частными производными параболического типа.

Многомерные уравнения с частными производными параболического типа. Линейные и квазилинейные уравнения. Явные и неявные разностные схемы, особенности их алгоритмической реализации. Экономичные методы. Метод дробных шагов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Вычислительные методы в физике плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области методов численного моделирования, а также областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование и расширение базовых знаний в области численных методов, как дисциплины, объединяющей общетеоретическую и практическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов основным подходам к компьютерной обработке данных, а также численному решению уравнений, встречающихся в задачах физики плазмы, связанным как с математическими свойствами этих уравнений, так и с особенностями современной вычислительной базы;
- формирование навыков применения численного моделирования, создания новых алгоритмов и компьютерных программ применительно к выполнению исследований студентами как в рамках выпускных работ на степень бакалавра, так и в научно-исследовательских и прикладных целях.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы одного или нескольких алгоритмических языков, общие характеристики языков программирования и этапы разработки программ;
- основы работы с пакетами прикладных программ в области математики и физики.

##### **уметь:**

- выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- разрабатывать полные законченные программы на одном из языков высокого уровня;

- писать многомодульные программы на одном или нескольких современных языках программирования, как индивидуально, так и в команде;
- использовать современные средства для написания и отладки программ;
- использовать знания по информатике для приложений в физике и других естественных, гуманитарных и социально-экономических науках, в инновационной и конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности.

**владеть:**

- одним или несколькими современными языками программирования и средствами создания программ с использованием библиотек.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные методы исследования конечно-разностных схем. Обзор разностных схем для модельных уравнений.

Необходимость дискретизации дифференциальной задачи, её основные аспекты и способы.

Дискретизация функции, основные способы и ограничения, аппроксимация на сетку и разложение по базису.

Дискретизация дифференциального уравнения: невязка дифференциального оператора, замена дифференциала конечной разностью.

Методы Монте-Карло для эволюционных задач математической физики: замена задачи Коши на марковский процесс.

Связь разных подходов друг с другом, их достоинства и недостатки, возможные области применения.

Основные свойства разностных схем: аппроксимация, устойчивость и сходимость.

Локальная и глобальная погрешность, их исследование.

Устойчивость, как глобальное свойство разностной задачи: (равномерно) непрерывная зависимость решения от параметров.

Виды устойчивости, устойчивость по правой части, начальным и краевым условиям. Условная и безусловная временная устойчивость.

Спектральный и энергетический подходы к исследованию устойчивости, устойчивость по Нейману, аналогии с устойчивостью дифференциальных задач, аналог теоремы Ляпунова.

Сходимость решения разностной задачи к решению дифференциальной, ряд Неймана, теорема Филиппова - Рябенского.

Обзор распространённых конечно-разностных схем для модельных уравнений. Их аппроксимация и устойчивость. Явные и неявные схемы, понятие экономичности, методы реализации одномерных неявных линейных схем, схема бегущего счёта, виды прогонок.

Методы повышения точности конечно-разностных схем; правило Рунге, схемы Кранка-Николсона, Лакса-Вендроффа, Петухова, Толстых.

Ограниченность понятия аппроксимации при работе с негладкими решениями: осцилляции и ложная сходимость.

Использование аддитивных законов сохранения для построения разностных схем; консервативные схемы.

Понятие о монотонности и положительной аппроксимации схемы по Фридрихсу. Критерии монотонности для явных и неявных линейных схем с постоянными коэффициентами, исследование монотонности разностных схем для модельных уравнений.

Монотонность схем для уравнения переноса, теорема Годунова; сеточно-характеристические методы, их достоинства и недостатки. Метод Годунова для одномерных уравнений газовой динамики. Гибридные схемы и их развитие: схема Федоренко, метод коррекции потоков (FCT). Понятие о полной вариации решения, метод TVD. Понятие о схемах точного воспроизведения, метод прыжкового переноса.

## 2. Основные методы расщепления. Итерационное решение сеточных уравнений.

Проблема экономичности для многомерных конечно-разностных задач и аддитивное разложение (расщепление) разностного оператора. Основные способы расщепления оператора: расщепление по направлениям (Письман и Рэчфорд), расщепление по процессам (Яненко и Ковеня), попеременно - треугольное расщепление (Самарский, Ильин), пространственное расщепление (декомпозиция области). Обеспечение положительности расщеплённых операторов.

Расщепление временного шага в эволюционных задачах, построение экономичных схем в дробных шагах на основе расщеплённых операторов, понятие о полной и суммарной аппроксимации.

Основные методы расщепления суммарной аппроксимации: простое покомпонентное расщепление (схема Дьяконова), аддитивно - усреднённое расщепление, двуциклическое покомпонентное расщепление (схема Марчука), расщепление типа предиктор - корректор.

Основные схемы расщепления полной аппроксимации: продольно-поперечная (схема Письмана - Рэчфорда), схема со стабилизирующей поправкой (Дугласа - Рэчфорда).

Понятие о схемах векторного расщепления (схемы Абрашина).

Схемы расщепления с несогласованным стабилизатором. Методы Булеева.

Использование схем расщепления для итерационного решения стационарных сеточных уравнений, причины существования оптимального временного шага, скорости сходимости

для методов переменных направлений и попеременно - треугольного метода. Понятие о чебышевской оптимизации, оптимизация Золотарёва - Вашпресса.

Другие итерационные методы: метод последовательной релаксации и скорость его сходимости, методы наискорейшего спуска, минимальных поправок, минимальных невязок, сопряженных градиентов, понятие о многосеточном методе (методе Федоренко).

Основные подходы к реализации итерационных методов на многопроцессорных вычислительных комплексах, эффективность распараллеливания.

### 3. Схемы на неоднородных сетках. Построение адаптивных сеток.

Конечно - разностные схемы на неоднородных сетках, их устойчивость и аппроксимация, особенности их исследования. Дивергентный вид погрешности и порядок глобальной аппроксимации.

Глобальная погрешность и её минимизация. Проблема решений с резкими градиентами в узких областях; сетки, адаптированные к поведению решения; принцип равномерного распределения погрешности.

Построение сеток, адаптированных к поведению решения в случае одномерных конечно-разностных уравнений, решение задачи о распределении узлов.

Регулярные сетки, адаптированные к форме расчётной области. Конформные, квазиконформные и косоугольные преобразования координат. Запись конечно-разностных уравнений через коэффициенты Ламе и метод конечных объёмов.

Методы построения адаптивных сеток, принцип соответствия границ. Эллиптические, параболические и гиперболические генераторы сеток, их достоинства и недостатки. Возможность адаптации к поведению решения: способы сгущения координатных линий в областях типа погранслоя.

Эллиптический генератор ортогональных сеток для внутренней краевой задачи в двумерном случае, разворот косых углов, логарифмические особенности координатных линий, самопроизвольное сгущение и разрежение координатных линий.

Гиперболический генератор ортогональных сеток для внешней краевой задачи, пересечение координатных линий, необходимость сглаживания.

Понятие о нерегулярных сетках, использование методов конечных объёмов и конечных элементов. Проблема решения разностных уравнений на нерегулярных сетках.

Понятие о триангуляции Делоне в двумерном и трёхмерном случаях.

### 4. Численное решение уравнений динамики сплошной среды.

Простейшие свойства уравнений однокомпонентной гидродинамики; течение несжимаемой жидкости; изотермическое течение сжимаемого газа, неизотермическое течение идеального газа; сверхзвуковые течения, существенно дозвуковые течения.

Применяемые конечно-разностные схемы; метод переменных вихрь – функция тока, методы коррекции давления; постановка краевых условий. Реализация в одномерном и многомерном случаях; экономичность алгоритма; расщепление по процессам и по направлениям.

Уравнения многокомпонентной гидродинамики; транспортные свойства многокомпонентного газа, соотношения Стефана-Максвелла. Применяемые конечно-разностные методы; моделирование ламинарного горения.

Низкотемпературная плазма, как многокомпонентная жидкость; однотемпературное и многотемпературные приближения; проводимость многокомпонентного газа; численная модель дугового разряда в химически активном газе; двухтемпературная диффузионно-дрейфовая модель тлеющего разряда постоянного тока и особенности её численной реализации.

Уравнения Максвелла в квазистационарной форме и их численное решение; численные модели ВЧ и СВЧ разрядов в химически активном газе.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Гармонический анализ**

#### **Цель дисциплины:**

формирование систематических знаний о методах математического анализа, расширение и углубление таких понятий как функция и ряд.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в теории тригонометрических рядов Фурье и началах функционального анализа;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

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

**уметь:**

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

-исследовать полноту систем в функциональных пространствах;

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

-представлять функции интегралом Фурье; выполнять преобразования Фурье;

-оперировать с обобщенными функциями.

**владеть:**

-мышлением, методами доказательств математических утверждений;

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

-навыками применения изученной теории в математических и физических приложениях;

-умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций.

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

2. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических.

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

3. Метрические и линейные нормированные пространства.

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

#### 4. Бесконечномерные евклидовы пространства.

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

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

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

#### 6. Собственные интегралы и несобственные интегралы.

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

Выражение бета-функции через гамма-функцию.

#### 7. Интеграл Фурье.

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

#### 8. Пространство основных функций и пространство обобщенных функций.

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

#### 9. Преобразование Фурье обобщенных функций.

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Диагностика веществ и материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с основными принципами современных методов исследования веществ и материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний и представлений о фундаментальных законах и основных методах исследования физико-химических свойств и структуры сложных веществ и материалов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества;
- методы исследования строения и физико-химических свойств, а также оборудование и приборы проведения таких исследований;
- специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;
- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных.

##### **уметь:**

- планировать стратегию установления строения вещества;
- рационально сочетать различные методы исследования строения вещества;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества;
- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты, готовить образцы для проведения измерений.

##### **владеть:**

- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;
- методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;
- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов;
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение

Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов. Методы химические и физические. Методы спектральные и не спектральные. Прямая и обратная задачи.

Природа электромагнитного излучения. Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Различные типы взаимодействия излучения с веществом. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина). Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих соответствующую спектральную область.

Классификация спектральных методов по длинам волн (гамма-резонанс, рентгеновская, УФ, видимая, ИК, микроволновая, радиоспектроскопия), по природе переходов (ядерные, электронные, колебательные, вращательные спектры, ЯМР, ЭПР, ЯКР), по типу взаимодействия (спектры поглощения, испускания, рассеяния). Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.

#### 2. Хроматография

Определение хроматографии. Хроматографическая система. Подвижная и неподвижная фазы. Хроматограмма. Свободный объем, объем удерживания, фактор разделения, индекс удерживания Ковача, число теоретических тарелок колонки. Основные типы сорбентов и ионообменных смол. Виды хроматографии: газовая, жидкостная, сверхкритическая флюидная, противоточная; планарная; фронтальная и элюентная; адсорбционная, эксклюзионная и критическая хроматография полимеров; аффинная; ионообменная и ионная, лигандообменная; хиральная. Многоколоночная и многомерная хроматография. Селективность и эффективность разделения. Принципы препаративной хроматографии и ионного обмена. Имитация подвижного слоя.

#### 3. Масс-спектрометрия

Области применения масс-спектрометрии и ограничения метода.

Конструкция и основные типы масс-спектральных приборов. Системы ввода пробы газов, жидкостей и твердых веществ. Источники ионов. Анализаторы масс (магнитные, ионный циклотронный резонанса, времяпролетные). Системы регистрации ионов, система сбора и обработки данных. Спектроскопия активирующих столкновений, МС/МС техника.

Методы ионизации молекул (ионизация электронами, фото ионизация, полевая ионизация и десорбция, атомная бомбардировка, электроспрей, матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация (МАЛДИ), резонансный захват электронов).

Основные характеристики масс-спектрометров (чувствительность, разрешающая способность, точность измерения масс и интенсивностей пиков, быстродействие).

Теория ионизации молекул и диссоциации ионов в газовой фазе. Основные положения квазиравновесной теории масс-спектров. Диссоциативная ионизация.

Типы ионов (положительные, отрицательные, многозарядные, молекулярные, фрагментные), перегруппировки.

Структурно-аналитические задачи: установление элементного состава и строения молекул; изотопный анализ; качественный и количественный анализ смесей, хроматомасс-спектрометрия; определение микропримесей.

#### 4. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях

Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Конструкция приборов (монохроматоры, спектрофотометры; однолучевые и двухлучевые приборы). Источники излучения, оптические материалы, детекторы. Используемые растворители. Способы изображения спектров.

Спектры поглощения в видимой и УФ-областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Классификация и отнесение электронных переходов в органических молекулах. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Симметрия и номенклатура электронных состояний. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора для электронных переходов.

Специфика электронных спектров поглощения различных классов органических соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения. Спектры ароматических соединений.

Спектры координационных соединений. d-d-переходы, переходы с переносом заряда. Теория поля лигандов.

Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Анализ смесей, определение состава комплексов, определения констант диссоциации кислот. Изучение равновесий, изобестические точки. Биологические и биохимические приложения УФ-видимой спектроскопии.

Спектры испускания в УФ и видимой области. Люминесценция (флуоресценция и фосфоресценция). Фотофизические процессы в молекуле. Внутренняя и

интеркомбинационная конверсия. Основные характеристики люминесценции, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции. Влияние температуры на спектры испускания. Спектры Шпольского. Практическое использование люминесцентного анализа.

## 5. Колебательная спектроскопия

Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Колебания двухатомных молекул. Гармоническое и ангармоническое приближение. Факторы влияющие на частоту колебания – масса атомов и силовые коэффициенты. Колебания многоатомных молекул. Число колебаний. Основные колебания, обертоны и составные частоты. Частоты и формы колебаний. Естественные координаты. Нормальные колебания. Классификация молекулярных колебаний по симметрии. Определение числа колебаний для разных типов симметрии.

Два основных метода изучения колебательных спектров: инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (КР).

Правила отбора и интенсивность полос в ИК поглощении и в спектрах КР. Изменение дипольного момента и поляризуемости молекул. Сравнение методов ИК-спектроскопии и КР для исследования молекулярных структур. Поляризация полос в спектрах КР. Сопоставление данных ИК и КР спектров для определения структуры молекул. Влияние агрегатного состояния и растворителей на спектры. Особенности спектров кристаллов. Статическое и динамическое (давыдовское) расщепление полос в спектрах кристаллов. Резонанс Ферми.

Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Характеристические частоты различных связей и групп атомов в молекуле. Характеристические колебания основных классов молекул. Применение колебательных спектров для определения структур органических, неорганических и координационных соединений. Исследования химических процессов - динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций, водородных связей и др. Влияние изотопозамещения на колебательные спектры.

Специфичность колебательных спектров. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, для качественного и количественного анализов и другие применения в химии.

Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, источники излучения, детекторы, прозрачные материалы. Приготовление образцов и методы измерения спектров. Инфракрасные фурье-спектрометры. Преимущества фурье-спектрометров по сравнению с классическими спектральными приборами.

Аппаратура спектроскопии КР, источники света, детекторы. Преимущества лазерных источников возбуждения.

## 6. Электронный парамагнитный резонанс

Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР. g-Фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии

с одним и несколькими ядрами. Число компонент мультиплета, распределение интенсивности. Константа СТС. Тонкое расщепление. Ширина линий. Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров. Использование спиновых меток. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.

#### 7. Магнетохимические методы исследования

Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Магнитная индукция, магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Природа явлений диа-, пара-, ферро- и ферримагнетизма. Диамагнетизм вещества и аддитивная схема Паскаля. Примеры структурного анализа в координационной химии с помощью магнетохимического метода. Природа парамагнетизма. Квантовомеханический подход к описанию парамагнитного поведения системы с  $s = 1/2$ . Законы Кюри и Кюри—Вейса. Микроскопическая природа магнетизма. Магнитный момент парамагнитных систем с  $s > 1/2$ . Орбитальный магнитный момент и спин-орбитальное взаимодействие.

Магнитометрия в постоянном и в переменном поле. Основные инструментальные подходы к измерению статических и динамических магнитных свойств. Магнитные свойства неорганических соединений и комплексов переходных металлов. Особенности магнитных свойств полиядерных комплексов. Мономолекулярные магниты. Спиновые переходы.

#### 8. Мессбауэровская спектроскопия

$\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых  $\gamma$ -квантов. Доплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения  $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия. Возможности  $\gamma$ -резонансной спектроскопии в химии и ограничения ее применения.

#### 9. Рентгеновская спектроскопия

Природа рентгеновских спектров. Края поглощения. Взаимосвязь рентгеновских спектров поглощения и характеристических спектров испускания. Классификация рентгеновских методов анализа. Анализ по первичному рентгеновскому излучению (рентгеноэмиссионный). Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный). Рентгеноабсорбционный анализ. Природа критических краев поглощения.

Основные принципы фотоэлектронной спектроскопии, фотоэффект, сечение фотоэффекта. Оже-электроны и рентгеновские кванты. Химический сдвиг в фотоэлектронных спектрах. Корреляция химических сдвигов с зарядовым состоянием атома. Информационная глубина метода. Фотоэлектронные и оже-спектры с угловым разрешением. Радиационные эффекты. Количественный анализ. Послойный анализ. Учет статической зарядки. Контроль дифференциальной зарядки и ее применение для оценки фазового состава. Анализ сложных спектров. Особенности вычитания фона. Сателлиты в фотоэлектронных спектрах. Приборы и техника эксперимента.

#### 10. Рентгенодифракционные методы

Природа рентгеновского излучения, методы его получения, природа характеристического излучения и «белого излучения» рентгеновской трубки. Поглощение рентгеновских лучей при прохождении через вещество. Регистрация рентгеновского излучения. Рентгеновские дифрактометры (с точечными детекторами, с координатными детекторами).

Симметрия и сингонии кристаллов, пространственные группы.

Дифракция рентгеновских лучей кристаллами, основные принципы и уравнения дифракции. Обратная решетка.

Структурный фактор, структурная амплитуда, электронная плотность кристалла. Основные понятия, смысл и взаимосвязь структурной амплитуды и электронной плотности. Фактор атомного рассеяния. Влияние температуры на дифракцию рентгеновских лучей кристаллами.

Основы порошковой рентгеновской дифракции. Рентгенофазовый анализ. Определение параметров кристаллической решетки. Количественное определение фазового состава мелкокристаллического образца. Метод Шеррера для нанокристаллов, определение ОКР.

Основные этапы рентгеноструктурного анализа монокристаллов. Подготовка образца, дифракционный эксперимент, расшифровка кристаллической структуры и фазовая проблема, уточнение структур методом наименьших квадратов.

Оценка точности рентгеноструктурных данных. Разрешение, R-факторы и показатель добротности подгонки (goodness-of-fit). Тесты на жесткость связи.

Программы определения геометрических характеристик и визуализации кристаллических структур.

Кристаллографические банки данных: общий обзор. Кембриджский банк структурных данных (CCDC).

Исследования распределения электронной плотности.

## 11. Электрохимические методы

Электрохимические методы анализа. Циклическая вольтамперометрия. Принципы работы потенциостата. Ячейки для циклической вольтамперометрии, типы рабочих электродов и электродов сравнения. Вращающийся дисковый электрод. Методы с линейной разверткой потенциала. Критерии обратимости электрохимических реакций. Импульсные вольтамперометрические методики. Электрокатализ. Электросинтез.

## 12. Изучение наноматериалов

Конфокальная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Сканирующая электрохимическая микроскопия. Требования к подготовке образцов для различных видов микроскопии.

Динамическое светорассеяние. Измерение гидродинамического размера, дзета-потенциала и молекулярной массы макромолекул и наночастиц. Спектроскопические методы для изучения наноматериалов.

### 13. Ядерный магнитный резонанс

Явление ядерного магнитного резонанса. Квантово-механическое и классическое описание явления. Уравнение резонанса. Понятие химического сдвига в спектроскопии ЯМР, константа экранирования и ее составляющие. Эталоны в ЯМР. Понятие спин-спинового взаимодействия в спектроскопии ЯМР, константы спин-спинового взаимодействия и их связь со строением молекул.

Релаксационные процессы в спектроскопии ЯМР. Понятие о спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Экспериментальное определение времен релаксации T1 и T2. Понятие о динамическом ЯМР, примеры динамических процессов, исследованных методом ДЯМР. Временная шкала метода ДЯМР.

Устройство простейшего и современного ЯМР спектрометров, CW-и импульсная методики регистрации спектров ЯМР.

Проявление хиральности в спектрах ЯМР. Гомотопные, энантиотопные и диастереотопные группы. Классификация спиновых систем в ЯМР, правила анализа первого порядка, слабо- и сильносвязанные спиновые системы, знаки КССВ.

Химические сдвиги гетероядер и константы спин-спинового взаимодействия с участием гетероядер ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ , переходные и непереходные металлы). Эталоны для определения химических сдвигов гетероядер.

Эксперименты по двойному резонансу. Ядерный эффект Оверхаузера. Одномерные ЯМР эксперименты, использующие сложные импульсные последовательности (INEPT, DEPT, JMODECHO). Понятие о двумерной корреляционной спектроскопии ЯМР, основные методики –  $^1\text{H}$ ,  $^1\text{H}$  и  $^1\text{C}$ ,  $^1\text{H}$  COSY, NOESY, EXSY.

ЯМР парамагнитных соединений. Динамическая и химическая поляризация ядер. Твердотельная спектроскопия ЯМР.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### 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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Излучение термоядерной плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными понятиями о роли излучения в энергобалансе и диагностике термоядерной плазмы.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучение основам оценочных и расчетных методов для процессов, ответственных за излучение плазмы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы классической механики, электродинамики, квантовой и атомной механики.

##### **уметь:**

- оперировать с основными формулами классической механики и электродинамики, использовать персональный компьютер для составления простейших расчетных программ.

##### **владеть:**

- владеть способами численных оценок, необходимых для использования вероятностей различных физических процессов применительно к условиям термоядерных установок, в первую очередь – токамаков.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Радиационные процессы в непрерывном спектре – тормозное и рекомбинационное излучение

Классические методы расчета интенсивностей тормозного и рекомбинационного излучения, формулы Крамерса, потери энергии на излучение в континууме, радиационная рекомбинация.

2. Процессы в дискретном спектре – ионизация атомов и ионов

Формула Томсона для ионизации, особенности ионизации многозарядных ионов, ионизация через возбуждение автоионизационных состояний.

### 3. Диэлектронная рекомбинация

Процессы, проходящие через образование атомных комплексов, диэлектронная рекомбинация электронов на ионах с электронным остовом, основные каналы распада автоионизационных состояний, сравнение с трехчастичной и радиационной рекомбинацией.

### 4. Расчеты ионизационного равновесия и радиационных потерь плазмы на примесных ионах

Ионизационное равновесие примесных ионов в термоядерной плазме как баланс процессов ионизации-рекомбинации, роль транспорта примесных ионов, расчеты кинетики заселения и радиационных потерь в простейшей двухуровневой схеме атомных состояний.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Информатика**

#### **Цель дисциплины:**

Научить студентов программировать на языке Python 3 на уровне, достаточном для использования ИКТ в курсе вычислительной математики, в исследовательской научной и в последующей профессиональной деятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Обеспечить чёткое понимание студентами основ информатики и ИКТ, включая некоторые области математики (системы счисления, логика, дискретная математика, теория графов);
2. Обучить студентов основным алгоритмам обработки числовой и текстовой информации;
3. Сформировать у обучающихся навык использования языка программирования Python 3 для решения конкретных прикладных задач;
4. Научить студентов писать программный код коллективно с использованием промышленного стиля программирования и утилит, необходимых при совместной работе над программным продуктом.

#### **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;
- основы дискретной математики;
- основы алгоритмического языка программирования Python;
- общие характеристики интерпретируемых и компилируемых языков программирования;
- общие понятия о структурах данных: стеки, очереди, списки, деревья, таблицы;
- приёмы разработки программ;
- принципы программирования структур данных для современных программ, типовые решения, применяемые для создания программ;

- основы работы с пакетами прикладных программ в области математики и физики.

#### **уметь:**

- Выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- разрабатывать полные законченные программы на одном из языков высокого уровня; программы на одном или нескольких языках программирования, как индивидуально, так и в команде, с использованием современных средств написания и отладки программ;
- использовать знания по информатике для приложений в инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности;
- работать как на уровне языка командного интерпретатора, так и с использованием графического пользовательского интерфейса;
- использовать сигналы и оконные сообщения для взаимодействия процессов между собой и с операционной системой;
- создавать безопасные программы, использовать современные средства для написания и отладки программ;
- работать с пакетами прикладных программ, включая использование развитых графических возможностей этих пакетов.

#### **владеть:**

- Языком программирования Python и методами создания программ с использованием стандартных библиотек;
- средствами отладки программ на Python;
- навыками программирования с использованием средств операционной системы для решения исследовательских задач;
- основами работы с прикладными пакетами Python и принципами написания дополнительных модулей;
- навыками освоения современных архитектур ЭВМ.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Знакомство с Python 3

Ход исполнения программы. Почему в Python нет goto. Интерактивный режим. Арифметические операции и их приоритеты. Типы данных. Преобразование типа. Ввод-вывод. Именованные параметры print() sep, end. Переменные. Присваивание: =, +=, -=, \*=, /=. «Трамвайное присваивание». Множественное присваивание. Обмен переменных значениями. Цикл for и функция range(). Однопроходные алгоритмы: сумма, произведение. Оператор ветвления if. Переменные-счётчики. Среднее арифметическое. Тип bool. Логические операции. Битовые операции &, |, .

## 2. Однопроходные алгоритмы

Обработка потока чисел с терминальным элементом. Поиск числа в потоке. Фильтрация потока чисел. Вложенные ветвления. Каскадные ветвления `if-elif-else`. Цикл `while`. Инструкции `break` и `continue`. Переменные-флаги. Максимальное число в потоке. Местоположение максимума. Количество равных максимуму. Поиск трёх максимумов за один проход.

## 3. Системы счисления

Целочисленное деление и взятие остатка, их отличие в C++ и Python. Позиционные системы счисления и литералы целых чисел в Python. Анализ цифр числа в произвольной системе счисления. Переводы из одной системы в другую.

## 4. Функции

Описание функций с параметрами. Синхронный вызов. Стек вызовов. Локальность переменных. Утиная типизация в Python. Метод грубой силы. Поиск НОД и НОК. Алгоритм Евклида. Тест простоты. Разложение числа на множители.

## 5. Списки и алгоритмы на списках

Создание списка чисел заданной длины. Функция `len()`. Индексация элементов от 0 до N-1. Скорость взятия и замены элемента `A[i]`. Распечатка массива. Задачи на заполнение массива. Заполнение массива числами Фибоначчи. Линейный поиск в массиве. Поэлементное копирование массива. Копирование задом-наперёд. Циклический сдвиг в массиве. Обращение массива.

## 6. Изменяемость списка `list` в Python

Ссылочная модель данных. Оператор идентичности `is`. Добавление и удаление элемента в начале и конце массива. Отличие по скорости `A.pop(0)` и `A.pop()`, и почему это так. Списковые включения («генераторы списков»). Решето Эратосфена. Частотный анализ (метод подсчёта).

## 7. Сортировки

Постановка задачи. Сортировка обезьяны. Сортировка выбором. Сортировка вставками. Ленивые `and` и `or`. Проверка упорядоченности массива за  $O(N)$ . Сортировка дурака. Сортировка методом пузырька (через `while` с переменной-флагом). Синхронная сортировка нескольких массивов. Устойчивость сортировок. Сортировка подсчётом. Поразрядная сортировка для двоичной СС. Асимптотическая сложность алгоритмов.

## 8. Рекурсия

Принцип «Разделяй и властвуй». Глубина рекурсии, прямой и обратный ход, рекуррентный и крайний случай. Ханойские башни. Генерация комбинаторных объектов. Перебор с возвратом. Рекурсивная генерация всех чисел длины M. Генерация всех перестановок. Примеры кодирования рекурсии: быстрое возведение в степень, НОД.

## 9. Быстрые сортировки

Быстрая сортировка Тони Хоара. Слияние двух упорядоченных массивов. Сортировка слиянием. Неустойчивость сортировок.

## 10. Двоичный поиск

Бинпоиск. Поиск корня непрерывной функции методом деления пополам. Бинарный поиск по ответу. Бинарный поиск в массиве за  $O(\log N)$ .

## 11. Динамическое программирование

Вычисление чисел Фибоначчи и проблема перевычислений. Рекурсия с кешированием. Одномерное динамическое программирование. Задачи о Кузнечике. Восстановление пути минимальной стоимости.

## 12. Строки

Тип `str`. Неизменяемость строки. Наивный поиск подстроки в строке. Методы строк `find`, `rfind`, `count`, `replace`. Методы `split` и `join`. Разбиение на подстроки, объединение. Срезы строк. Префикс-функция. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта.

## 13. Двумерное динамическое программирование

Вычисление расстояния Левенштейна. Восстановление последовательности редакционных изменений. Наибольшая общая подпоследовательность. Наибольшая возрастающая подпоследовательность.

## 14. Структуры FIFO и LIFO

Очереди: FIFO и LIFO. Стек как очередь LIFO. Проверка корректности скобочной последовательности. Обратная польская нотация.

## 15. Конечные и клеточные автоматы

Машина Тьюринга. Конечный автомат как её упрощение. Конечный автомат для поиска подстроки «abcd». Простейшие клеточные автоматы. Игра «Жизнь» Джона Конвея.

## 16. Сложность задач

Краткое повторение синтаксиса Python. Сложность задач. Детерминированная и недетерминированная машина Тьюринга. Алгоритмически простые и сложные задачи (классы P и NP). Классы NP-complete и NP-hard.

## 17. Хеширование

Хеш-функции, хеширование и хеш-таблицы. Что такое хеш-функция. Примеры. Использование хеширования для гарантии целостности файлов и хранения паролей. Полиномиальный хеш. Алгоритм Рабина-Карпа. Открытая и закрытая хеш-таблицы. Проблема удаления из закрытой хеш-таблицы. Перехеширование. Реализация закрытой хеш-таблицы.

## 18. Словари и множества в Python

Словари и множества в Python. Множество `set`. Создание и изменение множеств. Работа с элементами. Тип `frozenset` и зачем он нужен. Операции с множествами, обычные для математики. Словарь `dict`. Создание и изменение словаря. Пример применения ассоциативного массива. `Defaultdict`, `OrderedDict`.

## 19. Связные списки

Кортежи tuple и контейнер NamedTuple. Списки: односвязный, двусвязный, кольцо (реализация ч/з словари).

## 20. Очередь и очередь с приоритетами

Очередь и дек (реализация на списках). Контейнер Deque. Куча (повторение). Сортировка кучей. Модуль heapq.

## 21. Основы теории графов

Введение в теорию графов. Инцидентность, смежность, петля, кратные рёбра, подграф. Эйлеров цикл. Эйлеров путь. Пути в графах. Циклы. Простые пути и циклы. Связность графов. Компоненты связности. Взвешенный граф. Орграфы. Компоненты сильной связности орграфа. Ориентированные ациклические графы. Дерево. Корневое дерево. Остовное дерево графа.

## 22. Хранение графа в памяти

Список рёбер, матрица смежности и списки смежности. Реализация этих способов и асимптотика их работы. Переходы между различными формами хранения графа. Компактная форма хранения списка смежности для константного графа. Хранение деревьев в памяти.

## 23. Поиск в глубину

Обход графа в глубину. Выделение компонент связности (обходом в глубину). Выделение компонент сильной связности орграфа. Проверка двудольности графа. Проверка графа на ациклическость и нахождение цикла. Топологическая сортировка. Поиск мостов и точек сочленения.

## 24. Поиск в ширину

Обход графа в ширину. Очередь при обходе в ширину и её асимптотика. Выделение компонент связности (обходом в ширину). Нахождение кратчайшего цикла в невзвешенном графе.

## 25. Поиск кратчайшего пути

Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути. Алгоритмы Флойда-Уоршелла и Беллмана-Форда.

## 26. Остовные деревья

Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала.

## 27. Основы теории игр

Игры на ациклических графах. Игра «Ним». Сумма игр. Функция Шпрага-Гранди.

## 28. Двоичные деревья поиска

Двоичные деревья поиска. Асимптотика основных операций. Балансировка деревьев. AVL-дерево и красно-чёрное дерево. Декартово дерево.

## 29. Асимптотически сложные задачи на графах

Гамильтонов граф. Построение гамильтонова цикла. Задачи о коммивояжере и о китайском почтальоне. Приближенные алгоритмы для NP-полных задач.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Испанский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне А1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;

- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

### **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

Фонетика: правила чтения и постановки ударения. Интонация.

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

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

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

Грамматика: имя прилагательное, артикль, числительные.

Фонетика: правила чтения (продолжение), интонация.

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

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

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

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

#### 4. Генеалогическое дерево. Семья.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 7. Одежда. Мода. Проблемы потребления.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Испанский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне A1+ (A2.1);
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

## **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лексика: рассказ о каникулах. Городская инфраструктура.

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

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

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

Лексика: покупка одежды. Выражения аргументации при выборе подарка.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лексика: ориентация в городе. Средства выражения собственного мнения.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Испанский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

**владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет - технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4. История Испании и Латинской Америки

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

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

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

#### 5. Здравоохранение в Испании

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

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

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

#### 6. Реклама и СМИ

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

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

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

#### 7. Традиции и обычаи

Коммуникативные задачи: рассказать/расспросить о национальных традициях и обычаях. Ориентация в аэропорту: регистрация на рейс, обсуждение условий перелета, сдача багажа, поиск утерянного багажа, условия провоза ручной клади. Передать информацию при помощи жестов. Свободное времяпрепровождение.

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

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

#### 8. Средства коммуникации

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Испанский язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;

- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; когнитивными стратегиями для изучения иностранного языка; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- современными техническими средствами и технологиями получения и обработки информации при изучении иностранного языка.

### **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Здоровье и заболевания. Предупреждения и советы.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лексика: романтические отношения. Настроение. Характер.

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

## 10. Форматы и цели сообщений

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

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

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

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

## 11. Информация и степень уверенности

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **История**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

- понятия и термины, относящиеся к истории России;
- основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки.

Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии. Основные направления современной исторической науки. Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории. Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации. Факторы исторического развития: природно-климатический, этнический, экономический, культурно-политический. Хронология и периодизация мировой истории, ее варианты и принципы выделения этапов истории человечества, концепции исторического развития.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Квантовая химия**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с современными подходами к описанию молекулярных систем, состоящих из многих частиц, квантово-механическими методами, включая упрощенное рассмотрение в случаях, когда последние трудно применимы. К молекулярным системам многих частиц можно отнести разнообразные объекты. Это атомы, молекулы, включая биомолекулы, нано-кластеры и нано-структуры. При этом, описание таких структур на атомистическом уровне включает как описание собственно структур, так и описание взаимодействия между ними, например, взаимодействия молекулярных структур с поверхностью. Как правило молекулярные системы многих частиц будут рассматриваться как системы, находящиеся в стационарных состояниях, а динамическому описанию будет уделена небольшая часть курса.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов, исходя из микроскопической модели строения вещества, пользуясь квантово-механическими методами, рассчитывать физико-химические свойства молекулярных систем, например, энергетические характеристики, спектроскопические, термодинамические, электростатический потенциал и другие.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- приближения позволяющие разделять ядерные и электронные переменные в уравнение Шрёдингера, область их применимости, колебания и вращения систем многих частиц;
- представление многоэлектронных антисимметричных волновых функции рядами по детерминантам Слэтера, функционал энергии многоэлектронной системы;
- вариационный принцип в нерелятивистской квантовой механике, уравнение Хартри-Фока, Хартри и метод самосогласованного поля, принцип заполнения орбиталей электронами, теорему Купманса;
- классификацию электронных состояний молекулярных систем, и их электронных оболочек, корреляционные свойства полной волновой функции и орбиталей;
- правила Слэтера вычисления матричных элементов между детерминантами, теорему Бриллюэна;

- многоконфигурационные волновые функции, натуральные орбитали, определение корреляционной энергии, описание Фермиевской дырки, статическую и динамическую корреляцию;
- метод конфигурационного взаимодействия, многоконфигурационный метод самосогласованного поля, теорию возмущений Мёллера-Плескета;
- теорию функционала плотности, теорему и вариационный принцип Хохэнберга-Кона, уравнение Кона-Шама, приближение локальной плотности и известные функционалы;
- одно- и двухэлектронную функцию плотности, представление функционала энергии через функции плотности, анализ заселённости молекулярных орбиталей;
- приближение линейной комбинации атомных орбиталей, включая полноту наборов базисных функций и сходимость к точным решениям;
- типы базисных функций для неэмпирических расчётов, их классификацию, наборы атомных базисных функций часто используемые в неэмпирических расчётах, базисную суперпозиционную ошибку и методы её коррекции;
- метод псевдопотенциала, теорему Гельмана-Феймана, теорему вириала;
- вычислительную сложность неэмпирических методов, теорию ССП итераций и методы ускорения их сходимости;
- методы оптимизации геометрии молекулярных систем;
- вычисление собственных значений матриц степенным методом, методом обратных итераций со сдвигом, методом итераций с отношением Релея, методом ортогонального проектирования, методами подпространства Крылова.

**уметь:**

- оценивать возможность применения адиабатического приближения и приближения Борна-Оппенгеймера при описании многоэлектронных систем;
- оценивать возможности теоретического исследования многоэлектронных систем различными квантовомеханическими и полуэмпирическими методами;
- оценивать необходимость применения многоконфигурационных волновых функций для описания многоэлектронных систем;
- использовать теорему Купманса для оценки потенциалов ионизации многоэлектронных систем.

**владеть:**

- основными методами теории электронной структуры систем многих частиц – методом Хартри-Фока, методами теории функционала плотности, методом конфигурационного взаимодействия, многоконфигурационным методом самосогласованного поля, методами теории возмущений;

- методами молекулярной динамики описывающие динамику поведения систем многих частиц.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Основные положения квантово-механического описания молекулярных систем многих частиц

Введение в предмет. Адиабатическое приближение, приближение Борна-Оппенгеймера и их области применимости. Выход за рамки адиабатического приближения. Антисимметричные волновые функции. Электронное волновое уравнение. Уравнение невзаимодействующих электронов. Многоэлектронные волновые функции. Одноэлектронные волновые функции. Функционал энергии многоэлектронной системы. Функционал энергии многоэлектронной системы с однодетерминантной волновой функцией. Матричные элементы одно- и двух-электронных операторов. Вариационный принцип в квантовой механике. Метод неопределённых множителей Лагранжа.

#### 2. Описание многоэлектронных систем в рамках метода Хартри-Фока

Уравнение Хартри-Фока и Хартри. Метод самосогласованного поля. Принцип заполнения орбиталей электронами (aufbauprinzip). Теорема Купманса. Классификация молекулярных орбиталей. Электронные состояния молекул. Электронные оболочки атомов и молекул. Одно-детерминантная волновая функция систем для состояний с замкнутыми оболочками (синглетные состояния). Уравнение Хартри-Фока для состояний с замкнутыми оболочками. Спиновые волновые функции. Построение многочастичных (многоэлектронных) спиновых функций. Колебания и вращения многоатомных и двухатомных молекул. Корреляционные свойства полной молекулярной волновой функции. Корреляционные свойства молекулярных орбиталей и орбитальных энергий. Порядок связи. Локализованные молекулярные орбитали и принципы их локализации. Молекулярные состояния с открытой оболочкой. Молекулярные волновые функции состояний с открытой оболочкой. Правила Гунда. Неограниченный метод Хартри-Фока. Приближённое описание состояний с открытой оболочкой волновыми функциями неограниченного метода Хартри-Фока. Описание состояний с открытой оболочкой волновыми функциями ограниченного метода Хартри-Фока. Ограниченный метод Хартри-Фока использующий два оператора Фока.

#### 3. Описание многоэлектронных систем в рамках метода Хартри-Фока

Описание состояний с открытой оболочкой волновыми функциями ограниченного метода Хартри-Фока. Ограниченный метод Хартри-Фока использующий два оператора Фока. Ограниченный метод Хартри-Фока использующий один оператор Фока (метод связывающих операторов). Приближение линейной комбинации атомных орбиталей. Метод Хартри-Фока для замкнутой оболочки в приближении ЛКАО. Неограниченный метод Хартри-Фока для открытой оболочки в приближении ЛКАО.

#### 4. Описание многоэлектронных систем корреляционными методами

Электронные функции плотности. Одноэлектронная и двухэлектронная функция плотности. Бесспиновые одно- и двухэлектронные функции плотности. Средние значения

операторов и электронные функции плотности. Представление функционала энергии через одно- и двухэлектронные функции плотности. Электронные функции плотности для однодетерминантной волновой функции и однодетерминантной волновой функции для состояний с замкнутыми оболочками. Виртуальные орбитали в методе Хартри-Фока и их физический смысл. Правила Слэтера вычисления матричных элементов между детерминантными волновыми функциями. Синглетное и триплетное состояния в приближении замороженных орбиталей. Метод конфигурационного взаимодействия. Многоконфигурационные (многодетерминантные) волновые функции и размерность конфигурационного пространства. Теорема Бриллюэна. Натуральные орбитали. Анализ заселённости молекулярных орбиталей. Корреляционная энергия. Фермиевская дырка. Многоконфигурационные методы. Многоконфигурационные (многодетерминантные) волновые функции и размерность конфигурационного пространства. Статическая и динамическая корреляции. Теория возмущений Релея-Шрёдингера. Теория возмущений Бриллюэна-Вигнера. Теория возмущений Мёллера-Плессета.

#### 5. Другие приближения и методы, необходимые для описания многоэлектронных систем

Приближение ЛКАО. Типы базисных функций для неэмпирических (*ab initio*) расчётов. Базисные функции гауссова типа для неэмпирических расчётов атомов и молекул. Сгруппированные наборы базисных функций. Построение наборов базисных функций. Базисные функции для неэмпирических (*ab initio*) расчётов. Классификация наборов базисных функций. Поляризация, диффузные и присоединённые функции. Примеры наборов базисных функций разных типов. Атомные базисные функции часто используемые в расчётах. Базисная суперпозиционная ошибка. Метод конфигурационного взаимодействия. Преобразование двухэлектронных интегралов из базиса АО в базис МО. Многоконфигурационный метод самосогласованного поля. Вычислительная сложность неэмпирических методов. Теорема Гельмана-Феймана. Теорема вириала. Полуэмпирические методы. Оптимизация геометрии молекул. Теория ССП итераций. Модель Томаса-Ферми. Теория функционала плотности. Теорема Hohenberg-Kohn. Вариационный принцип Хохенберга-Кона. Уравнение Kohn-Sham. Приближение локальной плотности (LDA приближение). Известные функционалы. Неэмпирические композитные методы. Теоретическая термодинамика. Точность и надёжность квантово-химических методов. Методы молекулярной механики. Методы молекулярной динамики.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Квантово-химическое моделирование структуры и свойств твердых тел**

#### **Цель дисциплины:**

- увеличить глубину знаний студентов об основах курса «Физика твердого тела» с помощью современных методов квантово-химического расчёта, а также дать возможность студентам применить свои знания для описания реальных физических результатов, полученных в «реальном времени».

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики твердого тела как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- формирование представления о свойствах твердых тел с учетом их структуры, симметрии и электронного строения;
- приобретение практических умений и навыков в организации экспериментального и теоретического моделирования физических процессов в твердых телах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Дефекты в кристаллах

Типы дефектов в кристаллах: нульмерные (точечные), одномерные (линейные), двумерные, трехмерные. Дефекты по Шоттки. Дефекты по Френкелю. Расчет числа дефектов при температуре. Примесные атомы. Доноры и акцепторы. Эффект нейтрализации заряда при возникновении дефекта.

Проведение расчета точечных дефектов с использованием метода сверхячейки. Построение зонной структуры кристалла, содержащего дефекты. Расчет энергии дефекта в кристалле.

Расчет энергии дефекта при внесении примесного атома с постепенным увеличением концентрации. Построение диаграммы состояний.

2. Обзор методов моделирования для решения задач твёрдого тела

Понятие структуры (макроструктура, микроструктура и субструктура, атомно-кристаллическая структура, электронная структура).

Классификация твердых тел, имеющие кристаллическое и некристаллическое строение. Основные свойства кристаллов. Симметрия. Точечные группы. Операции и классы точечной симметрии. Трансляционная симметрия. Решетка Бравэ. Пространственные группы. Основные типы кристаллических решеток. Ячейка Вигнера-Зейтца. Понятие обратной решетки. Характеристики кристаллических структур, определяемые в обратном пространстве. Визуализация кристаллических структур и изучение их симметрии и структуры обратной решетки с использованием программного пакета XCrySDen.

### 3. Полупроводники

Электронные свойства кристаллов. Диэлектрики, металлы, полупроводники. Зависимость проводимости от различных факторов (температура, примесь и пр.). Применение металлов, диэлектриков, полупроводников в технике. Зонная структура кристаллов. Эффект собственной проводимости и ширина запрещенной зоны. Электронно-дырочная проводимость.

Водородоподобная модель простых донорных и акцепторных центров. Полупроводники n- и p-типа.

Поглощение света в полупроводниках. Причины поглощения энергии падающего излучения. Фонон-фононное взаимодействие. Примесные центры окраски. Внутренний фотоэффект. Экситон. Прямые и непрямые оптические переходы.

Проведение расчета электронных свойств кристалла с примесными атомами.

### 4. Типы связей в кристаллах

Типы межатомного взаимодействия: межмолекулярное, ионное, ковалентное, металлическое. Классификация твердых тел по типу связи между атомами. Основные свойства, характеризующие данные типы взаимодействия. Энергетика каждого типа взаимодействия в кристаллах. Оценка характера связи с помощью распределения электронной плотности. Понятие когезионной энергии твердого тела.

Изучение пакета Siesta для проведения квантово-химических расчетов: оптимизация геометрии, анализ электронной заселенности по Маликену.

Визуализация результатов с использованием программного пакета XCrysDen.

### 5. Упругие свойства кристаллов

Силы упругости, возникающие при деформации кристалла. Нормальные и сдвиговые (тангенциальные) напряжения. Закон Гука и упругие постоянные кристаллов. Граничные условия постоянства деформаций. Упругие постоянные и упругий модуль всестороннего сжатия кубических кристаллов. Соотношение Коши. Упругие волны в кубических кристаллах. Уравнения Кристоффеля. Взаимосвязь упругих констант и скоростей упругих волн.

Проведение полной оптимизации геометрии недеформированного кристалла с использованием ПО Siesta. Проведение расчета констант упругой деформации кристалла, построение зависимости упругой энергии от деформации.

### 6. Фононы в кристаллах

Колебательное движение в твердых телах. Модели колебательного движения: модель Эйнштейна и модель Дебая. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Значение квантовой природы колебаний для объяснения свойств твердых тел. Фононы.

Выражение для энергии колебаний кристалла. Связь колебаний решетки с различными свойствами твердых тел.

Построение суперячейки для расчёта колебаний. Получение исходных координат исследуемой структуры. Вычисление матрицы атомных силовых констант. Вывод частот фононов и закона их дисперсии в графический формат. Визуализация полученных данных и их анализ.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Китайский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения дисциплины «Китайский язык. Уровень А1» является формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции студентов на элементарном уровне для решения коммуникативных задач в профессионально-деловой, социокультурной и академической сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников.

#### **Задачи дисциплины:**

Достижение элементарного уровня межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции в ходе изучения дисциплины «Китайский язык» требует решения ряда задач, которые состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и выражать собственные мысли на китайском языке;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в КНР;
- 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 КНР;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни КНР;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации.

**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, первого иностранного (второго иностранного) и китайского языков;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

**владеть:**

- Межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на элементарном уровне;
- 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. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Знакомство с китайскими коллегами, однокурсниками, соседями.

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, в т.ч. повседневного обихода, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию; принимать участие в ролевой игре «Знакомство с китайскими коллегами».

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.

Лексическая сторона речи: фразы приветствия и прощания, устойчивые выражения, фразы вежливости, названия стран мира, городов КНР и мира, популярные китайские фамилии, социальные роли, учебные принадлежности.

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). 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. В о п р о с и т е л ь н ы е 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 о т н о с и т е л ь н о сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

П и с ь м о: 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. Знакомство с университетом и кампусом, ориентирование в городе.

З д а н и я внутри кампуса и внутри здания, различные учреждения, их местоположение относительно друг друга, ориентирование в пространстве и по сторонам света,

ориентирование в городе. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

**К о м м у н и к а т и в н ы е** задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; 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 сл о в а , 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; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести ко м б и н и р о в а н н ы й 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; описывать к а м п у с университета, способы добраться до пункта назначения; принять участие в ролевой игре «Экскурсия по кампусу университета»; сообщение местоположения и направления движения, локализация предмета в пространстве.

**П р о и з н о с и т е л ь н а я** сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных т и п о в , фразовое ударение.

**Л е к с и ч е с к а я** сторона речи: устойчивые выражения, фразы вежливости, дата, время, время дня, дни недели в китайском языке, послелого (локативы), уточняющие пространственные отношения.

**Г р а м м а т и ч е с к а я** сторона речи: основные коммуник а т и в н ы е типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有 yǒu. Указания на местоположения с г л а г о л а м и 在 zài 是 shì. Послелого (локативы), 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).

**П и с ь м о**: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Повседневная жизнь на работе и дома, разговор о точном времени, планы на ближайшее будущее.

Обсуждение распорядка дня, расписания занятий, планов на ближайшее будущее, назначение встречи. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

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; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной; разговор о точном времени, о начале и окончании событий, расписании занятий, планах на ближайшее время.

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, называние точного времени, дни недели, время дня, временные наречия сегодня, завтра, вчера, счет от 1 до 100, адрес, телефон.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Обстоятельство времени; способы обозначения точного времени и даты. Порядок следования обстоятельств времени в предложении. Специальный вопрос к обстоятельству времени. Глагол 有 и отрицание 没有. Вопросительные слова 几 и 多少, фразовые частицы 吧 и 呢

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

4. Разговор об адресе, номере телефона, маршруте передвижения. Поход за покупками. Разговор о семье. Разговор о погоде.

Разговор с продавцом, обсуждение планируемых покупок, беседа о количестве предметов, о стоимости покупки. Беседа о составе семьи, члены семьи, домашние питомцы. Обсуждение сезонов и погоды в России и Китае, температура воздуха, предпочтения активности.

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; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; строить мини-диалог с «продавцом» о планируемых покупках, стоимости товаров, количестве приобретаемых предметов. Вести диалог о составе семьи своей и собеседника. Обсуждать климатические особенности Китая и своей страны, погоду в разные сезоны, температурный режим.

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, фразы вежливости, покупки, товары, магазин, деньги, счетные слова для различных предметов, денег, членов семьи. Наименования родственников и домашних питомцев. Времена года, погода, природные явления.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Вопросительные слова 几 и 多少. Числительные 二 и 两. Счетные слова и их употребление в зависимости от существительного. Качественное сказуемое и специальный вопрос к качественному сказуемому с вопросительным словом 怎么样.

**П и с ь м о:** овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

5. Беседа о настоящем моменте действия, расписание занятий на неделю и на день, планы на завтра.

**О б с у ж д е н и е** свободного времени студента, домашних заданий, занятия в н а с т о я щ и й момент времени. Обсуждение планов на ближайшее время, сначала и потом, актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

**К о м м у н и к а т и в н ы е** задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; 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; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, в е с т и диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; беседовать о занятии своим и собеседника в настоящий момент времени, беседа о расписании занятий, что происходит каждый день, каждую неделю и т. д. Обсуждение планов на ближайшие дни, что планируется сначала, что потом.

**П р о и з н о с и т е л ь н а я** сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

**Л е к с и ч е с к а я** сторона речи: устойчивые выражения, фразы вежливости, временные выражения от.. и до..., в настоящий момент, каждый день, дни недели, сначала, потом, учреждения и цель их посещения.

**Г р а м м а т и ч е с к а я** сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения.

**Н а р е ч и я** настоящего времени 现在 и 正在, выражения 每...都, выражение периода времени 从...到, 先...然后... Модальный глагол 打算, выражения цели поездки сериальной

глагольной конструкцией типа 去商店买东西. Наречие一起. Общий вопрос с утвердительно-отрицательной формой сказуемого.

П и с ь м о: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

6. Обсуждение товара перед покупкой, день рождения друга, выбор подарка, беседа о пр е д п о ч т е н и я х .

Р а з г о в о р о выборе цвета одежды, о предпочтениях, обсуждение купленного товара, преимуществ и недостатков. Подготовка подарка на день рождения друга, обсуждение разных вариантов подарков, предпочтений другого человека.

А к т у а л и з а ц и я полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматичес к и х 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 пиньин ь , 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, с о б л ю д а я лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рас с к а з ы в а т ь , рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/ увиденное; беседовать о товаре перед покупкой, обсуждать товары, их преимущества и недост а т к и , выражать свое мнение о свойствах и характеристиках товаров; обсуждать выбор подарка для друга, советовать, аргументировать, помогать с выбором.

П р о и з н о с и т е л ь н а я сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и р а з л и ч е н и е на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Л е к с и ч е с к а я сторона речи: устойчивые выражения , фразы вежливости, названия оттенков, цвет, свойства предметов, выражение «слегка...» (有一点儿...), лексика, относящаяся ко дню рождения

Г р а м м а т и ч е с к а я   с т о р о н а   р е ч и :   о с н о в н ы е   к о м м у н и к а т и в н ы е   т и п ы   п р е д л о ж е н и й   ( п о в е с т в о в а т е л ь н ы е   ( у т в е р д и т е л ь н ы е / о т р и ц а т е л ь н ы е ),   в о п р о с и т е л ь н ы е   ( о б щ и й   и   с п е ц и а л ь н ы й   в о п р о с ),   п о б у д и т е л ь н ы е ,   в о с к л и ц а т е л ь н ы е )   и   с х е м ы   и х   п о с т р о е н и я .   О п р е д е л и т е л ь н ы й   о б о р о т   с   ч а с т и ц е й   的 ,   н а р е ч и е   有 一 点 儿 ...   и   н а р е ч и е   挺 ,   а л ь т е р н а т и в н ы й   в о п р о с   с   с о ю з о м   还 是 ,   о п р е д е л е н и е   с   « п р и с т а в к о й »   可 ( 可 送 的 ,   可 看 的 ,   可 去 的 )

П и с ь м о :   о в л а д е н и е   г р а ф е м а м и   и   и е р о г л и ф а м и   в   с о о т в е т с т в и и   с   о с в а и в а е м ы м   л е к с и к о - г р а м м а т и ч е с к и м   м а т е р и а л о м ,   н а п и с а н и е   с о о б щ е н и й   и л и   п и с ь м е н н ы х   в ы с к а з ы в а н и й   в   с о о т в е т с т в и и   с   к о м м у н и к а т и в н о й   з а д а ч е й .

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Китайский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения китайского языка в МФТИ заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А2 для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

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

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ведения межкультурного диалога с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;
- 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 Китая;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Китая;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику китайской и родной культур.

#### **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 фонетической, лексико-грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и китайского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет-ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне,

- различными межкультурно-коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуру для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- 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. Планы на выходные, приглашение гостей, обсуждение традиций приема гостей в Китае.

Обсуждение привычного времяпрепровождения в выходные, прием гостей, фразы вежливости при приеме гостей, обсуждение особенностей времяпрепровождения в гостях в Китае.

Знакомство с лексикой по теме: уикенд, виды деятельности, угощения, как добрались, отмечать праздники и т. п. Фразы настроения.

Коммуникативные задачи: описывать свое настроение и предпочтения, научиться поддерживать вежливую беседу в гостях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «выходные», «в гостях».

Грамматика: наречия степени 太, 真, 有一点, 一点儿, 不太, 最,, предложная конструкция с предлогом 在, альтернативный вопрос с союзом 还是, модальные глаголы 会, 得; риторический вопрос 不是... 吗 · высказывания с условием «если и ..., то...».

2. Привычки, адаптация к новым условиям.

Обсуждение своих привычек, привычек собеседника, привыкание к новым условиям в незнакомой стране.

Коммуникативные задачи: научиться вести личные беседы, давать советы, интересоваться ситуацией собеседника в новых условиях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме (привык, адаптировался, возраст, здоровый образ жизни).

Грамматика: наречия 就, 才, наречие 还, наречие 大概. Вопрос 多大年纪?

### 3. Здоровье, заболевание, визит к больному, лекарства и лечение.

Р а з г о в о р о заболеваниях, лекарствах, способах лечения, больничных.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться говорить о самочувствии, болезни, говорить с врачом о своих жалобах, понимать диагноз и способы лечения, уметь отпроситься у учителя по болезни.

П и с ь м о: и е р о г л и ф и к а, соответствующая теме «здоровье, болезнь, лечение».

Г р а м м а т и к а: частица 了, суффикс 了, модальный глагол 能, выражения 好像, 最好....

### 4. Планы на ближайшее и отдаленное будущее, внезапная смена планов.

О б с у ж д е н и е продолжительности какого-то периода в жизни в прошлом, настоящем и будущем, обсуждение планов на будущее — отдаленное и ближайшее

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться говорить о длительности действия в настоящем, прошедшем и будущем, обсуждать планы, мечты, намерения, научиться составлять с о в м е с т н ы е планы на выходные.

П и с ь м о: иероглифика, соответствующая теме «планы на будущее», «встреча», «продолжительность времени».

Г р а м м а т и к а: грамматика длительности действия, специальный вопрос к дополнению длительности.

### 5. Хобби, спорт, активный отдых.

О б с у ж д е н и е любимых видов деятельности, вариантов времяпрепровождения, занятий спортом.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться описывать свое хобби, обсуждать занятия спортом, физические нагрузки, свои предпочтения и самочувствие после активного времяпрепровождения.

П и с ь м о: иероглифика, соответствующая теме («хобби», «спорт» и пр.).

Г р а м м а т и к а: различение модальных глаголов 会, 可以, 能, 得, 想, 要..

### 6. Подготовка к экзаменам, планы на каникулы.

О б с у ж д е н и е своей готовности к экзамену, волнение, уровень знаний. В ы р а ж е н и е скорого наступления какого-то события.

Коммуникативные задачи: научиться говорить о наступающих событиях, обсуждать подготовку к предстоящим мероприятиям.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («экзамен», «каникулы» и пр.).

Грамматика: конструкции 快要...了, 就要...了; наречия 只好, 可能, наречия 再, 又.

#### 7. Планирование путешествий по Китаю, интересные места для посещения в Китае.

Обсуждение интересных мест для поездки по Китаю, разговор о планах на каникулы. Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: научиться обсуждать путешествия, интересные места, свои размышления о предстоящих событиях.

Письмо: иероглифика, соответствующая темам «путешествия», «каникулы» и пр.

Грамматика: прилагательное + 极了, глагольные счетные слова 一趟, 一次, 一遍.

#### 8. Обсуждение сложностей в учебе, результатов экзаменов.

Коммуникативные задачи: научиться рассказывать по-китайски о сложностях при подготовке к чему-либо, о своих переживаниях, своем состоянии, научиться строить вопросы и предложения о результатах какого-либо дела.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («экзамен», «задания», «подготовка» и т.д.).

Грамматика: дополнение результата, частица 得.

#### 9. Способы путешествовать по Китаю, виды транспорта, категории билетов.

Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов: купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без места.

Коммуникативные задачи: научиться беседовать о предстоящей поездке, знакомство с особенностями китайских поездов, научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет и др.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («поезд», «билет» и т.д.)

Грамматика: результативная морфема 完, 好, 到, 见 · 干净.

#### 10. Вечер встреч, подготовка к вечеринке.

Обсуждение подготовки к вечеру встреч, приготовления, подготовка выступления.

Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: научиться обсуждать предстоящее мероприятие, подготовку к нему, знакомство с традициями проведения вечеринок в кругу коллег из разных стран.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («встреча», «вечеринка», «готовиться» и пр.)

Грамматика: обобщение пройденной грамматики.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах

### 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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Магнитная гидродинамика**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение методов теоретических исследований течений электропроводной жидкости в магнитном поле и применения этих методов для решения фундаментальных и прикладных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- объединение уравнений электродинамики и гидродинамики в замкнутую систему уравнений электромагнитной гидродинамики;
- формулировка магнитогидродинамического приближения, рассмотрение свойств уравнений магнитной гидродинамики и определение критериев подобия;
- рассмотрение фундаментальных проблем магнитной гидродинамики - поверхностей разрыва, волновых процессов и устойчивости равновесных конфигураций;
- решение прикладных задач: о течениях в магнитогидродинамических каналах, пограничных слоях и краевых электродинамических эффектах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов электродинамики и гидродинамики;
- современные проблемы теплофизики, энергетики, физики земли, математики;
- основы термодинамики, молекулярной физики, физики плазмы, газовой динамики,
- методы решения задач математической физики,
- прикладные проблемы энергетики, авиационно-космических технологий.

##### **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;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.

**владеть:**

- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Вторичные течения

Вторичные течения, механизм генерации вторичных течений токами Холла. Численное моделирование вторичных течений. Магнитоаэротермическая неустойчивость.

2. Задача Гартмана

Постановка задачи Гартмана. Распределение скорости, эффект Гартмана, гидравлическое сопротивление. Распределение давления, пинч-эффект. Распределения плотности тока и магнитного поля, эффект конвекции магнитного поля.

3. Квазиодномерное приближение

Уравнения сохранения массы, импульса и энергии среды. Электродинамические уравнения, осреднение гидродинамических параметров потока. Электродинамические параметры канонического потока, осреднение закона Ома, МГД-ускоритель и МГД-генератор.

4. Концевые электродинамические эффекты

Концевые электродинамические эффекты в МГД-каналах. Влияние распределения магнитного поля на концевые эффекты. Эффект Холла в канале с секционированными электродами.

5. Магнитогидродинамические волны

Невозмущенное состояние и линеаризация уравнений. Альфвеновские волны. Магнитозвуковые волны. Векторные диаграммы магнитогидродинамических волн. Диссипативное затухание альфвеновских волн.

6. Магнитостатика

Равновесие проводящей жидкости в магнитном поле. Условие равновесия ограниченного объема. Равновесные цилиндрические конфигурации, z-пинч и тета-пинч.

#### 7. Неустойчивость скинированного z-пинча

Задача устойчивости скинированного z-пинча. Постановка задачи и линеаризация уравнений. Дисперсионное уравнение. Перестановочная и винтовая моды неустойчивости, способы их подавления, области существования устойчивых конфигураций.

#### 8. Обращение воздействий в магнитной гидродинамике

Уравнения обращения воздействий. Анализ МГД-воздействий на течение в канале постоянного сечения. Генераторный, ускорительный и тормозной режимы течения, эффекты механического и теплового воздействий.  $M$ ,  $u$  – диаграмма, свойства и предельные режимы течения в МГД-устройствах.

#### 9. Поверхности разрыва

Соотношения на поверхностях разрыва. Классификация поверхностей разрыва. Прямой скачок в идеально проводящей среде, отношение плотностей и допустимые начальные скорости. Ударная адиабата для совершенного газа.

#### 10. Течение у стенок каналов

Пограничный слой на стенках каналов. Уравнения сохранения и электродинамические соотношения. Граничные условия и сопряжение с уравнениями ядра потока. Особенности течений на электродных и изоляционных стенках.

#### 11. Уравнения магнитной гидродинамики

Интегральные и дифференциальные уравнения сохранения массы, импульса и энергии вещества. Условия на поверхности разрыва. Магнитогидродинамическое приближение, физические ограничения и оценка главных членов в уравнениях Максвелла. Уравнение индукции, замороженность и диффузия магнитного поля. Критерии подобия магнитной гидродинамики.

#### 12. Уравнения электродинамики

Уравнения Максвелла. Нерелятивистское приближение, преобразование Лоренца. Закон Ома. Электродинамические условия на поверхностях разрыва. Уравнения сохранения электрического заряда, импульса и энергии электромагнитного поля. Пондеромоторная сила, тензор плотности потока импульса, плотность потока энергии, плотность работы поля над веществом.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Математическая статистика

#### Цель дисциплины:

изучение математических и теоретических основ современного статистического анализа, а также подготовка слушателей к дальнейшей самостоятельной работе в области анализа статистических задач прикладной математики, физики и экономики.

#### Задачи дисциплины:

- изучение математических основ математической статистики;
- приобретение слушателями теоретических знаний в области современного статистического анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия математической статистики;
- основные подходы к сравнению оценок параметров неизвестного распределения;
- асимптотические и неасимптотические свойства оценок параметров неизвестного распределения;
- основные методы построения оценок с хорошими асимптотическими свойствами: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод выборочных квантилей;
- понятие эффективных оценок и неравенство информации Рао-Крамера;
- определение и главные свойства условного математического ожидания случайной величины относительно сигма-алгебры или другой случайной величины;
- определение общей линейной регрессионной модели и метод наименьших квадратов;
- многомерное нормальное распределение и его основные свойства;
- базовые понятия теории проверки статистических гипотез;
- лемму Неймана – Пирсона и теорему о монотонном отношении правдоподобия;
- критерий хи-квадрат Пирсона для проверки простых гипотез в схеме Бернулли.

**уметь:**

- обосновывать асимптотические свойства оценок с помощью применения предельных теорем теории вероятностей;
- строить оценки с хорошими асимптотическими свойствами для параметров неизвестного распределения по заданной выборке из него;
- находить байесовские оценки по заданному априорному распределению;
- вычислять условные математические ожидания с помощью условных распределений;
- находить оптимальные оценки с помощью полных достаточных статистик;
- строить точные и асимптотические доверительные интервалы и области для параметров неизвестного распределения;
- находить оптимальные оценки и доверительные области в гауссовской линейной модели;
- строить равномерно наиболее мощные критерии в случае параметрического семейства с монотонным отношением правдоподобия;
- строить F-критерий для проверки линейных гипотез в линейной гауссовской модели.

**владеть:**

- основными методами математической статистики построения точечных и доверительных оценок: методом моментов, выборочных квантилей, максимального правдоподобия, методом наименьших квадратов, методом центральной статистики.
- навыками асимптотического анализа статистических критериев;
- навыками применения теорем математической статистики в прикладных задачах физики и экономики.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вероятностно-статистическая модель.

Примеры несмещенных и состоятельных оценок (моменты, дисперсия); смещенных, но состоятельных оценок; несостоятельных, но несмещенных оценок. Оценки функций от параметров. Пример ситуации, в которой не существует несмещенной оценки некоторой функции от параметра.

## 2. Основная задача математической статистики.

Байесовская и минимаксная стратегии. Минимаксность байесовской стратегии с постоянным риском.

## 3. Различные виды сходимостей случайных векторов.

Теоремы об асимптотической нормальности выборочного среднего и медианы в модели симметричного распределения с неизвестным параметром сдвига.

#### 4. Статистики и оценки.

Напоминание правила трех сигм и пояснения в терминах этого правила. Пример со «смешанным» нормальным распределением (медиана vs. выборочное среднее).

#### 5. Эмпирическое распределение и эмпирическая функция распределения.

Оценки максимального правдоподобия (о.м.п.) и их свойства (состоятельность, асимптотическая нормальность и эффективность). О.м.п. для параметра сдвига в распределении Лапласа как пример асимптотически нормальной о.м.п. в нерегулярной модели.

#### 6. F-критерий для проверки линейных гипотез в гауссовской линейной модели.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Машинное обучение в моделировании материалов**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление обучающихся с основными способами применения алгоритмов машинного обучения в задачах моделирования материалов вообще, и задачах имитационного атомистического моделирования в частности.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование понимания о представлении данных о материалах для их обработки алгоритмами машинного обучения и получение практических навыков в применении алгоритмов машинного обучения для предсказания свойств материалов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы построения моделей машинного обучения для предсказания свойств материалов и их отличия от классических моделей;
- задачи, к которым применимы методы машинного обучения;
- принципы применения алгоритмов машинного обучения к таким задачам и оценки их качества.

##### **уметь:**

- представлять данные о материале в виде, пригодном для применения алгоритмов машинного обучения;
- применять алгоритмы машинного обучения для предсказания свойств материалов.

##### **владеть:**

- практическими навыками использования алгоритмов машинного обучения для предсказания свойств материалов;
- практическими навыками проведения имитационного моделирования с помощью моделей машинного обучения.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение

Введение в машинное обучение. Признаки и метки (features and labels). Обучение с учителем, задача регрессии. Линейная регрессия, ядерная регрессия, нейросети. Обучающая выборка. Функция потерь. Валидационная выборка. Погрешности обучения и валидации. Оценка неопределенности предсказаний величин. Байесовский подход и гауссовские процессы.

Основы физики твердого тела. Преобразования Фурье и Блоха. Решетка Браве.

Основы атомистического моделирования. Атомистические системы. Модели межатомного взаимодействия. Статистический ансамбль. Термостат. Молекулярная динамика. Эквилибрирование структуры. Метод Монте-Карло. Расчет термодинамических свойств.

### 2. Модели типа "состав-свойство"

Примеры моделей типа состав-свойство. Представление данных. Решение типичной задачи.

### 3. Модели типа "структура-свойство"

Примеры моделей типа состав-свойство. Представление данных. Решение типичной задачи.

### 4. Свойства упругодеформированных материалов

Тензор деформации, деформация кристаллической решетки, упругая и неупругая деформация. Полносвязные и сверточные нейронные сети. Задача классификации. Предсказание электронных свойств деформированного материала.

### 5. Машинно-обучаемые межатомные потенциалы

(Полу-)эмпирические потенциалы межатомного взаимодействия. Локальные и нелокальные межатомные потенциалы. Атомное окружение. Реактивные и неактивные межатомные потенциалы. Машинно-обучаемые межатомные потенциалы, их основные виды. Moment Tensor Potentials (MTP-потенциалы). Пассивное обучение. Расчет констант упругости с помощью MTP-потенциалов и оценка неопределенности их предсказания.

### 6. Активное обучение межатомных потенциалов

Отличие пассивного и активного обучения. Стратегия отбора конфигураций по ансамблю потенциалов. Критерий D-оптимальности. Алгоритм MaxVol (нахождение подматрицы максимального объема). Активное множество. Интерполяция и экстраполяция. Оценка степени экстраполяции конфигурации. Пример активного обучения MTP-потенциала в ходе молекулярно-динамического моделирования.

### 7. «Решеточные» межатомные потенциалы

Модели межатомного взаимодействия «на решётке». Метод кластерного разложения. Малоранговые потенциалы «на решётке», Low-rank potentials (LRP-потенциалы). Разложение в «тензорной поезд». Кэширование данных потенциала. Исследование стабильности многокомпонентных сплавов методом канонического Монте-Карло на основе LRP.

## 8. Предсказание погрешности квантово-механических вычислений

Данные квантово-механических расчетов как Гауссовские процессы. Значение и неопределенность предсказания энергии как функции параметра решетки. Дифференцирование гауссовского процесса и производные свойства в равновесном состоянии.

## 9. Алгоритмы машинного обучения для построения фазовых диаграмм

Построение фазовых диаграмм по функциям свободной энергии фаз. Представление свободной энергии как Гауссовского процесса. Значение и неопределенность предсказания свободной энергии как функции термодинамических переменных. Значение и неопределенность элементов фазовой диаграммы таких как тройная точка, критическая точка, кривые и области сосуществования.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Методы моделирования в молекулярной физике: практикум**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными методами и алгоритмами компьютерного моделирования в молекулярной физике, а также обучение студентов приемам компьютерного эксперимента для исследования свойств веществ.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся представления о возможностях, области применения и задачах, решаемых методом компьютерного моделирования в молекулярной физике;

- приобретение обучающимися знаний об алгоритмах, применяемых в молекулярном моделировании;

- приобретение обучающимися практических навыков по работе с современными пакетами программ, реализующими методы молекулярной динамики и Монте-Карло;

- приобретение обучающимися навыков статистической обработки результатов молекулярного моделирования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- статистические основы молекулярного моделирования;

- порядки физических величин, характерные для атомной и молекулярной физики, физики твердого тела;

- основные алгоритмы, применяемые в молекулярном моделировании;

- основные подходы, используемые при расчетах свойств материалов методами молекулярного моделирования.

##### **уметь:**

- проводить расчеты равновесных свойств веществ методами Монте-Карло и молекулярной динамики;

- оценивать статистическую достоверность результатов компьютерного молекулярного моделирования;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками обработки результатов численного эксперимента.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные идеи классического атомистического моделирования.

Методы классической молекулярной динамики и Монте-Карло. Виды межатомных взаимодействий. Численные методы расчета короткодействующих и дальнедействующих сил. Молекулярные модели различных классов веществ: благородные газы, молекулярные газы, металлы, ионные кристаллы, биомолекулы. Молекулярные модели воды.

2. Метод молекулярной динамики.

Численные схемы интегрирования уравнений движения: Эйлера, Верле, rRESPA. Теорема Лиувилля. Периодические граничные условия. Неустойчивость динамических траекторий. Обратимость траекторий. Сохранение энергии. Вычисление термодинамических параметров в методе молекулярной динамики. Структура кода молекулярно-динамического пакета на примере LAMMPS.

3. Метод Монте-Карло.

Эргодическая гипотеза. Каноническое распределение. Принцип детального равновесия. Алгоритм Метрополиса. Вычисление термодинамических потенциалов и статистической суммы методом Монте-Карло. Алгоритм Метрополиса для NPT ансамбля.

4. Молекулярная динамика при постоянной температуре.

Распределения Максвелла и Гиббса. Термостатирование методом расширенного лагранжиана: термостат Нозе-Гувера. Термостаты Берендсена, Андерсена, Ланжевена.

5. Фазовые переходы.

Термодинамика фазового равновесия. Химический потенциал. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Исследование фазовых диаграмм в молекулярной динамике: двухфазное моделирование. Исследование фазовых диаграмм в методе Монте-Карло: ансамбль Гиббса. Алгоритм Метрополиса для большого канонического ансамбля.

6. Релаксационные процессы.

Вычисление коэффициентов переноса в атомистическом моделировании: формулы Грина-Кубо и Эйнштейна-Гельфанда. Метастабильные фазовые состояния. Нуклеация. Конформационные переходы. Методы расчета частоты редких событий.

#### 7. Оптимизационные методы.

Алгоритмы оптимизации энергии структур: метод градиентного спуска, метод сопряженных градиентов, алгоритм имитации отжига. Метод упругой ленты для нахождения седловых точек.

#### 8. Атомистическое моделирование систем во внешних полях.

Динамика движения частиц во внешнем электромагнитном поле. Поля внешних напряжений в молекулярной динамике.

#### 9. Расширение методов атомистического моделирования.

Динамика движения мезоскопических частиц. Гранулярные потенциалы. Периодическая динамика. Основы квантового атомистического моделирования. Метод функционала электронной плотности. Теоремы Хоэнберга-Кона. Вычисление межатомных сил на основе квантовомеханических расчетов: приближение Борна-Оппенгеймера, теорема Хелмана-Фейнмана.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Методы молекулярного моделирования в электрохимии**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных явлений и процессов в электролитах и на границе фаз электрод/электролит, принципов работы электрохимических источников тока, методов и подходом атомистического моделирования электрохимических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- Введение основных понятий, явлений и процессов, изучаемых в электрохимии.
- Ознакомление с физическими принципами преобразования энергии в химических источниках тока и существующими ограничениями.
- Изучение теоретических подходов исследования электрохимических систем в рамках различных методов атомистического моделирования.
- Формирование у студентов способности использовать полученные знания для моделирования новых функциональных материалов для электрохимических приложений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные процессы, протекающие на границе фаз электрод/электролит.
- Теорию двойного слоя Гуи-Чапмена и Штерна.
- Теорию электронного переноса Маркуса.
- Методы расчета свободной энергии ионных/молекулярных компонент в растворе и на границе фаз.
- Метод Норскова для расчета профиля свободной энергии многостадийных электрохимических реакций.
- Физические основы преобразования химической энергии в электрическую в различных химических источниках тока.

##### **уметь:**

- Применять различные методы моделирования для анализа термодинамики и кинетики электронного переноса, интеркаляции, многостадийных электрохимических реакций на поверхности катализаторов.

**владеть:**

- навыками работы с литературой по электрохимии и атомистическому моделированию;
- навыками самостоятельной работы на суперкомпьютерах;
- навыками выбора методов молекулярного моделирования электрохимических систем;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Электролиты

Взаимодействие между ионами и растворителем, сольватация. Соотношение Борна для свободной энергии сольватации. Методы расчета свободной энергии сольватации в рамках атомистического моделирования. Влияние сольватации на диффузию ионов по результатам молекулярного моделирования.

2. Межфазная граница углерод-электролит

Межфазная граница электрод/электролит на поверхности идеально поляризуемого электрода. Двойной слой в разбавленных электролитах. Модель Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна. Структура двойного слоя в концентрированных электролитах и ионных жидкостях: результаты молекулярно-динамического моделирования. Электрохимические суперконденсаторы. Влияние пористости на удельные характеристики суперконденсаторов: результаты моделирования и эксперимента. Квантовая емкость на поверхности полупроводников и двумерных материалов. Расчет квантовой емкости на основе данных DFT моделирования.

3. Гетерогенный перенос электрона

Гетерогенный перенос электрона. Адиабатический и неадиабатический перенос. Теория Маркуса. Понятие энергии реорганизации растворителя. Формализм Геришера. Метод расчета профиля свободной энергии реакции внешнесферного электронного переноса в рамках МД моделирования. Методы расчета свободной энергии компонент электролита на границе фаз электрод/электролит (метод зонтичной выборки, метод термодинамического интегрирования). Влияние электронных свойств поверхности на кинетику неадиабатического электронного переноса.

4. Интеркаляция

Принцип работы металл-ионных аккумуляторов. Фазовые переходы при интеркаляции; связь с разрядными характеристиками. Метод расчета напряжения холостого хода металл-ионных аккумуляторов с помощью теории функционала плотности; примеры.

5. Водородный топливный элемент

Водородный топливный элемент. Электрокатализ. Механизмы реакции восстановления кислорода и окисления водорода. Метод Норскова для расчета профиля свободной энергии многостадийных электрокаталитических реакций. Примеры расчетов. Механизмы электрокаталитического действия. Ограничения метода Норскова.

#### 6. Метод Норскова

Метод Норскова для расчета профиля свободной энергии многостадийных электрокаталитических реакций. Примеры расчетов; механизмы электрокаталитического действия. Ограничения метода Норскова.

#### 7. Перспективные химические источники тока

Перспективные химические источники тока. Литий-серные аккумуляторы, литий-воздушные аккумуляторы, пост-литиевые аккумуляторы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Методы программирования в моделировании физических процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с технологиями параллельного программирования для дальнейшего использования при решении ресурсоёмких вычислительных задач математической физики и компьютерного моделирования на многопроцессорных вычислительных системах.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами параллельного программирования;
- приобретение обучающимися практических умений и навыков, необходимых для работы с многопроцессорными вычислительными системами;
- формирование умений и навыков для применения полученных знаний для решения обучающимися ресурсоёмких вычислительных задач на многопроцессорных вычислительных системах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия математического и компьютерного моделирования;
- основы параллелизации на OpenMP и PosixThreads;
- теоретические основы параллельных алгоритмов;
- стохастические свойства динамических систем.

##### **уметь:**

- программировать с использованием технологии MPI;
- применять методы молекулярной динамики;
- оптимизировать и распараллеливать расчет взаимодействия частиц;
- моделировать релаксационные процессы.

**владеть:**

- методами работы в операционной системе Unix;
- методами программирования для Bash.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Введение

Основные понятия математического и компьютерного моделирования.

## 2. Введение в операционную систему Unix

Введение в операционную систему Unix. Программирование для Bash.

## 3. Компиляция и запуск

Компиляция и запуск программ. Вспомогательные программы.

## 4. Основы параллелизации

Основы параллелизации на OpenMP и PosixThreads.

## 5. Введение в основы параллельного программирования

Введение в основы параллельного программирования с использованием технологии MPI.

## 6. Основы MPI

Основы MPI. Двухточечные и коллективные обмены.

## 7. Параллельные алгоритмы

Теоретические основы параллельных алгоритмов.

## 8. Параллельные методы умножения матрицы

Параллельные методы умножения матрицы на вектор и на матрицу, решения систем линейных уравнений.

## 9. Основы метода молекулярной динамики

Основы метода молекулярной динамики. Применение в молекулярной физике.

## 10. Моделирование конкретных физических систем

Моделирование конкретных физических систем. Применение в молекулярной и химической физике.

## 11. Оптимизация и распараллеливание

Оптимизация и распараллеливание расчета взаимодействия частиц.

## 12. Стохастические свойства динамических систем

Стохастические свойства динамических систем, моделирование релаксационных процессов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Механика жидкости и газа**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение фундаментальных основ механики сплошных сред (МСС), основанных на феноменологических уравнениях классической механики сплошных сред, а также современных тенденций развития этой теории с целью учета реальных свойств газов и жидкостей, в первую очередь - процессов теплообмена в газах при высоких скоростях движения и особенностей горения в движущихся газах.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний в области физических основ механики сплошных сред;
- изучение способов получения уравнений механики сплошных сред с использованием феноменологического подхода;
- приобретение практических навыков решения типовых задач механики сплошных сред;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области МСС;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения явлений физической и химической механики (газовые разряды, физика ударных волн, релаксационные процессы в физико-химической механике, горение и взрыв).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- методы механики сплошных сред, разработанные на базе феноменологического подхода.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и методы компьютерной физики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современных компьютерах и суперкомпьютерах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Основные понятия феноменологической теории сплошных сред.

Введение основных понятий феноменологической теории механики сплошных сред (МСС). Связь с молекулярно-кинетической теорией МСС. О выводе уравнений МСС из уравнения Больцмана.

2. Идеальная жидкость и ее движение. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера.

Феноменологический вывод уравнения неразрывности. Вывод уравнения Эйлера. Следствия из уравнения Эйлера. Гидростатика. Равновесие массивной (гравитирующей) звезды. Стационарное движение жидкости. Уравнение Бернулли.

3. Поток энергии в жидкости.

Полная и внутренняя энергия. Термодинамическое тождество. Изменение энергии единицы объема за единицу времени. Уравнение Умова. Вектор плотности потока энергии.

#### 4. Поток импульса в жидкости.

Тензор плотности потока импульса. Интегральный закон сохранения компонент импульса по координатным осям (проекций тензора плотности потока импульса).

#### 5. Сохранение циркуляции скорости.

Теорема Томсона. Потенциальное (безвихревое) движение жидкости. Свойства потенциального движения жидкости. I-й интеграл уравнений потенциального движения.

#### 6. Уравнения движения несжимаемой жидкости.

Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Запись системы уравнений движения несжимаемой жидкости в естественных (скорость – давление) и динамических переменных (скорость – вихрь скорости). Уравнение Бернулли для потенциального движения несжимаемой жидкости.

#### 7. Элементы теории упругости. Тензор деформации.

Вектор деформации. Деформация малых участков тела в декартовой системе координат. Симметричность тензора деформации второго рода. Приведение тензора деформации к главным осям. Относительное удлинение. Изменение объема при деформации.

#### 8. Тензор напряжений. Уравнения равновесия деформированного тела.

Сила, действующая на элементарную площадку в теле. Момент сил, действующих на выделенный объем. Симметричность тензора напряжений. Уравнения равновесия деформированного тела.

#### 9. Энергетические характеристики деформации. Закон Гука.

Элементарная работа деформации тела. Работа изменения тензора деформации. Упругие и пластические деформации. Энергетические соотношения изменения тензора деформации. Деформации сдвига и всестороннего сжатия. Закон Гука.

#### 10. Уравнения движения вязкой жидкости.

Феноменологический вывод уравнений Навье-Стокса. Кинематический и динамический коэффициенты вязкости. Использование закона Гука при выводе уравнений Навье-Стокса.

#### 11. Математическое описание механики газовых смесей. Калорическое и термическое уравнения состояния сплошной среды.

Числовые, массовые и мольные концентрации компонент смеси газов. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Молекулярный вес смеси газов. Соотношения между разными типами концентраций. Число молей вещества в единице объема.

#### 12. Уравнения неразрывности для отдельных компонент газовых течений.

Феноменологический вывод уравнения неразрывности для отдельного компонента смеси газов. Вектор плотности потока массы компоненты. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Начальные сведения из химической кинетики. Массовая скорость исчезновения (возникновения) компоненты газового течения.

#### 13. Уравнение сохранения энергии в механике сплошных сред.

Приближение Борна-Оппенгеймера (приближение адиабатичности) о разделении полной внутренней энергии на составляющие: энергию поступательного, вращательного, колебательного и электронной форм движения. Феноменологическая формулировка закона сохранения энергии для полной энергии.

14. Полная система уравнений движения вязкой, теплопроводной, химически реагирующей газовой смеси.

Формулировка полной системы уравнений движения вязкой, теплопроводной, химически реагирующей газовой смеси газов: уравнения неразрывности, система уравнений Навье-Стокса, система уравнений неразрывности для отдельных компонент, система уравнений сохранения полной энергии и уравнения сохранения энергии отдельных видов движения. Краевые условия сформулированной системы уравнений.

15. Особенности движения сжимаемых сред.

Свойство сжимаемости. Роль скорости звука. Нелинейные волны. Приложения газовой динамики.

16. Многокомпонентная химически реагирующая газовая смесь. Уравнения баланса.

Уравнение сохранения компоненты газового течения. Уравнение неразрывности смеси. Уравнение притока тепла. Понятие энтропии. Уравнение производства энтропии.

17. Термическое и калорическое уравнения состояния для сжимаемых сред. Совершенный газ с постоянными теплоемкостями.

Гипотеза о локальном термодинамическом равновесии. Общая связь между энтропией, внутренней энергией, плотностью и концентрациями.. Соотношение Гиббса.

18. Совершенный двухатомный газ с релаксацией колебательной энергии.

Закон (гипотеза) равномерного распределения энергии. Квантовый гармонический осциллятор. Колебательная и вращательная энергия. Полная система уравнений движения невязкого однородного двухатомного газа с колебательной релаксацией.

19. Химически реагирующая смесь идеальных газов.

Классическая теория абсолютных скоростей химических реакций. Идеально диссоциирующий газ.

20. Теория звука. Дисперсия и поглощение звука в релаксирующей среде.

Звук в газе без релаксации. Решение Даламбера. Уравнение распространения малых возмущений. Дисперсионное соотношение. Дисперсия и поглощение.

21. Инварианты Римана. Простая волна. Нестационарные движения совершенного газа.

Характеристики. Инварианты Римана. Изэнтропическое течение. Течение типа простой волны. Задача о поршне. Центрированная волна разряжения. Опрокидывание простой волны сжатия.

22. Теория ударных волн. Адиабата Гюгонио.

Соотношения на сильном разрыве. Контактный разрыв. Ударная волна. Адиабата Гюгонио. Слабые ударные волны. Сильные ударные волны.

23. Ударные волны в газе с релаксацией.

Ударные волны с частичной дисперсией. Структура зоны релаксации. Элементарное решение. Ударные волны с полной дисперсией.

24. Нестационарные течения с ударными волнами. Распад произвольного разрыва.

Задача о поршне, вдвигающемся в газ. Распад произвольного разрыва. Простейшая модель течения в ударной трубе.

25. Задача о сильном взрыве.

Автомодельность. Распределения параметров по радиусу при сферическом сильном взрыве. Решение Седова.

26. Адиабатическое движение совершенного газа.

Общие интегралы движения однородного сжимаемого газа. Интеграл Бернулли. Изменения параметров вдоль линии тока. Параметры торможения. Максимальная скорость. Скорость звука. Число Маха. Основные газодинамические функции.

27. Одномерная теория сопла Лавалья.

Течение в трубке тока. Уравнение обращения воздействия. Переход через скорость звука. Сопло Лавалья. Течение релаксирующего газа. Замороженная скорость звука. Расчетный и нерасчетный режимы течения.

28. Сверхзвуковые течения.

Линии Маха и их свойства. Случаи потенциального течения. Эпициклоиды. Течение газа типа простой волны. Задачи обтекания сверхзвуковым потоком.

29. Стационарные течения газа с ударными волнами, теплопроводной, химически реагирующей газовой смеси газов.

Сверхзвуковое обтекание затупленных тел с отошедшей ударной волной. Принцип независимости от числа Маха. Метод прямых. Метод установления. Формула Ньютона. Формула Рэля. Формула Буземана.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### 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: Молекулярная физика и науки о материалах

### Молекулярная фотоника

#### Цель дисциплины:

- изучение основ фотоники – дисциплины, изучающей оптические и фотофизические свойства и первичные фотохимические процессы в молекулярных, супрамолекулярных и наноразмерных системах.

#### Задачи дисциплины:

- получение студентами знаний в области фотофизики молекул, супрамолекулярных систем и наноразмерных частиц;
- получение студентами знаний в области фотохимии молекул, супрамолекулярных систем и наноразмерных частиц;
- овладение терминологией, описывающей фотофизические процессы и фотохимические реакции;
- приобретение знаний и навыков работы на лабораторном оборудовании, используемом для изучения основ фотофизических процессов и фотохимических реакций молекул, супрамолекулярных систем и наноразмерных частиц.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- место и роль фотоники в научных исследованиях;
- основные законы фотохимии;
- основы теории поглощения света веществом;
- основные процессы диссипации энергии поглощенного света веществом;
- свойства молекул в возбужденном состоянии;
- основы фотохимической кинетики;
- экспериментальные методы фотохимии и их принципы;
- классификацию фотохимических реакций;
- пути и способы установления механизмов фотохимических реакций;

- специфику фотореакций в конденсированной фазе;
- окислительно-восстановительные фотохимические реакции;
- реакции фотодиссоциации;
- фоторезисты. Фотореакции в полимерах. Получение рельефного изображения;
- реакции фотополимеризации;
- реакции фотоизомеризации;
- процессы фотодеструкции:
- реакции синглетного кислорода;
- пути фотостабилизации окрашенных материалов и полимеров.

**уметь:**

- пользоваться справочной литературой по физике и химии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых физико-химических данных и понятий;
- понять, какие свойства нужно придать системе для проявления определенных фотофизических и фотохимических свойств;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента.

**владеть:**

- химической терминологией и терминологией фотоники;
- методами моделирования фотопроцессов.

**Темы и разделы курса:**

1. Поглощение света. Образование электронно-возбужденных состояний

Волновые и корпускулярные свойства света. Поглощение и пропускание. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Интенсивность поглощенного света. Молекулярные орбитали и их классификация. Спектр поглощения. Образование электронно-возбужденных состояний. Синглетные и триплетные состояния. Энергетическая диаграмма состояний.

2. Процессы потери энергии электронно-возбужденных состояний

Классификация и характеристики излучательных процессов дезактивации электронно-возбужденных состояний. Классификация и характеристики безызлучательных процессов дезактивации электронно-возбужденных состояний. Спинорбитальное взаимодействие и эффект тяжелого атома. Индуктивно-резонансный и обменно-резонансный перенос энергии. Скорость дезактивации электронно-возбужденных состояний. Кинетика тушения электронно-возбужденных состояний. Уравнение Штерна-Фольмера.

3. Кинетика фото-процессов

Квантовый выход фотохимических реакций. Дифференциальный и интегральный квантовый выход. Квантовый выход последовательных и параллельных фотореакций. Скорость фотохимических реакций. Нахождение квантового выхода фотореакций из кинетических данных. Порядок фотохимических реакций.

#### 4. Особенности фотореакций

Законы фотохимии. Свойства молекул, изменяющиеся при возбуждении. Потенциал ионизации и сродство к электрону. Кислотно-основные свойства молекул. Реакционная способность молекул в возбужденном состоянии. Синглетно-возбужденные и триплетные состояния. Влияние среды на направление протекания реакции. Сольватация. Реакция с растворителем.

#### 5. Классификация фотореакций

Адиабатические и диабатические реакции. Одно- и двух-квантовые фотореакции. Фотосенсибилизированные реакции. Механизмы фотосенсибилизации. Цепные фотореакции.

#### 6. Установление механизмов фотохимических реакций. Промежуточные продукты

Конкурентное тушение электронно-возбужденных состояний. Сенсибилизированное заселение триплетных уровней (триплет-триплетный перенос энергии). Зависимость скорости фотореакций от интенсивности света. Свет как реагент. Эксиплексы, эксимеры, ионрадикальные пары.

#### 7. Окислительно-восстановительные фотохимические реакции

Реакции восстановления и окисления. Первичные и вторичные процессы. Движущая сила в окислительно-восстановительных фотореакциях. Условие протекания фотореакции. Скорость реакции фотопереноса электрона. Диффузионная и кинетическая области. Роль среды в реакции фотопереноса электрона. Квантовый выход окислительно-восстановительной фотореакции. Вторичные реакции продуктов фотопереноса электрона.

#### 8. Реакция фотодиссоциации

Прочность химической связи. Энергия диссоциации. Модели фотодиссоциации. Гомолитический и гетеролитический механизмы фотодиссоциации. Роль сольватации. Двухквантовый механизм фотодиссоциации.

#### 9. Реакция фотополимеризации

Несенсибилизированная и сенсибилизированная фотополимеризация. Инициирование фотополимеризации. Реакция зарождения, развития и обрыва цепи. Фотосенсибилизаторы, активаторы.

#### 10. Реакция фотоизомеризации

Цис-транс фотоизомеризация. Фотокаталитическая изомеризация. Синглетно-возбужденные и триплетные состояния в реакции цис-транс изомеризации. Фотосенсибилизированная цис-транс изомеризация. Кинетика цис-транс фотоизомеризации.

#### 11. Фотохромизм

Фотохромные окислительно-восстановительные системы. Реакция фотопереноса электрона с участием красителей. Фотовосстановление тиазиновых красителей. Образование лейкоформы красителя. Роль молекулярного кислорода.

#### 12. Особенности фотореакций димеров

Процесс димеризации и его спектральное проявление. Батохромный и гипсохромный сдвиги в спектрах поглощения. Интеркомбинационный переход в димерах. Сенсibilизированные реакции фотопереноса электрона с участием димеров.

#### 13. Агрегаты как наноразмерные частицы

Спектральное проявление агрегатов. J-агрегаты полиметиновых красителей. Скорость агрегации. Влияние добавок (ионы металлов, белки) на скорость J-агрегации.

#### 14. Экспериментальные методы в фотохимии

Спектрофотометрия, флуоресценция, фосфоресценция, импульсный фотолиз.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Молекулярные основы живых систем**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить студентов с основными принципами строения живой материи, дать общее представление о структуре живой материи, веществах, служащих ее основой, биополимерах, входящих в состав живых организмов и производимых ими, их структуре и функциях.

#### **Задачи дисциплины:**

- заинтересовать студентов работой на стыке физики-химии-биологии, научить их разбираться в литературе, посвященной таким проблемам, дать понимание единства фундаментальных законов в живой и неживой природе, расширить представления о возможности приложения знаний, полученных ими в области физики и химии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы построения и функционирования живой материи.

##### **уметь:**

- применять знания в области химической физики для решения задач, связанных с биологическими системами.

##### **владеть:**

- базовой терминологией современных наук о жизни, способностью работать с литературой на стыке физико-химических и биологических дисциплин.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Молекулярная логика живого, особенности строения живой материи

Молекулярная логика живого, особенности строения живой материи. Многоуровневость организации живой материи. Законы сохранения энергии в биологии.

## 2. Водородные связи. Растворение солей. Шкала рН

Структура воды и льда. Водородные связи. Растворение солей. Амфипатические соединения. Ионизация воды. Шкала рН. Диссоциация и титрование слабых кислот. Буферные растворы. Физиологически важные буферы.

## 3. Хиральность биологических молекул. Аминокислоты

Хиральность биологических молекул. Аминокислоты. Образование пептидной связи. Структура полипептидной цепи. Иерархия структуры белков. Денатурация и мисфолдинг белков.

## 4. Первичная, вторичная, третичная структура белка

Первичная, вторичная, третичная структура белка. Конформация полипептидной цепи, ленточная модель представления структуры белков. Четвертичная структура белка. Супервторичная структура белка. Понятие белкового домена и белковой субъединицы.

## 5. Фибриллярные и глобулярные белки

Фибриллярные и глобулярные белки. Принципы построения белковых волокон (молекулярные канаты). Кератин. Коллаген. Эластин. Фиброин. Гемовое железо. Миоглобин. Гемоглобин. Кривые насыщения и кооперативность в биологических системах. Эффект Бора.

## 6. Ферменты - биологические катализаторы

Ферменты - биологические катализаторы. Классификация ферментов. Модели работы ферментов. Кинетический барьер и скорость ферментативной реакции. Кинетика Михаэлиса-Мэнтен. Аллостерическая регуляция. Конкурентное и неконкурентное (аллостерическое) ингибирование.

## 7. Липиды и структура мембран

Липиды и структура мембран. Жирные кислоты. Запасные, структурные липиды. Фазовые переходы. Самоорганизация. Подвижность липидов. Динамика мембран. Липопротейны. Классификация мембранных белков.

## 8. Углеводы

Углеводы (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>O<sub>n</sub>), сахара. Связи между сахарами. Резервные полисахариды: крахмал, амилопектин, декстраны. Утилизация и синтез резервных полисахаридов.

## 9. Структурные полисахариды

Структурные полисахариды: целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин. Инженерные принципы строения клеточных стенок растений и древесины. Бактериальная целлюлоза. Хитин. Хитозан. Муреиновый каркас. Строение клеточных стенок бактерий.

## 10. Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты. Центральная догма молекулярной биологии о потоке информации в клетке. Полинуклеотиды. Спаривание оснований. Двойная спираль ДНК. Рекликация ДНК *in vitro* (полимеразная цепная реакция).

## 11. Особые структуры ДНК

Особые структуры ДНК. Денатурация ДНК. Суперспирализация ДНК. Репликация ДНК. ДНК в нанотехнологии, ДНК-оригами.

## 12. Структура и функции РНК

Структура и функции РНК. Типы РНК. Вторичная структура РНК. Транскрипция. Созревание РНК. Дополнительные информационные пути. Обратная транскрипция. Теломерные повторы и теломеразы.

## 13. Трансляция (биосинтез белка)

Трансляция (биосинтез белка). Генетический код. Рибосомы прокариот и эукариот. Сборка рибосом. Образование пептидной связи. Локализация процессов транскрипции и трансляции.

## 14. Методы биоинженерии

Методы биоинженерии. Клонирование. Получение генетически модифицированных организмов.

## 15. Внеклеточные биологические системы

Внеклеточные биологические системы. Вирусы, вириды, прионы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Мультифизика в компьютерном моделировании: от теории к практике**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление обучающихся с основными принципами описания систем с несколькими взаимодействующими физическими полями, тепловыми процессами и поверхностными явлениями, формирование умений и навыков, необходимых для проведения расчетов и решения задач мультифизики в технических приложениях

#### **Задачи дисциплины:**

изучение методов построения вычислительных моделей, включающих взаимосвязанное описание нескольких различных физико-химических механизмов, гидродинамики и теплообмена в системах, содержащих вещества в различных фазовых состояниях, выработка навыков построения и использования математических моделей мультифизических систем, овладение методами расчета таких систем

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и основные принципы описания мультифизических систем;
- основные подходы и расчетные методики описания процессов в системах с взаимодействующими неоднородными подсистемами;
- базовые принципы математического моделирования мультифизических систем.

##### **уметь:**

- формулировать цель рассматриваемой проблемы, связанной с расчетом течений в системах, содержащих несколько неоднородных подсистем;
- формулировать физические модели процессов, определяющие уравнения, начальные и граничные условия для систем, содержащих несколько неоднородных подсистем;
- применять аналитические и численные методы расчета для мультифизических систем.

##### **владеть:**

- основными подходами к описанию мультифизических систем для решения поставленной задачи;
- методами аналитического расчета свойств и параметров мультифизических систем;
- базовыми численными методами расчета мультифизических систем.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Введение

Основные принципы описания систем с несколькими взаимодействующими физическими полями, тепловыми процессами и поверхностными явлениями, формирование умений и навыков, необходимых для проведения расчетов и решения задач мультифизики в технических приложениях

### 2. Теплофизические и термодинамические характеристики веществ

Фазовое состояние вещества. Основные характеристики фаз. Линии фазовых переходов в плоскости давление-температура. Тройная точка, критическая точка. Многофазные смеси, отличие от гомогенных смесей и многокомпонентных газов. Фазовый и компонентный состав. Классификация дисперсных смесей. Суспензии, эмульсии, газозвеси, пузырьковые среды. Примеры течений с простой и сложной формой межфазной поверхности

### 3. Сопряженные процессы теплообмена

Задача теплопроводности для двухслойной системы. Точное решение уравнения теплопроводности. Тепловое сопротивление системы. Тепловая задача при наличии плавления. Условия на фронте плавления. Расчет температурного поля при наличии подвижного фронта плавления. Процессы на межфазной границе жидкость-пар. Задача Стефана

### 4. Течение и теплообмен около изолированных частиц

Обтекание сферической частицы потоком жидкости. Критерии подобия, число Рейнольдса. Сила сопротивления, коэффициент сопротивления. Режимы обтекания: ламинарное и турбулентное обтекание, структура течения и законы сопротивления. Ньютоновский режим обтекания. Теплообмен твердой частицы в неподвижной среде. Критерии подобия, числа Пекле и Шмидта. Теплообмен частицы в потоке. Формула Ранца-Маршалла для движущейся частицы. Испарение капли в неподвижной среде. Интенсификация испарения капли в потоке

### 5. Обзор программных пакетов для решения мультифизических задач

Общая характеристика современных программных пакетов и их применимости для решения задач сопряженных задач с взаимодействием различных физических полей. Свободно распространяемые и коммерческие продукты. Достоинства и недостатки. Обзор пакетов ANSYS, COMSOL, Agros2D, OpenFOAM

### 6. Решение сопряженных задач

Плазма в магнитном поле. Эффект Холла. Влияние магнитного поля на проводимость плазмы. Диффузия плазмы поперек магнитного поля. Диффузия магнитного поля в плазме,

скин-эффект. Понятие о МГД-генераторах и плазменных двигателях. Проблема магнитного удержания горячей плазмы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Немецкий язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. способность использовать разные виды чтения и варьировать формат устного общения для поддержания успешного взаимодействия;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать

собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- пользоваться современными мультимедийными для дальнейшего самообразования.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на начальном уровне A1;
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета и культурных особенностей представителей немецкоязычных стран;
- речевыми средствами для общения на общебытовые/академические/деловые темы;
- некоторыми типами частной и деловой корреспонденции в объеме изученных тем;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности.

### **Темы и разделы курса:**

1. Знакомство. Анкетные данные.

Коммуникативные задачи: здороваться, прощаться, понимать формулы вежливости. Представиться, сообщить/запросить анкетные данные: имя, возраст, место рождения, место

проживания, владение иностранными языками, хобби. Называть страны, языки. Произнести по буквам имя, фамилию.

Лексика: приветствие, прощание, формулы вежливости. Города Германии, Австрии, Швейцарии. Анкетные данные: имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия. Оценочные реплики в диалоге.

Грамматика: личные местоимения в номинатив. Спряжение слабых/сильных глаголов в настоящем времени. Глаголы haben, sein. Простое повествовательное предложение. Вопросительные слова и вопросительное предложение. Притяжательный артикль. Местоимение man. Предлоги in, aus.

Фонетика: вводный фонетический курс. Буквы и звуки. Алфавит. Интонация повествовательного и вопросительного предложения.

## 2. Профессия и семья

Коммуникативные задачи: называть некоторые профессии. Называть офисные предметы и предметы повседневного обихода. Вести диалог о профессии (профессия, основной род занятий по профессии). Понимать числительные на слух. Понимать количественную информацию о странах и языках. Называть числительные: номер телефона, номер автомобиля. Описать диаграмму с информацией о языках. Понимать короткий рассказ о членах семьи: степени родства, профессия, увлечения. Рассказать о семье, семейном положении. Вести диалог-знакомство.

Лексика: профессия и род занятий по профессии. Предметы повседневного обихода и на рабочем месте. Числительные. Семья. Степени родства, семейное положение.

Грамматика: словообразование (суффикс -in). Спряжение глаголов в настоящем времени (entwickeln, lesen, haben). Грамматический род существительных. Определенный, неопределенный, отрицательный, притяжательный артикль. Количественные числительные. Множественное число существительных.

Фонетика: ударение в словах. Дифтонг ei. Долгий звук ie.

## 3. Город. Гостиница.

Коммуникативные задачи: называть некоторые деловые цели поездки в другой город. Понимать диалог с официантом в кафе. Заказать еду и напитки, оплатить еду в кафе. Задать вопрос о стоимости. Понимать/вести диалог при встрече с давним знакомым в городе, рассказать о себе, о профессии и профессиональных обязанностях. Задавать вопросы о посещении городов – давать положительный/отрицательный ответ. Назвать города, которые посетили, и дать им оценку. Заполнение формы с персональными данными. Понимать диалог у стойки регистрации в отеле. Понимать страноведческий текст с описанием города. Вести диалог у стойки регистрации: забронировать номер, заполнить анкету. Написать письмо другу с описанием своих действий в чужом городе. Письменный запрос информации в туристическом бюро.

Лексика: город, гостиница. В кафе: еда и напитки, заказ блюд и оплата. Вежливая просьба. Важные места, здания, действия в городе. Формальное/неформальное обращение и прощание в письмах.

Грамматика: аккузатив существительных. Глагол *möchte*. Место сказуемого в предложении с модальным глаголом. Глагол *sein* в презенсе и претерите. оборот *es gibt*. Обстоятельства места и времени (*heute/morgen, jetzt/gleich/danach*).

Фонетика: произношение умлаута *ü*.

#### 4. Распорядок дня. Повседневные дела на работе.

Коммуникативные задачи: понимать на слух, называть время по часам, длительность. Вести мини-диалоги о повседневных делах и наличии времени в определенный день недели. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени и длительности события. Согласовать время встречи с друзьями. Понимать короткий текст о распорядке дня. Формулировать вопросы/ответы о распорядке дня. Понимать основные речевые обороты в разговоре по телефону. Запросить, дать информацию. Согласовать по телефону деловую встречу. Найти конкретную информацию в объявлениях.

Лексика: время по часам, длительность. Дни недели и время суток. Распорядок дня. Повседневные дела. Речевые обороты в телефонных переговорах.

Грамматика: вопросительные слова к обстоятельствам времени. Временные предлоги. Сильный глагол *fahren*. Обратный порядок слов в предложении. Модальный глагол *können*. Глагольные приставки.

Фонетика: звуки *ich* и *ach*. Ударение в глаголах с приставками.

#### 5. Еда и питье

Коммуникативные задачи: понимать текст о любимых напитках и блюдах в немецкоязычных странах. Назвать традиционные национальные блюда на завтрак, обед, ужин. Задавать, отвечать на вопросы на тему еды. Понимать текст о ресторанах. Понимать/вести диалог в ресторане. Заказать еду в ресторане. Задать, ответить на вопросы о качестве, вкусе еды. Формулировать просьбы, реагировать на просьбы на тему еды. Запросить, дать информацию о еде. Оплатить еду в ресторане. Понимать текст о традиционных немецких лакомствах. Заказать столик в ресторане.

Лексика: еда и напитки. Здоровое питание. Предпочтения в еде. Традиционные национальные блюда. Посуда, столовые приборы, кухонная утварь. Речевые средства: просьба, согласие, отказ.

Грамматика: глаголы *mögen, essen*. Род сложных существительных. Вежливая просьба (*ich hätte gern...*). Отрицание *kein/nicht*, место отрицания в предложении. Предлог *ohne*. Сильное склонение прилагательных в *Nominativ/Akkusativ*.

Фонетика: ударение в сложных словах. Звук *R* в начале/конце слова.

#### 6. Вчера и сегодня. Университет, образование.

Коммуникативные задачи: понимать на слух беседу в офисе о прошедших событиях. Понимать текст о распорядке дня, событиях в прошедшем времени. Задавать вопросы, давать ответы о действиях в прошлом, о причине действий. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени совершения действия в прошедшем времени, о действиях в прошлом. Написать письмо с описанием событий на прошлой неделе. Понимать общее содержание текста об учебе в университете на слух. Детально понимать содержание письменного текста об университетах и образовании. Понимать конкретную информацию в объявлениях. Называть подразделения и службы университета. Рассказать об учебе в университете.

Лексика: повседневные занятия и распорядок дня в прошедшем времени. Светская беседа. Университеты и институты. Подразделения и службы университета. Образование.

Грамматика: образование перфекта. Претерит глаголов haben, sein. Образование партиципа II. Сочинительные союзы (und), порядок слов в сложносочиненном предложении.

Фонетика: ударение в Partizip II. Сочетание st.

#### 7. В дороге. Погода. Транспортные средства. Отпуск.

Коммуникативные задачи: понимать текст о популярных в Германии транспортных средствах. Вести диалог о транспортных средствах. Понимать короткие сообщения о пользовании транспортными средствами. Понимать объявления на вокзале и в аэропорту. Понимать информацию о временах года и погоде. Вести мини-диалог о пользовании транспортными средствами. Вести дискуссию о транспортных средствах. Понимать на слух диалог об отпуске. Понимать/написать короткое письмо-открытку о впечатлениях от отпуска. Задавать, отвечать на вопросы об отпуске: время поездки, цель путешествия, длительность, времяпрепровождение в отпуске.

Лексика: общественный и личный транспорт. Транспортные средства. Времена года, месяцы. Погода. Отпуск. Времяпрепровождение в отпуске.

Грамматика: датив существительных. Притяжательные местоимения. Временной предлог (in). Обстоятельства места/направления (локальные предлоги). Модальный глагол wollen.

Фонетика: оглушение согласных в конце слова, -ig в конце слова.

#### 8. Покупки. Одежда.

Коммуникативные задачи: называть вещи, необходимые для путешествия. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о вещах (что взять в поездку). Указать причину. Интервью на тему одежды. Понимать текст на тему моды. Обсудить план похода по магазинам. Понимать/вести диалог в магазине. Вести дискуссию о покупках (магазин/интернет). Кратко описать график. Задавать вопросы, отвечать на вопросы на тему покупок.

Лексика: вещи, необходимые для путешествия. Предметы одежды и мода. Цвета. Покупки в магазине и Интернете.

Грамматика: предлог ohne. Сочинительный союз denn. Слабое и смешанное склонение прилагательных. Nominativ/Akkusativ. Модальный глагол müssen.

Фонетика: долгий и краткий звук e.

#### 9. Работа. Проблемы на рабочем месте. Деловые встречи.

Коммуникативные задачи: описать виды деятельности на работе, в офисе. Рассказать о произошедших событиях. Описать проблемы. Понимать телефонный разговор – согласование деловой встречи. Понимать конкретную информацию короткого диалога по телефону. Позвонить в сервисную службу. Понимать текст о пунктуальности. Найти конкретную информацию на визитной карточке. Назвать причину опоздания. Обсудить статистические данные.

Лексика: работа в офисе. Профессия. Технические проблемы в работе. Согласование встреч. Даты. Речевые средства для разговора по телефону. Время и пунктуальность.

Грамматика: перфект. Обстоятельства времени. Порядковые числительные. Личные местоимения в Akkusativ. Временные предлоги (срок – длительность).

Фонетика: звуки f, w. Ударение в словах.

#### 10. Свободное время и здоровье

Коммуникативные задачи: понимать сообщения об организации досуга. Рассказать о проведении свободного времени. Вести беседу на вечеринке. Называть части тела. Договориться о приеме у врача. Вести разговор с врачом. Давать советы на тему здорового образа жизни. Беседовать о тенденциях в проведении свободного времени.

Лексика: организация досуга и современные тенденции в проведении свободного времени. Светская беседа на тему свободного времени. Части тела. Болезни и здоровье. Посещение врача.

Грамматика: глагол sollen. Повелительное наклонение. Сочинительные союзы aber и oder.

Фонетика: произношение безударного звука e.

#### 11. Жилищные условия. Квартира.

Коммуникативные задачи: понимать общую информацию текста на тему жилищных условий. Описать квартиру и обстановку. Назвать преимущества и недостатки разных форм проживания. Понимать жилищные объявления и реагировать на них. Описать дорогу. Побеседовать о работе по хозяйству.

Лексика: жилищные условия. Квартира и мебель. Поиски жилья и жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением. Работы по хозяйству.

Грамматика: глагол превосходная степень прилагательных. Обстоятельства места. Модальный глагол dürfen. Личные местоимения в Dativ.

Фонетика: произношение h. Дифтонги au, eu/äu.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Немецкий язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. способность использовать разные виды чтения и варьировать формат устного общения для поддержания успешного взаимодействия;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

– общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- пользоваться современными мультимедийными средствами.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне A1+ (A2.1);
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета и культурных особенностей представителей немецкоязычных стран;
- речевыми средствами для общения на общебытовые/академические/деловые темы;
- некоторыми типами частной и деловой корреспонденции в объеме изученных тем;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности.

### **Темы и разделы курса:**

### 1. Знакомство, представление. Анкетные данные.

Коммуникативные задачи: здороваться, прощаться, понимать формулы вежливости. Представиться, сообщить, запросить анкетные данные: имя, возраст, место рождения, место проживания, владение иностранными языками, хобби. Называть страны, языки. Произнести по буквам имя, фамилию.

Лексика: приветствие, прощание, формулы вежливости. Города Германии, Австрии, Швейцарии. Анкетные данные: имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия. Оценочные реплики в диалоге.

Грамматика: личные местоимения в номинатив. Спряжение слабых/сильных глаголов в настоящем времени. Глаголы *haben*, *sein*. Простое повествовательное предложение. Вопросительные слова и вопросительное предложение. Притяжательный артикль. Местоимение *man*. Предлоги *in*, *aus*.

Фонетика: вводный фонетический курс. Буквы и звуки. Алфавит. Интонация повествовательного и вопросительного предложения.

### 2. Профессия и семья

Коммуникативные задачи: называть некоторые профессии. Называть офисные предметы и предметы повседневного обихода. Вести диалог о профессии: профессия, основной род занятий по профессии. Понимать числительные на слух. Понимать количественную информацию о странах и языках. Называть числительные: номер телефона, номер автомобиля. Описать диаграмму с информацией о языках. Понимать короткий рассказ о членах семьи: степени родства, профессия, увлечения. Рассказать о семье, семейном положении. Вести диалог-знакомство.

Лексика: профессия и род занятий по профессии. Предметы повседневного обихода и на рабочем месте. Числительные. Семья. Степени родства, семейное положение.

Грамматика: словообразование (суффикс *-in*). Спряжение глаголов в настоящем времени (*entwickeln*, *lesen*, *haben*). Грамматический род существительных. Определенный, неопределенный, отрицательный, притяжательный артикль. Количественные числительные. Множественное число существительных.

### 3. Город. Гостиница.

Коммуникативные задачи: называть некоторые деловые цели поездки в другой город. Понимать диалог с официантом в кафе. Заказать еду и напитки, оплатить еду в кафе. Задать вопрос о стоимости. Понимать/вести диалог при встрече с давним знакомым в городе, рассказать о себе, о профессии и профессиональных обязанностях. Задавать вопросы о посещении городов, давать положительный/отрицательный ответ. Назвать города, которые посетили, и дать им оценку. Заполнение формы с персональными данными. Понимать диалог у стойки регистрации в отеле. Понимать страноведческий текст с описанием города. Вести диалог у стойки регистрации: забронировать номер, заполнить анкету. Написать письмо другу с описанием своих действий в чужом городе. Письменный запрос информации в туристическом бюро.

Лексика: город, гостиница. В кафе: еда и напитки, заказ блюд и оплата. Вежливая просьба. Важные места, здания, действия в городе. Формальное/неформальное обращение и прощание в письмах.

Грамматика: аккузатив существительных. Глагол *möchte*. Место сказуемого в предложении с модальным глаголом. Глагол *sein* в презенсе и претерите. оборот *es gibt*. Обстоятельства места и времени (*heute/morgen, jetzt/gleich/danach*).

#### 4. Распорядок дня. Повседневные дела на работе.

Коммуникативные задачи: понимать на слух, называть время по часам, длительность. Вести мини-диалоги о повседневных делах и наличии времени в определенный день недели. Задавать и отвечать на вопросы о времени и длительности события. Согласовать время встречи с друзьями. Понимать короткий текст о распорядке дня. Формулировать вопросы/ответы о распорядке дня. Понимать основные речевые обороты в разговоре по телефону. Запросить/дать информацию. Согласовать по телефону деловую встречу. Найти конкретную информацию в объявлениях.

Лексика: время по часам, длительность. Дни недели и время суток. Распорядок дня. Повседневные дела. Речевые обороты в телефонных переговорах.

Грамматика: вопросительные слова к обстоятельствам времени. Временные предлоги. Сильный глагол *fahren*. Обратный порядок слов в предложении. Модальный глагол *können*. Глагольные приставки.

#### 5. Еда и питье

Коммуникативные задачи: понимать текст о любимых напитках и блюдах в немецкоязычных странах. Назвать традиционные национальные блюда на завтрак, обед и ужин. Задавать, отвечать на вопросы на тему еды. Понимать текст о ресторанах. Понимать/вести диалог в ресторане. Заказать еду в ресторане. Задать, ответить на вопросы о качестве, вкусе еды. Формулировать просьбы, реагировать на просьбы на тему еды. Запросить, дать информацию о еде. Оплатить еду в ресторане. Понимать текст о традиционных немецких лакомствах. Заказать столик в ресторане.

Лексика: еда и напитки. Здоровое питание. Предпочтения в еде. Традиционные национальные блюда. Посуда, столовые приборы, кухонная утварь. Речевые средства: просьба, согласие, отказ.

Грамматика: глаголы *mögen, essen*. Род сложных существительных. Вежливая просьба (*ich hätte gern...*). Отрицание *kein/nicht*, место отрицания в предложении. Предлог *ohne*. Сильное склонение прилагательных в *Nominativ/Akkusativ*.

#### 6. Университет, учеба, образование

Коммуникативные задачи: понимать на слух беседу в офисе о прошедших событиях. Понимать текст о распорядке дня, событиях в прошедшем времени. Задавать вопросы, давать ответы о действиях в прошлом, о причине действий. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени совершения действия в прошедшем времени, о действиях в прошлом. Написать письмо с описанием событий на прошлой неделе. Понимать общее содержание текста об учебе в университете на слух. Детально понимать содержание письменного текста об университетах и образовании. Понимать конкретную информацию в объявлениях. Называть подразделения и службы университета. Рассказать об учебе в университете.

Лексика: повседневные занятия и распорядок дня в прошедшем времени. Светская беседа. Университеты и институты. Подразделения и службы университета. Образование.

Грамматика: образование перфекта. Претерит глаголов haben, sein. Образование Partizip II. Сочинительные союзы (und), порядок слов в сложносочиненном предложении.

#### 7. В дороге. Погода. Транспортные средства. Отпуск.

Коммуникативные задачи: понимать текст о популярных в Германии транспортных средствах. Вести диалог о транспортных средствах. Понимать короткие сообщения о пользовании транспортными средствами. Понимать объявления на вокзале, в аэропорту. Понимать информацию о временах года и погоде. Вести мини-диалог о пользовании транспортными средствами. Вести дискуссию о транспортных средствах. Понимать на слух диалог об отпуске. Понимать/написать короткое письмо-открытку о впечатлениях от отпуска. Задавать, отвечать на вопросы об отпуске: время поездки, цель путешествия, длительность, времяпрепровождение в отпуске.

Лексика: общественный и личный транспорт. Транспортные средства. Времена года. Месяцы. Погода. Отпуск. Времяпрепровождение в отпуске.

Грамматика: датив существительных. Притяжательные местоимения. Временной предлог (in). Обстоятельства места/направления (локальные предлоги). Модальный глагол wollen.

#### 8. Покупки. Одежда.

Коммуникативные задачи: называть вещи, необходимые для путешествия. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о вещах (что взять в поездку). Указать причину. Интервью на тему одежды. Понимать текст на тему моды. Обсудить план похода по магазинам. Понимать/вести диалог в магазине. Вести дискуссию о покупках (магазин/интернет). Кратко описать график. Задавать вопросы, отвечать на вопросы на тему покупок.

Лексика: вещи, необходимые для путешествия. Предметы одежды и мода. Цвета. Покупки в магазине и Интернете.

Грамматика: предлог ohne. Сочинительный союз denn. Слабое и смешанное склонение прилагательных. Nominativ/Akkusativ. Модальный глагол müssen.

#### 9. Работа. Проблемы на рабочем месте. Деловые встречи.

Коммуникативные задачи: описать виды деятельности на работе, в офисе. Рассказать о произошедших событиях. Описать проблемы. Понимать телефонный разговор – согласование деловой встречи. Понимать конкретную информацию короткого диалога по телефону. Позвонить в сервисную службу. Понимать текст о пунктуальности. Найти конкретную информацию на визитной карточке. Назвать причину опоздания. Обсудить статистические данные.

Лексика: работа в офисе. Профессия. Технические проблемы в работе. Согласование встреч. Даты. Речевые средства для разговора по телефону. Время и пунктуальность.

Грамматика: перфект. Обстоятельства времени. Порядковые числительные. Личные местоимения в Akkusativ. Временные предлоги (срок – длительность).

#### 10. Свободное время и здоровье

Коммуникативные задачи: понимать сообщения об организации досуга. Рассказать о проведении свободного времени. Вести беседу на вечеринке. Называть части тела. Договориться о приеме у врача, вести разговор с врачом. Давать советы на тему здорового образа жизни. Беседовать о тенденциях в проведении свободного времени.

Лексика: организация досуга и современные тенденции в проведении свободного времени. Светская беседа на тему свободного времени. Части тела. Болезни и здоровье. Посещение врача.

Грамматика: глагол *sollen*. Повелительное наклонение. Сочинительные союзы *aber* и *oder*.

11. Жилищные условия. Квартира и мебель. Жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением.

Коммуникативные задачи: понимать общую информацию текста на тему жилищных условий. Описать квартиру и обстановку. Назвать преимущества и недостатки разных форм проживания. Понимать жилищные объявления и реагировать на них. Описать дорогу. Побеседовать о работе по хозяйству.

Лексика: жилищные условия. Квартира и мебель. Поиски жилья и жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением. Работы по хозяйству.

Грамматика: глагол превосходная степень прилагательных. Обстоятельства места. Модальный глагол *dürfen*. Личные местоимения в *Dativ*.

12. Достопримечательности. Музеи. Туристическая информация. Праздники. Поздравления. Приглашения.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общую информацию о достопримечательностях. Детально понимать информацию о достопримечательностях в туристическом каталоге. Дать информацию о времени работы музея, стоимости билетов. Перечислить достопримечательности, которые стоит посетить, и обосновать выбор. Запросить по телефону информацию о музее. Понимать светскую беседу на тему достопримечательностей. Сформулировать поздравление к празднику. Написать приглашение, письменно ответить на приглашение.

Лексика: автобиография, профессии, школа, система образования в Германии.

Грамматика: глагол *werden*, претерит модальных глаголов.

13. Загородные экскурсии: местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Животные.

Коммуникативные задачи: понимать устную информацию о достопримечательностях. Называть виды ландшафтов и архитектурных сооружений. Понимать информацию в туристическом каталоге о местах загородных экскурсий. Понимать устные рассказы о загородных экскурсиях. Поддержать беседу на тему загородной прогулки. Сравнить предлагаемые маршруты. Назвать популярные туристические маршруты в Германии. Сделать презентацию популярной загородной экскурсии в родной стране. Спланировать в диалоге загородную прогулку и рассказать о ней. Запросить/понять информацию об экскурсиях в туристическом бюро. Запросить по телефону информацию о режиме работы, ценах на билеты в зоопарке. Поддержать разговор о животных.

Лексика: загородные экскурсии - местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Информация в туристических каталогах. Животные.

Грамматика: степени сравнения прилагательных (повт.). Превосходная степень прилагательных. Сравнительные обороты. Родительный падеж. Локальные предлоги: местоположение/направление.

14. Здоровое питание. Национальные блюда. Посещение ресторана.

Коммуникативные задачи: понимать диалог в продуктовом магазине. Понимать общее содержание биографического текста на слух. Понимать тексты о национальных привычках в еде. Участвовать в разговоре о продуктах питания. Описать/сравнить в диалоге свою покупательское поведение. Вести диалог в продуктовом магазине, на рынке. Описать действия при приготовлении пищи. Понимать диалог в ресторане. Понимать текст о национальных блюдах. Понимать/написать в письме информацию о ресторане. Заказать еду в ресторане и высказать претензию.

Лексика: продукты питания. Еда в Германии. Покупка продуктов. Повара и приготовление пищи. Национальные блюда. Речевые клише при посещении ресторана.

Грамматика: придаточные дополнит. (dass-Sätze). Слабое и сильное склонение прилагательных. Глаголы в претерите. Модальные глаголы в претерите. Употребление временных форм глаголов.

15. Работа в офисе. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общее содержание текста с описанием деятельности на работе. Понимать телефонный разговор о согласовании встречи. Детально понимать текст с описанием деятельности на работе. Рассказать о планировании рабочего времени. Понимать диалог на тему работы. Понимать по телефону сообщения о проблемах на работе. Согласовать по телефону деловую встречу, дружескую встречу. В деловом письме перенести/отменить встречу. Передать по телефону информацию для третьего лица. Понимать правила делового этикета. Рассказать о правилах делового этикета в своей стране.

Лексика: дата, время. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте. Передача информации третьему лицу.

Грамматика: временные предлоги. Обстоятельства времени. Глаголы с дополнением в аккузатив, датив, аккузатив/датив. Личные местоимения в аккузатив, датив. Косвенный вопрос. Прямые и косвенные вопросы.

16. Распорядок дня. Профессии и профессиональная деятельность. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Коммуникативные задачи: понимать устный/письменный текст о распорядке рабочего дня. Понимать радиоинтервью на тему школы. Детально понимать текст об учебе в школе. Понимать текст о системе школьного образования в Германии. Понимать описание профессиональных обязанностей. Провести интервью об опыте учебы в школе и обобщить результаты. Рассказать о системе образования в своей стране. Описать графическую информацию о популярных профессиях в Германии. Понимать радиоинтервью об учебе в университете Австрии. Понимать резюме. Рассказать о своем образовании. Запросить информацию об учебе в университете.

Лексика: распорядок рабочего дня. Профессии и виды профессиональной деятельности. Воспоминания о школе. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Грамматика: возвратные глаголы. Глаголы с предложным дополнением. Придаточные условные (wenn) (10a, b). Придаточные дополнительные (dass, ob).

17. Семейные торжества. Факторы счастья.

Коммуникативные задачи: понимать текст о факторах счастья. Понимать диалог с продавцом в магазине. Провести небольшой опрос на тему счастья/удачи, рассказать о результатах опроса. Рассказать о семье, родственниках. Расспросить о родственниках. Понимать текст свадебных традициях в Германии. Рассказать о свадебных традициях в России. Называть подарки. Провести опрос на тему покупок/покупательского поведения. Вести диалог с продавцом в магазине. Договориться с друзьями о совместном походе в магазин за подарком.

Лексика: удовлетворенность, факторы счастья. Семья. Степени родства. Семейные торжества, свадьба. Приглашения и пожелания. Подарки. Отделы и товары в магазине.

Грамматика: придаточные дополнительные (повтор.). Придаточные причины (weil). Обстоятельства причины с союзами weil и denn. Неопределенный артикль как замена существительного. Порядок дополнений датив/аккузатив в предложении.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Немецкий язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии и форматы для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать

собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей немецкой культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции немецкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- особенности системы образования в немецкоязычных странах;
- достоинства и недостатки развития мировой экономики;
- различия в области фонетики, лексики, грамматики, стилистики родного и немецкого языков;
- особенности собственного стиля учения.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- предотвращать появление стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- пользоваться современными мультимедийными средствами;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне A2;
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета представителей другой культуры;

- речевыми средствами для общения на общебытовые, академические и общенаучные темы в условиях пользования аутентичными интернет-ресурсами и публикациями на актуальные темы;
- различными типами частной и деловой корреспонденции в режиме онлайн-общения в ходе решения профессиональных задач, соблюдая формат профессионального межкультурного общения;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Знакомство. Профессии и профессиональные обязанности.

Коммуникативные задачи: представиться самому, представить других людей. Описать виды профессиональных обязанностей. Описать и обсудить с другими повседневные дела. Понимать устные сообщения о действиях в прошлом. Рассказать о прошедших событиях. Написать электронное письмо с описанием прошедших событий. Описать графическую информацию о тенденциях в организации досуга в Германии.

Лексика: знакомство. Профессии и профессиональные обязанности. Повседневные дела. Досуг.

Грамматика: модальные глаголы в Präsens (повторение). Перфект (повторение). Временные формы глаголов haben и sein.

#### 2. Загородные экскурсии, туристические маршруты

Коммуникативные задачи: понимать устную информацию о достопримечательностях. Называть виды ландшафтов и архитектурных сооружений. Понимать информацию в туристическом каталоге о местах загородных экскурсий. Понимать устные рассказы о загородных экскурсиях. Поддержать беседу на тему загородной прогулки. Сравнить предлагаемые маршруты. Назвать популярные туристические маршруты в Германии. Сделать презентацию популярной загородной экскурсии в родной стране. Спланировать в диалоге загородную прогулку и рассказать о ней. Запросить/понять информацию об экскурсиях в туристическом бюро. Запросить по телефону информацию о режиме работы, ценах на билеты в зоопарке. Поддержать разговор о животных.

Лексика: загородные экскурсии - местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Информация в туристических каталогах. Животные.

Грамматика: степени сравнения прилагательных (повт.). Превосходная степень прилагательных. Сравнительные обороты. Родительный падеж. Локальные предлоги: местоположение/направление.

### 3. Здоровое питание. Национальные блюда. Посещение ресторана.

Коммуникативные задачи: понимать диалог в продуктовом магазине. Понимать общее содержание биографического текста на слух. Понимать тексты о национальных привычках в еде. Участвовать в разговоре о продуктах питания. Описать/сравнить в диалоге свою покупательское поведение. Вести диалог в продуктовом магазине, на рынке. Описать действия при приготовлении пищи. Понимать диалог в ресторане. Понимать текст о национальных блюдах. Понимать/написать в письме информацию о ресторане. Заказать еду в ресторане и высказать претензию.

Лексика: продукты питания. Еда в Германии. Покупка продуктов. Повара и приготовление пищи. Национальные блюда. Речевые клише при посещении ресторана.

Грамматика: придаточные дополнит. (dass-Sätze). Слабое и сильное склонение прилагательных. Глаголы в претерите. Модальные глаголы в претерите. Употребление временных форм глаголов.

### 4. Работа в офисе. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общее содержание текста с описанием деятельности на работе. Понимать телефонный разговор о согласовании встречи. Детально понимать текст с описанием деятельности на работе. Рассказать о планировании рабочего времени. Понимать диалог на тему работы. Понимать по телефону сообщения о проблемах на работе. Согласовать по телефону деловую встречу, дружескую встречу. В деловом письме перенести/отменить встречу. Передать по телефону информацию для третьего лица. Понимать правила делового этикета. Рассказать о правилах делового этикета в своей стране.

Лексика: дата, время. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте. Передача информации третьему лицу.

Грамматика: временные предлоги. Обстоятельства времени. Глаголы с дополнением в аккузатив, датив, аккузатив/датив. Личные местоимения в аккузатив, датив. Косвенный вопрос. Прямые и косвенные вопросы.

### 5. Распорядок дня. Профессии и профессиональная деятельность. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Коммуникативные задачи: понимать устный/письменный текст о распорядке рабочего дня. Понимать радиointервью на тему школы. Детально понимать текст об учебе в школе. Понимать текст о системе школьного образования в Германии. Понимать описание профессиональных обязанностей. Провести интервью об опыте учебы в школе и обобщить результаты. Рассказать о системе образования в своей стране. Описать графическую информацию о популярных профессиях в Германии. Понимать радиointервью об учебе в университете Австрии. Понимать резюме. Рассказать о своем образовании. Запросить информацию об учебе в университете.

Лексика: распорядок рабочего дня. Профессии и виды профессиональной деятельности. Воспоминания о школе. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Грамматика: возвратные глаголы. Глаголы с предложным дополнением. Придаточные условные (wenn) (10a, b). Придаточные дополнительные (dass, ob).

#### 6. Семейные торжества. Факторы счастья.

Коммуникативные задачи: понимать текст о факторах счастья. Понимать диалог с продавцом в магазине. Провести небольшой опрос на тему счастья/удачи, рассказать о результатах опроса. Рассказать о семье, родственниках. Расспросить о родственниках. Понимать текст свадебных традициях в Германии. Рассказать о свадебных традициях в России. Называть подарки. Провести опрос на тему покупок, покупательского поведения. Вести диалог с продавцом в магазине. Договориться с друзьями о совместном походе в магазин за подарком.

Лексика: удовлетворенность, факторы счастья. Семья. Степени родства. Семейные торжества, свадьба. Приглашения и пожелания. Подарки. Отделы и товары в магазине.

Грамматика: придаточные дополнительные (повтор.). Придаточные причины (weil). Обстоятельства причины с союзами weil и denn. Неопределенный артикль как замена существительного. Порядок дополнений датив/аккузатив в предложении.

#### 7. Изучение иностранных языков. Страны и путешествия.

Коммуникативные задачи: провести интервью на тему изучения иностранных языков. Назвать причины и цели изучения иностранных языков. Понимать текст о полиглоте. Сформулировать советы по изучению иностранных языков. Участвовать в беседе о целях путешествий, занятиях во время отпуска, транспортных средствах.

Лексика: иностранные языки. Изучение иностранных языков. Отпуск и путешествия. Страны. Ландшафты и природа. Транспортные средства.

Грамматика: советы/рекомендации. Склонение прилагательных (повт.). Грамматический род в названиях стран. Предлоги местоположения/направления. Придаточное цели (damit).

#### 8. Средства массовой информации и политика

Коммуникативные задачи: рассказать об использовании средств массовой информации. Описывать одновременные действия. Понимать текст о результатах исследования на тему многозадачности. Участвовать в дискуссии о телевидении, телепрограммах и любимых передачах. В диалоге прийти к совместному решению и обосновать его. Провести интервью на тему актуальных событий и новостей. Понимать на слух новостные сообщения. Описать текущие процессы и события. Знать некоторые факты о немецкой политике. Писать короткие новостные сообщения.

Лексика: использование средств массовой информации. Многозадачность. Телевидение и телепередачи. Актуальные события и новости. Факты о немецкой политике.

Грамматика: пассив презенс. Род существительных. Временные придаточные предложения (wenn). Употребление родительного падежа в официальных текстах.

#### 9. Идеи и продукты. Технические изобретения. Предпринимательство.

Коммуникативные задачи: рассказать об изобретениях и продуктах. Понимать короткие тексты об изобретениях. Провести интервью на тему техники. Понимать разговор с продавцом при покупке технических товаров. Заявить претензию на товар. Участвовать в дискуссии о пользе новых технических приборов. Вести телефонные переговоры. Формулировать вежливую просьбу. Понимать текст значительного объема об истории становления фирмы. Провести презентации компании. Описывать процессы в прошедшем времени. Сформулировать письменные рекомендации.

Лексика: изобретения. Техника и приборы. Разговор с продавцом. Претензии. Телефонные переговоры. Фирмы.

Грамматика: пассив претеритум. Вежливые вопросы и просьбы (конъюнктив II). Временные придаточные предложения с союзами wenn и als.

#### 10. Спорт и здоровый образ жизни

Коммуникативные задачи: вести беседу о спорте и здоровом образе жизни. Понимать тексты о спорте, здоровье и позитивном мышлении. Давать рекомендации. Рассказать о системе здравоохранения в своей стране. Понимать офисные разговоры. Формулировать условия, причины и контраргументы. Вести беседу о радостях и огорчениях. Описать в письме другу свои чувства по поводу прошедших событий.

Лексика: виды спорта. Движение и здоровье. Части тела. Система здравоохранения. Позитивное мышление. Чувства.

Грамматика: вопросительные местоименные наречия. Инфинитив с zu. Уступительные придаточные предложения (obwohl). Модальные частицы.

#### 11. Города Германии, Австрии и Швейцарии. Туризм. Жилищные условия.

Коммуникативные задачи: рассказать о туристических поездках по городам. Провести интервью на тему фотографирования во время путешествий. Понимать текст об исторических городах и передавать содержание текста. Провести презентацию города. Вести дискуссию о туристических маршрутах. Высказывать свое мнение. Вежливо внести предложение. Описать квартиру и сравнить разные предложения. Вести дискуссию о жилищных условиях и окружающей инфраструктуре. Написать письмо друзьям с описанием города и новой квартиры. Формулировать обстоятельства места и направления. Вести беседу о работах по дому и соседях.

Лексика: путешествия по городам. Фотографирование. Исторические города. Жилищные условия и квартира. Работы по дому. Соседи.

Грамматика: неопределенные местоимения. Относительные придаточные. Глаголы, употребляемые с обстоятельствами места и направления. Вежливое высказывание (конъюнктив II).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Немецкий язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии и форматы для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать

собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Тенденции развития экономики и актуальные достижения науки немецкоязычных стран;
- основные факты, достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- особенности системы образования Германии;
- достоинства и недостатки развития мировой экономики;
- основные реалии немецкоязычных стран;
- различия в области фонетики, лексики, грамматики, стилистики родного и немецкого языков;
- особенности собственного стиля учения;
- поведенческие модели носителей языка.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- предотвращать появление стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур;
- пользоваться современными средствами коммуникаций для дальнейшего самообразования.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне B1 (пороговом уровне);
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета представителей другой культуры;

- речевыми средствами для общения на общебытовые, академические и общенаучные темы в условиях пользования аутентичными интернет-ресурсами и публикациями на актуальные темы;
- различными типами деловой корреспонденции в режиме онлайн-общения в ходе решения профессиональных задач, соблюдая формат профессионального межкультурного общения;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Изучение иностранных языков. Путешествия. Природа.**

Коммуникативные задачи: провести интервью на тему изучения иностранных языков. Назвать причины и цели изучения иностранных языков. Понимать текст о полиглоте. Сформулировать советы по изучению иностранных языков. Участвовать в беседе о целях путешествий, занятиях во время отпуска, транспортных средствах.

Лексика: иностранные языки. Изучение иностранных языков. Отпуск и путешествия. Страны. Ландшафты и природа. Транспортные средства.

Грамматика: советы/рекомендации. Склонение прилагательных (повт.). Грамматический род в названиях стран. Предлоги местоположения/направления. Придаточное цели (damit).

#### **2. Средства массовой информации и политика**

Коммуникативные задачи: рассказать об использовании средств массовой информации. Описывать одновременные действия. Понимать текст о результатах исследования на тему многозадачности. Участвовать в дискуссии о телевидении, телепрограммах и любимых передачах. В диалоге прийти к совместному решению и обосновать его. Провести интервью на тему актуальных событий и новостей. Понимать на слух новостные сообщения. Описать текущие процессы и события. Знать некоторые факты о немецкой политике. Писать короткие новостные сообщения.

Лексика: использование средств массовой информации. Многозадачность. Телевидение и телепередачи. Актуальные события и новости. Факты о немецкой политике.

Грамматика: пассив презенс. Род существительных. Временные придаточные предложения (wenn). Употребление родительного падежа в официальных текстах.

#### **3. Идеи и продукты. Технические изобретения. Предпринимательство.**

Коммуникативные задачи: рассказать об изобретениях и продуктах. Понимать короткие тексты об изобретениях. Провести интервью на тему техники. Понимать разговор с продавцом при покупке технических товаров. Заявить претензию на товар. Участвовать в дискуссии о пользе новых технических приборов. Вести телефонные переговоры.

Формулировать вежливую просьбу. Понимать текст значительного объема об истории становления фирмы. Провести презентации компании. Описывать процессы в прошедшем времени. Сформулировать письменные рекомендации.

Лексика: изобретения. Техника и приборы. Разговор с продавцом. Претензии. Телефонные переговоры. Фирмы.

Грамматика: пассив претеритум. Вежливые вопросы и просьбы (конъюнктив II). Временные придаточные предложения с союзами wenn и als.

#### 4. Спорт и активный образ жизни. Система здравоохранения в Германии.

Коммуникативные задачи: вести беседу о спорте и здоровом образе жизни. Понимать тексты о спорте, здоровье и позитивном мышлении. Давать рекомендации. Рассказать о системе здравоохранения в своей стране. Понимать офисные разговоры. Формулировать условия, причины и контраргументы. Вести беседу о радостях и огорчениях. Описать в письме другу свои чувства по поводу прошедших событий.

Лексика: виды спорта. Движение и здоровье. Части тела. Система здравоохранения. Позитивное мышление. Чувства.

Грамматика: вопросительные местоименные наречия. Инфинитив с zu. Уступительные придаточные предложения (obwohl). Модальные частицы.

#### 5. Города Германии, Австрии и Швейцарии. Туризм. Жилищные условия.

Коммуникативные задачи: рассказать о поездках по городам. Провести интервью на тему фотографирования во время путешествий. Понимать текст об исторических городах и передавать содержание текста. Провести презентацию города. Вести дискуссию о туристических маршрутах. Высказывать свое мнение. Вежливо внести предложение. Описать квартиру и сравнить разные предложения. Вести дискуссию о жилищных условиях и окружающей инфраструктуре. Написать письмо друзьям с описанием города и новой квартиры. Формулировать обстоятельства места и направления. Вести беседу о работах по дому и соседях.

Лексика: путешествия по городам. Фотографирование. Исторические города. Жилищные условия и квартира. Работы по дому. Соседи.

Грамматика: неопределенные местоимения. Относительные придаточные. Глаголы, употребляемые с обстоятельствами места и направления. Вежливое высказывание (конъюнктив II).

#### 6. Национальные праздники и фестивали

Коммуникативные задачи: рассказать о семейных праздниках и подарках в своей стране. Передать содержание текста о рождестве. Написать рождественскую открытку. Понимать рассказ о народных гуляниях и музыкальном фестивале. Сделать выбор и обосновать его. Рассказать о народных гуляниях или фестивале. Провести интервью на тему искусства и культуры. В диалоге согласовать время. Сформулировать приглашение.

Лексика: семейные праздники, Рождество. Подарки. Народные гуляния. Музыкальные фестивали. Искусство и культура.

Грамматика: союзные слова deshalb и trotzdem для выражения причинно-следственной связи.

## 7. Профессиональная деятельность. Профессии будущего.

Коммуникативные задачи: рассказать о профессиях. Понимать беседу о профессиях будущего. Сформулировать намерение и прогноз. Рассказать о важных факторах профессиональной деятельности. Описывать профессиональные обязанности. Вести телефонный разговор в профессиональном контексте. Формулировать вежливые вопросы и просьбы. Согласовать деловую встречу и оставить сообщение для третьего лица. Понимать текст, передать содержание текста о правилах деловой корреспонденции. Написать официальное и полуофициальное письмо.

Лексика: профессии и профессиональная деятельность. Важные факторы в профессиональной деятельности. Телефонные переговоры. Деловая корреспонденция.

Грамматика: футур I. Употребление временных форм. Модальные глаголы. Конъюнктив II в вежливом вопросе и просьбе. Временные предлоги.

## 8. Учеба и повышение квалификации

Коммуникативные задачи: вести беседу об учебе/образовании. Давать рекомендации по учебе. Понимать устное сообщение об учебе и передать его содержание. Формулировать причины. Понимать и составлять сложные тексты об учебном процессе. Рассказать о разных видах обучения. Формулировать намерения. Сделать сообщение о повышении квалификации. Выбрать курс из предлагаемого списка и обосновать выбор. Сделать письменный и устный запрос информации. Прочитать и написать резюме.

Лексика: учеба, учебный процесс, формы обучения. Повышение квалификации. Народные университеты. Резюме.

Грамматика: причинно-следственные связи (weil, denn, deswegen, deshalb, darum). Обстоятельства цели (damit, um ... zu). Род существительных.

## 9. Города и окружающая среда

Коммуникативные задачи: ответить на вопросы викторины о немецких городах. Участвовать в беседе о городах. Рассказать (сделать презентацию) о городе. Прочитать большой текст о городе Йена и составить текст о городе. Подробно описывать города и здания. Понимать информацию экскурсовода. Выбрать вид активности и обосновать. Запрашивать и передавать информацию письменно и устно. Написать почтовую карточку. Понимать текст о «зеленых» городах. Составить сообщение для форума в Интернете.

Лексика: города. Городские экскурсии. Музеи. Города и окружающая среда.

Грамматика: придаточные относительные (повтор.) Причастия в качестве определения. Склонение прилагательных после определенного и неопределенного артикля (повтор.). Образование определения от названия города. Предлоги местоположения/направления (повтор.).

## 10. Фитнес. Проблемы со здоровьем. Посещение врача.

Коммуникативные задачи: проанализировать результаты опроса. Понимать тексты о здоровье, полуденном сне и народных средствах, вести дискуссию на эти темы. Сделать презентацию. Составить сообщение для форума. Давать советы и высказывать собственное мнение. Формулировать условия. Называть части тела и болезни.

Лексика: здоровье и фитнес. Полуденный сон. Части тела. Проблемы со здоровьем. Медицинские народные средства.

Грамматика: возвратные глаголы (повт.) и возвратные местоимения. Место возвратного местоимения в предложении. Конъюнктив II (вежливое предложение и высказывание мнения) (повтор.). Условные придаточные (wenn/falls). Условие и следствие (sonst, andernfalls). Предлоги bei, gegen, trotz, zu.

#### 11. Образ жизни. Привычки и обычаи.

Коммуникативные задачи: сообщить письменно и устно о привычках. Понимать текст о привычках среднестатистического немецкого гражданина и передавать его содержание. Формулировать контраргументы. Понимать радиоинтервью о культурных обычаях. Провести интервью на эту тему. Называть национальности. Вести светскую беседу и давать рекомендации. Написать эл. письмо другу.

Лексика: среднестатистический немец. Привычки в повседневной жизни. Культурные обычаи. Национальности. Светская беседа.

Грамматика: образование названий национальностей. Слабое склонение существительных. Инфинитив с zu (повтор.). Уступительные придаточные (obwohl, auch wenn, trotzdem).

#### 12. Продукты и потребление. Деньги. Реклама.

Коммуникативные задачи: вести интервью о потребительском поведении. Описывать и представлять некоторые продукты. Понимать короткие тексты о собственности, рекламе, игре в лотерею. Понимать разговор с продавцом. Сделать устное/письменное сообщение на тему имиджа и рекламы. Составить короткий рекламный текст. Вести интервью на тему денег. Формулировать нереальные условия. Рассказать о желаниях. Прочитать короткий рассказ Франца Холера.

Лексика: собственность. Продукты и их свойства. Потребление. Торговые марки и реклама. Лотерея и деньги. Мечты и желания.

Грамматика: пассив модальных глаголов. Конъюнктив II в настоящем и прошедшем времени (нереальное условие). Степени сравнения прилагательных (повтор.). Сравнения. Пропорциональное сравнение (je ... desto).

#### 13. Путешествия и транспорт

Коммуникативные задачи: рассказать о путешествиях и отпуске. Понимать тексты о путешествиях, окружающей среде и транспорте и передавать их основное содержание. Рассказать об известном открывателе/исследователе. Понимать беседу о проблемах в отпуске. Описать в блоге отрицательные впечатления от отпуска. Понимать дорожные сообщения. Рассказать о проблемах с транспортом (сделать презентацию темы). Выразить последовательность действий в прошедшем времени.

Лексика: путешествия в прошлом и настоящем. Открыватели и искатели приключений. Отпуск и движение. Окружающая среда и транспортные средства.

Грамматика: плюсквамперфект. Временные придаточные предложения (bevor/ehe, nachdem). Парные союзы (sowohl ... als auch, nicht nur ... sondern auch, weder ... noch). Обстоятельства места.

#### 14. Чтение и СМИ. Профессии в области СМИ. Социальные сети. Новости.

Коммуникативные задачи: рассказать о пользовании средствами массовой информации и читательское поведение. Описать графики на тему чтения. Понимать беседу на тему чтения книг. Описывать профессии и профессиональную деятельность в области средств массовой информации. Понимать короткие описания содержания фильмов и сделать на их основании выбор. Написать эл. письмо и короткие новостные сообщения. Провести интервью на тему средств коммуникации. Понимать на слух новости. Сделать сообщение, используя официальный стиль общения. Сделать презентацию о социальных сетях и новостных сообщениях. Написать сообщение на форуме.

Лексика: чтение и книги. Пользование средствами массовой информации и коммуникации. Профессии в области аудиовизуальных средств массовой информации. Фильмы. Новости.

Грамматика: беспредложное управление глаголов. Устойчивые сочетания существительных с глаголами. Предлоги: laut, nach, zufolge.

### 15. История и политика

Коммуникативные задачи: понимать исторические факты и сделать доклад на тему истории. Понимать описание достопримечательностей Берлина. Сделать выбор и обосновать его. В диалоге спланировать мероприятие. Понимать текст о избирательном праве для женщин. Провести интервью на тему истории. Понимать информацию экскурсовода на исторические темы. Вести дискуссию о политике. Понимать и написать мотивационное (сопроводительное) письмо.

Лексика: история. Достопримечательности Берлина. История избирательного права для женщин. Качества политиков. Сопроводительное письмо.

Грамматика: управление прилагательных. Субстантивация. Временные придаточные (wenn, als, während). Союзы aber, sondern.

### 16. Инновации и креативность

Коммуникативные задачи: рассказать об идеях и креативности. Понимать беседу об изобретателях и изобретениях и составлять короткие тексты на тему изобретений. Участвовать в дискуссии о креативности. Понимать и коротко передавать содержание текстов о креативности и исследованиях. Описывать способы и процессы. Писать электронные письма коллегам. Извиниться по телефону и согласовать время встречи. Понимать художественный текст (Wladimir Kaminer „Deutsch als Spitze“).

Лексика: изобретения. Изобретатели. Креативность. Исследования и стимулирование исследований.

Грамматика: придаточные образа действия (indem). Пассив (повт.). Предлоги генитива.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Неравновесная термодинамика и фазовые переходы**

#### **Цель дисциплины:**

□ освещение основных законов и важнейших приложений термодинамики, статистической физики и кинетики, происходящих в макроскопических системах. Если статистическая термодинамика изучает равновесные состояния макроскопических систем, то физическая кинетика изучает неравновесные состояния и процессы, то есть процессы перехода системы из неравновесного в равновесное состояние.

#### **Задачи дисциплины:**

□ выработать у студентов систематические знания статистической физики вместе с термодинамикой о связях различных физических утверждений современных методах химии твердого тела, Ознакомить студентов с особенностями протекания твердофазных реакций, познакомить их с общими закономерностями, связывающими особенности кристаллического строения твердых тел с их физическими свойствами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные свойства современных кристаллических материалов, физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях их обработки и эксплуатации, их взаимосвязь со свойствами;
- понятие о кристалле, кристаллической решётке и её элементах, элементы симметрии кристаллов;
- электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, основные закономерности протекания реакций и характеристики равновесного состояния.

##### **уметь:**

- объяснять характер взаимосвязи между составом, строением и свойствами веществ;
- устанавливать взаимосвязь между получением и составом кристаллов;
- решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы;

- использовать основные химические законы и термодинамические справочные данные.

**владеть:**

- методами определения физико-химических свойств неорганических соединений;
- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами;
- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов, экспериментальными методами определения физико-химических неорганических соединений.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные принципы статистики

Задачи и проблемы курса. Статистическое распределение. Теорема Лиувилля. Энтропия.

2. Термодинамические величины

Характеристики основных термодинамических величин.

3. Распределение Гиббса, Ферми и Бозе

Микроканоническое распределение Гиббса. Каноническое распределение Гиббса. Функция распределения, подчиняющаяся статистике Ферми и статистике Бозе.

4. Равновесие фаз. Растворы

Условия равновесия двух фаз друг с другом. Правило фаз. Соприкосновение фаз растворителя.

5. Флуктуации

Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Флуктуации в идеальном газе.

6. Фазовые переходы

Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Новые материалы**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с физическими основами наук о материалах, физическим принципам функционирования существующих материалов и создания новых материалов с заданными свойствами и их теоретическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области материаловедения, технологии наноматериалов и энергетики.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями наук о материалах; приобретение обучающимися теоретических знаний в области материаловедения;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственной самостоятельной научной работы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения;
- фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов различного назначения;
- теоретические модели основополагающих процессов и явлений в физике материалов и ее приложениях;
- основные подходы и приближения, используемые при расчетах структуры и свойств молекул, кристаллов, нано- и мезоструктур;
- физические основы методов исследования структуры и свойств материалов;
- современные проблемы физики и химии материалов.

##### **уметь:**

- выбирать подходящие методы исследования структуры и химического состава материалов;

- производить численные оценки характерных величин свойств материалов;
- делать качественные выводы о характере взаимодействия атомов в материалах различного типа;
- делать качественные выводы о влиянии структуры и химического состава материала на его физико-химические и механические свойства.

**владеть:**

- фундаментальными знаниями о физических принципах построения материалов, методами описания структуры материалов;
- базовыми моделями предсказания свойств материалов;
- базовыми моделями компьютерного дизайна материалов, базовыми знаниями о современных тенденциях развития материаловедения.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.

2. Уровни

Структурные уровни материалов в материаловедении.

3. Методы исследования

Методы исследования химического состава материалов.

4. Синтез

Современные методы синтеза материалов.

5. Дизайн

Методы дизайна материалов.

6. Термоэлектрические материалы

Термоэлектрические материалы. Создание и применение.

7. Энергетические материалы

Энергетические материалы. Создание, применение, методы контроля.

8. Высокоэнтропийные сплавы

Понятие о высокоэнтропийных сплавах, применение.

9. Магнитные материалы

Теория магнетизма. Магнитные материалы. Применение, свойства.

10. Двухмерные материалы

Современные двумерные материалы, синтез, применение, свойства.

11. Топологические изоляторы

Понятие о топологических изоляторах. Применение, свойства.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Общая и неорганическая химия**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование базовых знаний основных понятий и законов химии, способности применять полученные знания на практике;
- понимание сути химических превращений, зависимости свойств элементов и их соединений от положения в периодической системе Д.И.Менделеева;
- овладение навыками выполнения химического эксперимента, работы с химическими реагентами, лабораторным оборудованием и приборами.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных законов химии;
- приобретение навыков постановки и проведения лабораторных исследований;
- умение описывать результаты опытов и делать выводы;
- способность применять теоретические знания в практической деятельности.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные закономерности химических процессов;
- структуру периодической системы элементов (ПСЭ) Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента (Э) и его соединений: заряд ядра и электронную формулу атома;
- возможные валентности, возможные степени окисления, характер изменения радиуса, электроотрицательности, химических свойств элементов и их соединений по группам и периодам ПСЭ;
- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.

##### **уметь:**

- использовать периодическую систему элементов для описания химических и физико-химических свойств элементов и их соединений;

- использовать полученные знания при выполнении лабораторных работ, решении задач и обсуждении теоретических вопросов;
- анализировать полученные в ходе лабораторной работы данные и делать правильные выводы;
- выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения поставленных экспериментальных задач;
- критически оценивать применимость рекомендованных методик и методов.

**владеть:**

- навыками проведения химического эксперимента, формулирования выводов, организации рабочего места, сборки несложных приборов;
- методами статистической обработки полученных количественных результатов и составления уравнений химических реакций.

**Темы и разделы курса:**

1. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева

Теория строения электронных оболочек атома и периодическая система Д.И. Менделеева.

Краткая история развития представлений о строении атома. Понятие о квантовой механике и квантово-механическая модель атома. Характеристика энергетического состояния электронов. Квантовые числа. Уровни, подуровни, орбитали.

Состояние электронов в многоэлектронных атомах. Принцип Паули. Правило Гунда. Принцип минимума энергии. Электронные формулы атомов s-, p-, d, f-элементов. Энергетические характеристики атомов – энергия ионизации и сродство к электрону. Понятие об электроотрицательности.

Периодическая система как выражение периодического закона. Закономерности изменения свойств элементов и соответствующих им простых и сложных веществ в группах и периодах. Структура периодической системы и ее связь со строением атомов.

Особенности электронного строения элементов в главных и побочных подгруппах.

2. Химическая связь и строение молекул

Химическая связь и строение молекул. Молекулы. Теория химического строения, история ее развития. Виды химической связи, ее основные характеристики: длина, энергия, полярность, s- и p-связи.

Основные положения метода валентных связей. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования связи. Понятие валентности. Теория гибридизации. Пространственная конфигурация молекул. Специфические свойства ковалентной связи –

насыщаемость и направленность. Полярность молекул. Строение молекул метана, этана, этилена, ацетилен и бензола.

Метод молекулярных орбиталей (ММО). Классификация молекулярных орбиталей. Строение двухатомных простых и сложных молекул.

Водородная связь и ее характеристики. Ионная и металлическая связи. Особенности свойств веществ и материалов с различным типом химической связи.

### 3. Основы химической термодинамики

Основы химической термодинамики. Энергетика химических процессов. Энергетические эффекты химических реакций. Закон Гесса.

Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений, энергии связи и их использование для расчета стандартных энтальпий химических реакций. I-й и II-й законы термодинамики. Понятие об энтропии. Изобарно-изотермический потенциал. Факторы, определяющие направление протекания химических взаимодействий.

Особенности термодинамических расчетов для поверхностных взаимодействий, в т.ч. на границах раздела компоненты живых организмов (кровь, физиологический раствор, клетки и т.д.) – материалы имплантационной медицины.

### 4. Основы химической кинетики

Основы химической кинетики. Скорость химических реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Закон действующих масс. Влияние температуры на скорость химических реакций. Закон Вант-Гоффа.

Уравнение Аррениуса. Понятие об энергии активации. Механизмы химических взаимодействий с учетом величины энергии активации. Катализ.

Химическое равновесие. Понятие о константе равновесия. Факторы, влияющие на сдвиг химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Использование законов химической кинетики при оптимизации процессов в биохимических технологиях.

### 5. Растворы

Растворы. Общая характеристика растворов. Процесс растворения. Гидраты, кристаллогидраты и сольваты. Способы выражения концентрации растворов. Растворимость.

Физические свойства растворов. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Давление пара растворов. Кипение и замерзание растворов. Законы Рауля.

Процесс и степень диссоциации электролита. Сила электролитов. Константы кислотности и основности слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Сильные электролиты.

Ионная сила. Активность. Коэффициент активности. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели pH и pOH. Буферные растворы. Понятие о произведении растворимости. Гидролиз солей. Степень гидролиза. Зависимость степени гидролиза от концентрации и температуры. Константа гидролиза.

## 6. Основы электрохимии

Основы электрохимии. Степень окисления элементов. Окислительно-восстановительные реакции. Важнейшие окислители и восстановители. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Химические источники электрической энергии. Электродные потенциалы. Электроды сравнения. Уравнение Нернста. Гальванические элементы. Расчет ЭДС гальванического элемента. Электролиз. Законы электролиза. Электролиз водных растворов и расплавов электролитов. Коррозия металлов.

Биодатчики, принципы действия, возможности для практического использования в медицине.

## 7. Химические свойства s-элементов

Положение s-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Водород, основные свойства, получение и хранение. Гидриды элементов. Вода, водородная связь, физико-химические свойства воды.

Щелочные и щелочно-земельные металлы. Химические свойства щелочных и щелочно-земельных металлов. Получение и их применение. Получение и применение гидроксидов щелочных и щелочно-земельных металлов. Зависимость химических свойств и реакционной способности щелочных и щелочно-земельных элементов в зависимости от положения в периодической системе.

## 8. Химические свойства p-элементов

Положение p-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Бор, углерод, кремний, кислород, сера, галогены, инертные газы, их химические свойства, применение. Зависимость химических свойств и реакционной способности p-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Химические свойства оксидов и гидроксидов p-элементов. Сравнительная характеристика окислительно-восстановительных свойств s- и p-элементов и их соединений. Серная и фосфорная кислоты: получение и применение. Углерод и его свойства. Углеродные наноструктуры: кластеры, фуллерены, нанотрубки: получение, свойства и применение в нанотехнологиях и медицине.

## 9. Химические свойства d-элементов

Положение d-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, серебро, кадмий, золото: их химические свойства, применение. Зависимость химических свойств и реакционной способности d-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Химические свойства гидроксидов d-элементов.

## 10. Координационные соединения

Координационные (комплексные) соединения. Основные понятия и определения. Пространственное строение и изомерия. Теория кристаллического поля и энергетическое расщепление электронов d-подуровня в зависимости от химического состава комплекса.

Метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей при трактовке химической связи в координационных соединениях. Окраска координационных соединений. Окислительно-восстановительные реакции координационных соединений. Устойчивость координационных соединений. Константа нестойкости.

## 11. Химические свойства f-элементов

Положение лантаноидов и актиноидов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Зависимость химических свойств f-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Особенность строения электронных оболочек и атомных радиусов f-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Химические свойства гидроксидов f-элементов. Применение лантаноидов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Общая физика: квантовая физика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области квантовой физики для дальнейшего изучения соответствующих разделов теоретической физики, а также углубленного изучения фундаментальных основ современной физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний и понятий в области квантовой механики и физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения задач квантовой физики
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия квантовой механики, а также границы их применимости:
- основные идеи и понятия: корпускулярно-волновой дуализм, волны де-Бройля, принцип неопределённости Гейзенберга, волновая функция, вероятностная интерпретация волновой функции
- фундаментальные квантовые эксперименты: фотоэффект, эффект Комптона, дифракция рентгеновского излучения и электронов при отражении от кристаллических структур, интерференция электронов (в том числе одночастичная), линейчатые спектры испускания и поглощения атомов, тунелирование, излучение абсолютно чёрного тела.
- характерные временные и пространственные масштабы, на которых проявляются квантовые явления.
- постулаты Бора для атома водорода и квазиклассическое приближение Бора-Зоммерфельда.

- волновое уравнение Шрёдингера для эволюции волновой функции во времени, а также для определения стационарных уровней энергии квантовой системы.
- законы квантования часто встречающихся типов движения: одномерный гармонический осциллятор, квантовый ротатор, электрон в атоме водорода.
- особенности взаимодействия квантовых частиц с потенциальными ямами и барьерами. Тунелирование.
- гиромагнитное соотношение и связь между механическим и магнитным моментами
- что такое орбитальный и спиновый моменты, связь тонкого расщепления в спектрах излучения атомов со спин-орбитальным взаимодействием
- что такое сверхтонкое расщепление и спин атомного ядра
- связь статистики фермионов с правилом запрета Паули и обменным взаимодействием. Правила Хунда заполнения атомных оболочек
- основные закономерности эффекта Зеемана. Сложный и простой эффекты Зеемана. Явления магнитного резонанса. (ЭПР и ЯМР)
- что такое капельная и оболочечная модели атомного ядра. Иметь представление о сильном взаимодействии. Знать характерные размеры атомных ядер и величины энергий связи ядер.
- что такое кварковый состав протона и нейтрона
- что такое радиоактивный распад. Альфа-, бета- и гамма- распад. Иметь представление о биологической опасности радиоактивного распада.
- Что такое слабое взаимодействие, особенности бета-распада, время жизни нейтрона, понятие об антинейтрине.
- основные положения теории рассеяния нейтронов на тяжёлых ядрах (резонансное и нерезонансное взаимодействия, понятие составного ядра)
- основные положения квантовой оптики: фотоны, вынужденное и спонтанное излучение, физика работы лазеров, формула Планка для излучения абсолютно чёрного тела.

**уметь:**

- применять изученные законы квантовой физики для решения конкретных задач:
- применять приближение Бора-Зоммерфельда для решения задач о движении частицы (электрона) в заданном статическом потенциале
- применять уравнение Шрёдингера для определения энергетических уровней стационарных состояний, а также для определения коэффициентов пропускания и отражения потенциальных барьеров и потенциальных ям.
- рассчитывать величину спин-орбитального расщепления энергетических уровней атома в рамках модели LS-связи
- вычислять величину расщепления спектральных линий в эффекте Зеемана с учётом правил отбора

- определять энергию связи атомного ядра в рамках капельной и оболочечной моделей ядра.
- рассчитывать вероятности рассеяния нейтронов на атомных ядрах
- применять законы излучения абсолютно чёрного тела в задачах о тепловом излучении
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

**владеть:**

- основными методами решения задач квантовой физики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач квантовой физики;

**Темы и разделы курса:**

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей

Гипотеза де Бройля о волновых свойствах материальных частиц – корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Девиссона–Джермера и Томсона по дифракции электронов. Длина волны де Бройля нерелятивистской частицы. Критерий квантовости системы. Соотношения неопределенностей (координата-импульс; энергия время). Волновая функция свободной частицы (волна де Бройля). Вероятностная интерпретация волновой функции, выдвинутая Борном.

2. Формализм квантовой механики. Потенциальные барьеры

Понятие об операторах. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Результат квантового измерения значения физической величины. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Закон сохранения вероятности, вектор плотности тока вероятности (без вывода). Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины – эффект Рамзауэра. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект), вывод формулы для прозрачности барьера произвольной формы.

3. Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Осциллятор

Состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода). Оператор момента импульса.

Квантование проекции момента и квадрата момента импульса. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения.  $s$ -состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанных состояний в такой яме.

#### 4. Водородоподобные атомы. Колебательные и вращательные спектры молекул

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Движение в кулоновом поле, случайное вырождение. Спектр атома водорода (без вывода), главное квантовое число, кратность вырождения. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновой функции. Волновая функция основного состояния. Водородоподобные атомы: влияние заряда ядра (на примере иона гелия) и его массы (изотопический сдвиг), мезоатомы. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли). Вращательные спектры плоского и пространственного ротаторов (двухатомная молекула). Вращательные и колебательные уровни молекул, энергетический масштаб соответствующих возбуждений (иерархия молекулярных спектров).

#### 5. Магнитный момент. Спин. Тонкая и сверхтонкая структура атома водорода

Магнитный орбитальный момент электронов, гиромагнитное отношение,  $g$ -фактор, магнетон Бора. Опыт Штерна—Герлаха. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита о спине электрона, спиновый  $g$ -фактор. Опыт Эйнштейна—де Гааза. Векторная модель сложения спинового и орбитального моментов электрона, полный момент, фактор Ланде. Тонкая и сверхтонкая структуры атома водорода.

#### 6. Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы

Тождественность частиц, симметрия волновой функции относительно перестановки частиц, бозоны и фермионы, принцип Паули. Сложные атомы. Самосогласованное поле. Электронная конфигурация атома. Атомные термы, спектроскопическая запись состояния атома. Правила Хунда. Качественное объяснение возникновения обменной энергии и правил Хунда на примере возбужденного состояния  $1s2s$  атома гелия и образования молекулы водорода.

#### 7. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Излучение, правила отбора. ЭПР и ЯМР

Эффект Зеемана для случаев слабого и сильного магнитных полей на примере  $3P-3S$ -переходов. Понятие спина (спиральности) фотона, полный момент и четность. Классификация фотонов по полному моменту и чётности ( $E$ - и  $M$ -фотоны), отношение вероятностей излучения фотонов различной мультипольности. Вероятность дипольного излучения (закон  $\propto 3$ ). Ядерный и электронный магнитный резонанс (квантовомеханическая трактовка). Строгие и нестрогие правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами (на примере эффекта Зеемана и ЯМР).

## 8. Ядерные модели

Эксперименты Резерфорда и Гейгера по рассеянию  $\alpha$ -частиц в газах. Открытие нейтрона Чадвиком. Экспериментальная зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа  $A$ . Свойства ядерных сил: радиус действия, глубина потенциала, насыщение ядерных сил, спиновая зависимость. Природа ядерных сил, обменный характер ядерных сил, переносчики взаимодействия. Модель жидкой заряженной капли. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель и магические числа в осцилляторном потенциале. Одночастичные и коллективные возбуждённые состояния ядра.

## 9. Радиоактивность. Альфа, бета, гамма

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, константа распада, период полураспада, среднее время жизни, вековое уравнение. Альфа-распад, закон Гейгера—Нэттола и его вывод (формула Гамова). Бета-распад, энергетический спектр бета-распада, гипотеза нейтрино и его опытное обнаружение, внутренняя конверсия электронов,  $K$ -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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Общая физика: лабораторный практикум**

#### **Цель дисциплины:**

формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

##### **уметь:**

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

##### **владеть:**

- навыками работы с современным измерительным оборудованием;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

## Темы и разделы курса:

### 1. Вводные работы 1

Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов.

### 2. Вводные работы 2

На примере космического излучения, регистрируемого счетчиком Гейгера, изучаются основные методы статистической обработки данных. Изучаются основные свойства нормального распределения и распределения Пуассона. Исследуется зависимость среднеквадратичного отклонения данных от числа измерений.

### 3. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

### 4. Изучение электронного осциллографа.

Изучается устройство и принцип работы электронного осциллографа. Измеряются параметры простейших колебаний --- амплитуда, фаза и частоты. Исследуется влияние амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик на результат измерений с помощью осциллографа.

### 5. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

С помощью трифилярного подвеса измеряются периоды крутильных колебаний тел различной формы. По измеренным периодам вычисляются моменты инерции тел, значения которых сравниваются с полученными из расчетов по их геометрическим размерам. Экспериментально проверяется аддитивность моментов инерции и теорема Гюйгенса—Штейнера.

### 6. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

### 7. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека.

С помощью крестообразного маятника, к оси которого подвешиваются грузы различной массы, исследуется основной закон вращательного движения. Экспериментально проверяются соотношения для моментов инерции цилиндров и зависимости момента инерции от расстояния до оси вращения. Исследуется влияние сопротивления воздуха на искажение результатов опыта.

### 8. Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Изучение физического маятника.

С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от

амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.

#### 9. Определение модуля Юнга

Исследуются малые упругие деформации растяжения/сжатия, изгиба и кручения для различных материалов (сталь, латунь, различные породы дерева). По значению деформации вычисляется модуль соответствующего материала различными способами.

#### 10. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 11. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

Исследуются законы движения быстровращающихся осимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опусканию оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.

#### 12. Изучение колебаний струны.

Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.

#### 13. Исследование свободных колебаний связанных маятников

Исследуются особенности колебаний системы из двух связанных маятников. Измеряются собственные частоты колебаний и исследуются собственные моды колебаний. Исследуется зависимость характера колебаний от константы связи маятников.

#### 14. Определение скорости полета пули.

Скорость полета пули из пневматического ружья измеряется с помощью баллистического метода. Скорости вычисляются по амплитуде отклонения баллистического и крутильного маятников с использованием законов сохранения импульса, энергии и момента импульса.

#### 15. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 16. Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль).

Изучаются свойства стационарных течений жидкостей и газов. Расход жидкости измеряется расходомерами Пито и Вентури. По зависимости расхода газа от перепада давления на участке трубы измеряется вязкость газа. По отклонению от закона Пуазейля определяется критическое число Рейнольдса, соответствующее переходу от ламинарного течения к турбулентному.

#### 17. Вязкость жидкости, энергия активации.

По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуры. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активации сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

#### 18. Вакуум.

Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, термопарным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется ионизационным и магнетронным вакуумметрами.

#### 19. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 20. Диффузия.

Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления.

#### 21. Теплопроводность.

Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.

#### 22. Молекулярные явления

Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки --- поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.

#### 23. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 24. Определение $C_p/C_v$ газов.

Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.

#### 25. Фазовые переходы.

С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.

#### 26. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 27. Реальные газы.

Исследуется эффект Джоуля—Томсона просачивания газа через пористую перегородку для углекислого газа. Разность температур измеряется термопарой. Вычисляются коэффициенты Джоуля—Томсона и параметры газа Ван-дер-Ваальса. По измеренным параметрам производится оценка критических параметров газа и температуры инверсии эффекта.

#### 28. Поверхностное натяжение.

Измеряется коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей (воды и спирта) в зависимости от температуры методом Ребиндера. Определяется полная свободная энергия поверхности и теплота образования единицы поверхности.

#### 29. Теплоемкость.

Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Температура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.

#### 30. Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.

#### 31. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

Изучение спектрального состава периодических электрических сигналов. Изучение возможности синтезирования периодических электрических сигналов при ограниченном наборе спектральных компонент. Ознакомление с особенностями распространения электромагнитных волн в волноводе, аппаратурой и методами измерения основных характеристик протекающих при этом процессов.

#### 32. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

### 33. Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена.

Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнитной фокусировки и методом магнетрона. Определение удельного заряда электрона на основе закона «трёх вторых» для вакуумного диода. Измерение элементарного заряда методом масляных капель по их движению в воздухе под действием силы тяжести и вертикального электрического поля.

### 34. Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Изучение влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока. Исследование резонансов напряжений и токов в последовательном и в параллельном колебательном контурах с изменяемой ёмкостью, получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, определение основных параметров контуров.

### 35. Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников.

Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при различных токах через образец для определения константы Холла. Измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках и металлах. Измерение зависимости сопротивления полупроводниковых образцов различной формы от индукции магнитного поля.

### 36. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

### 37. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Дробовой шум. Колебательный контур с нелинейной ёмкостью.

Исследование свободных и вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре. Измерение заряда электрона по дробовому шуму. Изучение резонансных свойств нелинейного колебательного контура

### 38. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Скин-эффект.

Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных образцов. Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки

Кюри. Исследование проникновения переменного магнитного поля в медный полый цилиндр.

39. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

40. Баллистический гальванометр.

Изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнитоэлектрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.

41. Релаксационный генератор. Тлеющий разряд. Высокочастотный разряд.

Исследование релаксационного генератора на стабилитроне. Изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда. Изучение свойств плазмы высокочастотного газового разряда в воздухе методом зондовых характеристик.

42. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

43. Петля гистерезиса (динамический метод). Петля гистерезиса (статический метод). Параметрон. Двойное ярмо.

Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных полях. Измерение начальной кривой намагничивания ферромагнетиков и предельной петли гистерезиса для образцов тороидальной формы, изготовленных из чистого железа или стали. Изучение параметрических колебаний в электрической цепи.

44. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 45. Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея.

Интерференционное измерение кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Интерференционные измерения показателей преломления газов с помощью интерферометров Жамена и Релея.

#### 46. Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов. Рефрактометр Аббе.

Изучение методов определения фокусных расстояний линз и сложных оптических систем. Определение характеристик оптической системы, составленной из тонких линз. Изучение сферической и хроматической aberrаций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение показателей преломления твёрдых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.

#### 47. Изучение лазера.

Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.

#### 48. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 49. Дифракция света.

Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

#### 50. Поляризация.

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.

#### 51. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение

длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

52. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

53. Дифракционные решётки (гонометр).

Знакомство с работой и настройкой гониометра и определение спектральных характеристик амплитудной решётки. Исследование спектра ртутной лампы. Определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).

54. Двойное лучепреломление.

Изучение зависимости показателя преломления необыкновенной волны от направления в двоякопреломляющем кристалле. Определение главных показателей преломления в кристалле.

55. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

56. Дифракция на ультразвуковых волнах.

Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.

57. Разрешательная способность микроскопа (метод Аббе).

Определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа методом Аббе. Определение периода решёток по их пространственному спектру, по изображению, увеличенному с помощью модели микроскопа, а также, по оценке разрешающей способности микроскопа. Пространственная фильтрация и мультиплицирование.

58. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 59. Эффект Поккельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

#### 60. Эффект Мессбауэра. Исследование резонансного поглощения $\gamma$ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в мессбауэровской линии поглощения исследуется резонансное поглощение  $\gamma$ -квантов, испускаемых ядрами олова. Определяется положение максимума резонансного поглощения, его величина, а также экспериментальная ширина линии.

#### 61. Исследование эффекта Комптона.

С помощью сцинтилляционного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\gamma$ -квантов, рассеянных на графите. Определяется энергия рассеянных  $\gamma$ -квантов в зависимости от угла рассеяния, а также энергия покоя частиц, на которых происходит комптоновское рассеяние.

#### 62. Магнитный момент легких ядер /ЯМР/.

Методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) измеряются g-факторы протона, дейтрона и ядра фтора и вычисляются их магнитные моменты. Результаты сравниваются с вычисленными на основе кварковой модели адронов и одночастичной оболочечной модели ядер.

#### 63. Спектрометрия $\gamma$ – излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра. Измерение абсолютной активности препарата Со методом $\gamma$ – $\gamma$ совпадений.

Методом совпадений измеряется абсолютная активность препарата Со. После этого определяется энергия  $\gamma$ -квантов неизвестного радиоактивного препарата.

#### 64. Определение энергии $\alpha$ частиц по величине их пробега в воздухе.

Измеряется пробег  $\alpha$ -частиц в воздухе двумя способами: с помощью торцевого счетчика Гейгера и сцинтилляционного счетчика. По полученным величинам определяется энергия частиц.

#### 65. Измерение времени жизни мюонов на основании углового распределения интенсивности космических лучей.

С помощью телескопа из двух сцинтилляторов измеряется угловое распределение жесткой компоненты космического излучения. На основе полученных данных оценивается время жизни мюона.

66. Сцинтилляционный счетчик для детектирования космического излучения.

Измеряется зависимость вероятности образования ливней вторичных заряженных частиц в свинце от лубины уровня наблюдения (каскадная кривая). По результатам оценивается средняя энергия частиц в ливне.

67. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов, методов регистрации частиц и конструкций фотоумножителей. После этого излагаются основные модели взаимодействия излучения с веществом и элементы физики высоких плотностей энергии.

68. Изучение законов теплового излучения.

Оптическим пирометром с исчезающей нитью и термпарой исследуется излучение нагретых тел. В модели абсолютно черного тела вычисляются значения постоянных Планка и Стефана-Больцмана.

69. Фотоэффект.

Исследуется зависимость фототока от величины задерживающего потенциала и частоты падающего излучения. По результатам вычисляется значение постоянной Планка.

70. Атом водорода.

Исследуются закономерности в оптическом спектре атома водорода. По результатам вычисляются постоянная Ридберга для двух изотопов, их потенциалы ионизации, изотопические сдвиги линий.

71. Эффект Рамзауэра.

Исследуется энергетическая зависимость вероятности рассеяния медленных электронов атомами ксенона. По результатам измерений оценивается размер внешней электронной оболочки атома.

72. Измерение коэффициента ослабления потока  $\gamma$ -лучей в веществе и определение их энергии. Работа по радиационной безопасности.

С помощью сцинтилляционного счетчика измеряются линейные коэффициенты ослабления потока  $\gamma$ -лучей в свинце, железе и алюминии. По результатам определяется энергия  $\gamma$ -квантов.

73. Исследование энергетического спектра  $\beta$ -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\beta$ -частиц при распаде ядер цезия. Калибровка спектрометра осуществляется по энергии электронов внутренней конверсии.

74. Опыт Франка-Герца.

Методом электронного возбуждения измеряется энергия первого уровня атома гелия. Сравниваются результаты, полученные в динамическом и статическом режимах.

75. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### 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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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 намагничённости. 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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Органическая химия**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об общих законах, связывающих строение и свойства органических веществ, изучение путей синтеза и реакционной способности органических соединений, а также их применения в физике, биологии, медицине, промышленности.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать представление об особенностях строения и свойствах различных классов органических соединений, генетической взаимосвязи органических веществ, а также о связи органических соединений с биологическими системами;

- определить пути синтеза, физические и химические свойства представителей основных классов органических соединений;

- обучить проводить анализ строения органического соединения (видеть особенности углеродного скелета, определять функциональные группы), прогнозировать свойства органических веществ по особенностям строения, а также находить наиболее простые пути синтеза органических веществ;

- обучить пониманию химических свойств органических соединений через механизмы реакций;

- обучить основным методам работы в лаборатории органического синтеза.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные положения современной теоретической органической химии;

- принципы классификации органических соединений;

- принципы систематической, рациональной и тривиальной номенклатуры;

- основные способы получения органических соединений различных классов, их физические и химические свойства, распространение в природе и применение; основные механизмы органических реакций, позволяющие объяснять протекание реакций, предсказывать направление реакций и условия их осуществления;

- методы выделения, очистки и идентификации органических соединений; качественные реакции на различные классы органических соединений и отдельные представители.

**уметь:**

- составлять формулы органических соединений по названиям и давать названия веществам по структурным формулам согласно номенклатуре;
- определять принадлежность к классу органических соединений;
- приводить уравнения соответствующих химических реакций;
- использовать знания механизмов органических реакций для объяснения протекания реакций и предсказания условий их проведения;
- пользоваться химической литературой (справочной, научно-периодической и др.).

**владеть:**

- основными терминами органической химии;
- методами исследования свойств различных классов органических соединений.

**Темы и разделы курса:**

1. Теоретические представления в органической химии.

Теории строения органических соединений (теория радикалов, теория типов, теория Бутлерова), природа химической связи (с точки зрения электронной теории Льюиса), типы ковалентной связи (понятие о  $\sigma$ - и  $\pi$ -связях). Номенклатура органических соединений: тривиальная, рациональная, систематическая номенклатура ИЮПАК, радикально-функциональная номенклатура.

Внутримолекулярные электронные эффекты (понятие об индуктивном эффекте, эффекте поля, мезомерном эффекте, сопряженных системах и видах сопряжения, эффекте сверхсопряжения). Резонансные структуры. Понятие о гибридизации, особенности атома углерода в различных гибридных состояниях. Классификация органических соединений по остовам и функциональным группам.

2. Предельные углеводороды. Алканы. Циклоалканы.

Классификация органических соединений. Гомологический ряд предельных углеводородов, нахождение в природе, применение в промышленности. Особенности изомерии, номенклатура. Методы получения алканов: а) без изменения углеродной цепи (гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галогеналканов; б) с уменьшением цепи (щелочное плавление солей карбоновых кислот - реакция Дюма), в) с увеличением цепи (реакция Вюрца-Шорыгина, электролиз солей карбоновых кислот - реакция Кольбе). Химические свойства (механизм реакций радикального замещения, особенности галогенирования, окисления, сульфюокисления, сульфохлорирования,

нитрования по Коновалову, парофазного нитрования, термического и каталитического крекинга). Гетеролиз алканов. Карбокатионы, их устойчивость и основные превращения.

### 3. Непредельные углеводороды. Алкены.

Непредельные углеводороды. Алкены. Гомологический ряд алкенов, нахождение в природе, применение в промышленности. Особенности изомерии, номенклатура, методы получения (промышленные и лабораторные, стереоселективное получение цис- и транс, химические свойства: механизм реакций электрофильного замещения (AdE) – общее представление о механизме реакции,  $\sigma$ - и  $\pi$ -компесах, стерео- и региоселективность на примерах галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации, понятие о карбокатионе, скелетные перегруппировки; механизм реакций радикального присоединения по кратной связи на примере гидробромирования по Харашу; механизм реакций радикального замещения в аллильное положение на примерах реакций бромирования с NBS, а также парофазного хлорирования по Львову; особенности мягкого окисления (по Вагнеру, Криге, Прилежаеву) и жесткого окисления (окислительный и восстановительный озонлиз, жидкофазное окисление); реакции полимеризации алкенов.

### 4. Непредельные углеводороды. Алкадиены. Алкины.

Непредельные углеводороды. Алкадиены. Три типа диеновых углеводородов. Номенклатура. Углеводороды с сопряженными двойными связями: дивинил, изопрен. Природа сопряжения. Способы получения дивинила и изопрена. Физические свойства. Химические свойства диенов с сопряженными двойными связями: реакции 1,2- и 1,4-присоединения (кинетический и термодинамический контроль). Механизм электрофильного присоединения к диенам.

Особенности строения тройной связи, свойства и особенности гибридизации  $sp$ -гибридного атома углерода. Нахождение алкинов в природе, применение в промышленности. Изомерия, номенклатура, промышленные и лабораторные методы получения (карбидный метод, синтез через реактивы Иощича и другие соли алкинов, дегидрогалогенирование геминальных и вицинальных дигалогенпроизводных углеводородов, дегалогенирование тетрагалогенпроизводных углеводородов, дегидратация геминальных диолов). Химические свойства: реакции электрофильного присоединения (AdE) (особенности, отличия от алкенов), реакции нуклеофильного присоединения (реакция Фаворского, взаимодействие с синильной кислотой в присутствии ее солей, взаимодействие с солями карбоновых кислот), проявление C-H кислотности терминальных алкинов (взаимодействие с карбонильными соединениями, образование солей, ацетилен-алленовая перегруппировка Фаворского), реакции димеризации и ароматизации ацетилена и терминальных алкинов, реакции окисления и региоселективного восстановления.

### 5. Ароматические углеводороды.

Понятие об ароматичности по Хюккелю, правила ароматичности и их обоснование. Энергия стабилизации (резонанса). Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропильного аниона, катиона циклопентадиенилия. гомологический ряд бензола, особенности строения бензольного кольца, формула Кекуле и современная запись ароматического кольца. Классификация аренов. Физические особенности ароматических углеводородов (электромагнитные характеристики). Методы получения (из бензойной кислоты и ее солей, синтез Вюрца-Фиттига, алкилирование бензола по Фриделю-Крафтсу-

Густавсону, синтез по Зелинскому, синтез по Реппе). Химические свойства: реакции электрофильного замещения (механизм, влияние заместителей на направление электрофила, классификация заместителей) на примерах реакций галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования, ацилирования и по Фриделю-Крафтсу. Правила ориентации: ориентанты первого и второго рода: объяснение ориентации заместителей действием статического и динамического факторов, согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце. Радикальные реакции аренов, реакции окисления с разрушением и сохранением бензольного кольца

#### 6. Стереохимия органических молекул

Понятие об оптической активности, плоскополяризованном свете, удельном вращении, хиральности, асимметрическом атоме углерода. Классификация оптически активных соединений по шкале Фишера и Кана-Ингольда-Прелога, понятие об относительной и абсолютной оптической конфигурации. Правила определения старшинства заместителей по Кану-Ингольду-Прелогу. Методы определения оптической конфигурации хирального центра (в плоскостных проекциях Фишера, с помощью пространственных формул) Виды оптической изомерии для соединений, содержащих один и несколько хиральных центров (энантиомеры, диастереомеры, эпимеры), понятие об эритро-, трео- и мезоформах.

#### 7. Галогенпроизводные углеводороды.

Номенклатура, изомерия и особенности строения. Общие методы синтеза галогеналканов: замещение атома водорода, реакции присоединения по кратным связям, замещение гидроксильной группы спиртов, замещение кислорода кетонов, декарбоксилирование производных карбоновых кислот. Причины высокой реакционной способности галогеналканов, реакции нуклеофильного замещения в синтезе различных классов (спиртов, простых и сложных эфиров, тиолов, тиоэфиров, аминов, нитрилов и других функциональных производных). Особенности химических свойств: механизм и особенности реакций моно- и бимолекулярного нуклеофильного замещения ( $SN1$  и  $SN2$ )(количество стадий, порядок, стереохимия; влияние природы галогеналкана, растворителя и нуклеофила на молекулярность процесса). Конкуренция реакций элиминирования: механизмы моно- и бимолекулярного элиминирования ( $E1$  и  $E2$ ), их стереохимические особенности, особенности механизма  $E1cb$ . Правила Зайцева и Гофмана. Влияние различных факторов процесса на соотношение продуктов замещения и элиминирования.

#### 8. Алифатические и ароматические спирты.

Классификация спиртов, особенности строения функциональной группы. Физические свойства (понятие о водородных связях), зависимость температуры кипения от строения спиртов. Методы получения одноатомных и многоатомных спиртов. Химические свойства: проявление кислотности при взаимодействии с сильными основаниями (сравнительный ряд кислотности с другими классами соединений), основность спиртов. Теория кислот и оснований. Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Понятие о жестких и мягких кислотах и основаниях Пирсона-Льюиса), реакции спиртов как слабых нуклеофилов (при взаимодействии с карбонильными соединениями, карбоновыми кислотами и их производными), окисление спиртов до карбониллов и карбоновых кислот. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленам, непредельным карбоновым кислотам.

Ароматические спирты. Особенности строения. Методы получения фенолов (кумольный, из солей сульфоновых кислот и другие). Химические свойства: реакции с участием гидроксильной группы (образование солей, реакция Вильямсона, перегруппировка Клайзена), реакции ароматического ядра с сильными электрофилами (механизмы реакций электрофильного замещения) на примере галогенирования, нитрования, сульфирования, ацилирования), реакции восстановления, реакции окисления (механизм радикального процесса окисления, влияние радикалов).

## 9. Карбонильные соединения

Особенности строения карбонильной группы. Номенклатура. Методы получения альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, механизм реакции нуклеофильного присоединения  $AdN$ . Реакции с сильными нуклеофилами: циангидринный синтез, получение бисульфитных производных, синтез Гриньяра, взаимодействие с аммиаком и его производными, перегруппировка Бекмана. Понятие об основаниях Шиффа. Реакции альдегидов и кетонов со слабыми нуклеофилами: спиртами, меркаптанами, водой, взаимодействие с пентахлоридом фосфора, самоконденсация альдегидов. Кето-енольная таутомерия. Реакции протекающие через образование енольных форм альдегидов и кетонов: альдольно-кетоновая конденсация, реакция Манниха, галогенирование, галоформная реакция,  $\alpha$ -бромирование кетонов. Окисление кетонов и альдегидов: окисление кетонов с разрывом C-C-связей, окисление по  $\alpha$ -атому углерода, окисление кетонов сильными окислителями, окисление альдегидов слабыми окислителями: реактивом Толленса, фелинговой жидкостью, диоксидом селена, надкислотами (реакция Байера-Виллигера).

## 10. Карбоновые кислоты.

Одноосновные предельные карбоновые кислоты. Особенности строения карбоксильной группы: распределение электронной плотности  $-I$  и  $+M$  эффекты и ее влияние на химические свойства карбоновых кислот. Подвижность  $\alpha$ -водородного атома. Карбоксилат-ион, причины его устойчивости. Основные методы синтеза (окисление углеводов, первичных спиртов, гликолей, альдегидов, кетонов, синтеза с металлоорганическими соединениями, гидролиз производных карбоновых кислот, металлокомплексный синтез). Химические свойства: кислотные (при взаимодействии с сильными нуклеофилами), взаимодействие со слабыми нуклеофилами по механизму  $AdN-SN$  (реакция этерификации, образование надкислот, образование хлорангидридов и ангидридов кислот,  $\alpha$ -галогенирование по Геллю-Фольгарду-Зелинскому).

Предельные дикарбоновые кислоты. Общие методы синтеза. Особенности дикарбоновых кислот: щавелевой кислоты (реакции термического, кислотного и окислительного декарбоксилирования), малоновой (получение и применение натриймалонического эфира, декарбоксилирование, реакция Кневенагеля), янтарной (реакция Штоббе, получение и применение сукцинимидов), адипиновой и пимелиновой (реакция Дикмана).

Оксикислоты. Способы получения. Особенности химических свойств: взаимовлияние гидроксо- и карбоксильной групп, получение лактидов и лактонов. Селективное восстановление гидроксо-группы. Лимонная кислота.

Оксокислоты. Способы получения  $\alpha$  (на примере пировиноградной кислоты) и  $\beta$  (на примере ацетоуксусной кислоты) оксокислот. Особенности химических свойств  $\beta$ -оксокислот и их эфиров.

#### 11. Производные карбоновых кислот.

Понятие об ацилирующих агентах и реакциях ацилирования. Ряд производных карбоновых кислот по ацилирующей способности.

Соли карбоновых кислот. Химические свойства: реакции с нуклеофильными реагентами, перегонка солей карбоновых кислот, реакция Кольбе, синтез Дюма, реакция Хунддиккера-Бородина, взаимодействие с реактивами Гриньяра, методы превращения солей в сильные ацилирующие агенты. Мыла.

Сложные эфиры. Особенности строения сложноэфирной группы. Способы получения: реакция этерификации по Фишеру, реакция Тищенко, карбоксилирование ацетилена. Химические свойства: восстановление литийалюмогидридом, по Буво-Блану, реакция Реформатского. Сложноэфирная конденсация (реакция Клайзена). Ацетоуксусный эфир: методы получения, особенности химических свойств (образование солей, алкилирование и ацилирование, кетонное и кислотное расщепление, взаимодействие с непредельными соединениями как донор Михаэля).

Амиды, нитрилы. Основные способы получения. Химические свойства амидов и нитрилов: гидролиз, восстановление с алюмогидридом лития, взаимодействие с реактивами Гриньяра. Особенности химических свойств амидов: образование циклических амидов – лактамов, гидролиз амидов, дегидратация амидов, восстановление до аминов, реакция нитрозирования, реакция дегидратации, перегруппировка амидов по Гофману. Особенности нитрилов: гидролиз, алкоголиз, аммонолиз нитрилов, реакции с металлоорганическими соединениями, восстановление до аминов.

Галогенангидриды и ангидриды как ацилирующие агенты. Методы получения. Химические свойства: гидролиз, алкоголиз, аминолиз, восстановление по Розенмунду, взаимодействие с реактивами Гриньяра, реакция Арндта-Эйстерта.

#### 12. Амины.

Классификация и номенклатура аминов. Строение аминогруппы. Зависимость нуклеофильных и основных свойств аминов от строения аминов. Амины как кислоты и основания. Сравнительная характеристика кислотно-основных свойств первичных, вторичных и третичных аминов. Основные способы получения алифатических аминов (аммонолиз спиртов и алкилгалогенидов, синтез Габриэля, реакция Гофмана, перегруппировка Курциуса, восстановительное амминирование кетонов и альдегидов, присоединение аммиака к  $\alpha,\beta$ -непредельным альдегидам, реакция Манниха, восстановление амидов, нитрилов, азидов, оксимов и нитросоединений, метод Эшвайлера-Кларка, Лейкарта). Качественные реакции на первичные, вторичные и третичные амины (взаимодействие с азотистой кислотой, тест Хунддиккера). Нуклеофильность и основность аминов. Алкилирование и ацилирование аминов. Взаимодействие с карбонильными соединениями (получение иминов и енаминов). Окисление аминов.

#### 13. Аминокислоты.

Классификация аминокислот, ряд незаменимых аминокислот. Методы синтеза (аммонолиз галогенпроизводных карбоновых кислот, синтез Габриэля, синтез с помощью малонового

эффира, синтез Штреккера). Особенности строения (способность существования как биполярных ионов, понятие об изоэлектрической точке). Оптическая активность аминокислот, природные изомеры. Химические свойства аминокислот: реакции, протекающие по амино-группе (образование N-ацильных производных (метод карбобензоксизащиты), образование оснований Шиффа, взаимодействие с реактивом Сенгера (2,4-динитрофторбензолом), реакция Эдмана, метод количественного определения амино-группы по Ван-Слайку, по Серенсену, ацилирование по Шоттену-Бауману, дезаминирование), реакции, протекающие по карбоксильной группе (образование солей и внутрикомплексных соединений, этерификация по Фишеру, образование галогенангидридов, пептидных связей, межмолекулярное ацилирование, реакции декарбоксилирования). Качественные реакции  $\alpha$ -аминокислот: нингидринная, биуретовая, ксантопротеиновая.

#### 14. Гетероциклические соединения.

Гетероциклические соединения (пяти- и шестичленные), их классификация и номенклатура, нахождение в природе. Строение и способы получения пяти- и шестичленных гетероциклов. Особенности в физических и химических свойствах. Отдельные представители, их применение. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Пуриновые и пиримидиновые основания.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Основы газодинамики

#### Цель дисциплины:

- изучение основных законов газодинамики невязкого и вязкого газа, различных явлений, описываемых этими законами и применений этих законов для решения практических задач.

#### Задачи дисциплины:

- получение представлений о круге задач, решаемых в рамках механики сплошной среды;
- вывод и изучение основных уравнений газовой динамики невязкого и вязкого газа;
- изучение основных автомодельных решений уравнений газовой динамики, включая волну Римана, прямой и косой скачок;
- изучение дозвуковых и сверхзвуковых одномерных и плоских течений;
- получение представлений о численных методах решения уравнений газовой динамики;
- получение представлений о применении законов гидродинамики для решения практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- законы сохранения массы, импульса и энергии в газодинамике в дифференциальной и интегральной формах;
- уравнения Гюгонио для прямого скачка;
- инварианты Римана;
- решение задачи о распаде произвольного разрыва;
- уравнение Навье-Стокса;
- кинетическое уравнение Больцмана.

##### уметь:

- выводить уравнения газовой динамики невязкого и вязкого газа и преобразовывать их к виду законов сохранения;
- выводить уравнения Гюгонио для прямого скачка и оценивать параметры вещества за фронтом ударной волны;
- выводить инварианты Римана и уметь ими пользоваться для решения задач методом характеристик;
- качественно представлять себе поведение различных характеристик (плотности, давления, скорости) в волне Римана и ударной волне;
- находить качественное решение задачи о распаде произвольного разрыва;
- изображать детонационную ударную адиабату и точку Чепмена-Жуге;
- качественно изображать двумерные стационарные течения.

**владеть:**

- навыками решения автомодельных задач газовой динамики;
- навыками качественного изображения характеристик при изоэнтропическом течении;
- практикой качественного решения задачи о распаде разрыва для качественного анализа ударно-волновых экспериментов;
- практикой решения одномерных газодинамических задач с помощью Web-интерфейса базы данных ударно-волновых экспериментов.

**Темы и разделы курса:**

1. Вывод уравнений газовой динамики

Математическая модель газовой динамики. Характеристики сплошной среды, связь с термодинамикой. Уравнения газовой динамики. Линеаризация уравнений газовой динамики, звуковые волны.

2. Вязкость и теплопроводность

Вязкость и теплопроводность. Тензор вязких напряжений, поток тепла. Закон Фурье. Критерии необходимости учета вязкости и теплопроводности. Уравнение Навье-Стокса. Течение по трубе.

3. Гиперболические системы квазилинейных уравнений

Гиперболические системы квазилинейных уравнений. Собственные векторы. Система законов сохранения. Метод Годунова решения систем квазилинейных гиперболических уравнений.

#### 4. Двумерное стационарное течение

Двумерное стационарное течение. Косой скачок уплотнения. Ударная поляра. Течение Прандтля-Майера.

#### 5. Детонация в газах

Детонация. Детонационная адиабата. Точка Чепмена-Жуге. Термодинамические параметры за фронтом сильной детонационной волны в точке Чепмена-Жуге.

#### 6. Задача о распаде произвольного разрыва

Задача о распаде произвольного разрыва. Качественный анализ возможных комбинаций автомодельных решений. Ударно-волновые эксперименты в конденсированных веществах. Методы торможения и отражения, их анализ с помощью решения задачи о распаде разрыва.

#### 7. Кинетическое уравнение и его связь с гидродинамикой

Кинетическое уравнение Больцмана. Принцип детального равновесия. Интеграл столкновений. Связь кинетического уравнения с уравнениями гидродинамики. Кинетические коэффициенты.

#### 8. Неустойчивости в течениях газов

Устойчивость стационарного движения жидкости. Понятие о турбулентности. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.

#### 9. Плоское изоэнтропическое течение

Плоское изоэнтропическое течение, характеристики, инварианты Римана.

#### 10. Структура фронта ударной волны

Структура фронта ударной волны в вязкой или теплопроводной среде. Ширина фронта. Изотермический скачок.

#### 11. Ударные волны и уравнения Гюгонио

Ударные волны. Соотношения на прямом скачке, уравнение Гюгонио. Ударная адиабата. Ударные волны в газе с постоянной теплоемкостью. Выражения для термодинамических величин за фронтом ударной волны. Предельная степень сжатия.

#### 12. Центрированная волна разрежения

Волна разрежения, центрированная волна разрежения. Выражения для термодинамических функций в волне разрежения для газа с постоянной теплоемкостью. Истечение в вакуум.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Основы сканирующей зондовой микроскопии**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), его возможностей и ограничений собственных СЗМ.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области физического материаловедения;
- приобретение теоретических знаний в области изучения свойств наноструктур и квантово-механических аспектов измерения на атомных масштабах;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области СЗМ;
- приобретение навыков работы на отечественном наноизмерительном оборудовании.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- квантовые явления, наблюдаемые при помощи зондовых сканирующих микроскопов и экспериментальные физические методы, разработанные на их базе;
- экспериментальные основы сканирующей зондовой микроскопии.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценивать степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

**Темы и разделы курса:**

1. Возможности нанотехнологий

Этапы становления: от просто электроники к микро- и нанoeлектронике. Классическое и квантовое поведение рабочих элементов. Основные типы современных полупроводниковых элементов. Планарная технология и трехмерные микросхемы. Принцип работы полевого транзистора и предельные возможности в плане уменьшения размеров и повышения быстродействия современных логических элементов. Производить можно только то, что умеешь измерять. Основные методы контроля полупроводниковых структур. Электрические измерения. Оптические методы контроля. От исследования отдельных нанoeлектронных элементов к интегральным схемам нового поколения. Физические эффекты и технологические прорывы на пути к новой электронике. Обзор основных эффектов и разработанных устройств для нанoeлектроники. От одноэлектронных транзисторов до волоочных лазеров. Квантовый компьютер: физика явления и математические достоинства. Связанные состояния и квантовая криптография. Одноэлектронный транзистор, эффект Джозевсона, квантовый эффект Холла и другие микроскопические явления с макропоследствиями. Квантовый пересмотр международной системы единиц и замыкание всех измерений на физические воспроизводимые константы. Молекулярная электроника и органические полупроводники. Квантовые точки и провода. Методы создания, исследования и перспективы применения.

## 2. Графен и перспективы его использования в нанoeлектронике

Новая форма кристаллического углерода «графен» и перспективы его использования в нанoeлектронике. Свойства графитовых нанотрубок и их реальные применения. Алмазная электроника и альтернативные варианты широкозонных полупроводников. Полупроводниковые сверхрешетки и другие перспективы освоения терагерцового диапазона частот. Нобелевская премия по физике 2007 года, гигантское магнетосопротивление и нанотехнологические применения этого замечательного эффекта.

## 3. Изучение программ управления атомно-силовым микроскопом и сканирующим нанотвердомером

Лабораторная работа. Знакомство с программами управления и обработки данных СЗМ ИНТЕГРА (NTEGRA) и НаноСкан (NanoScan).

## 4. Изучение программных средств обработки изображений, получаемых с помощью сканирующих зондовых микроскопов

Лабораторная работа. Методы обработки изображений, используемые в сканирующей зондовой микроскопии.

## 5. Изучение физических характеристик приборов нанолaborатории

Лабораторная работа. Исследование метрологических характеристик прибора NanoScan Compact 2.

Лабораторная работа. Реализация режима измерительного динамического индентирования на NanoScan 3D 2.

Лабораторная работа. Изучение метрологических характеристик СЗМ ИНТЕГРА 2.

## 6. Исторические аспекты создания высоковакуумного измерительного комплекса НАНОФАБ фирмы NT-MTD

Достижения и ограничения классической оптической микроскопии. Круг задач успешно решаемых с помощью оптических наблюдений. Просвечивающие и сканирующие электронные микроскопы. История развития и современные возможности Ионный микроскоп Эдвина Мюллера и его модификации. Рентгеновские дифрактометрия и структурный анализ.

Акустический сканирующий микроскоп. Компьютерная томография и экспресс диагностика состояния организма человека. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ): метрологические ограничения и технологические возможности. Зонд, как средство измерения. Поиски эффектов чувствительных к изменению расстояния. Основные принципы и потенциальные возможности сканирующей зондовой микроскопии. За что Герд Бинниг и Генрих Рорер получили Нобелевскую премию и как СЗМ помогают развивать нанoeлектронику.

## 7. Методы исследования свойств материалов на нанoуровне

Исследование атомарной структуры поверхности и манипулирование отдельными атомами и молекулами с помощью СТМ. Трудности, возникающие при работе туннельных микроскопов в условиях нормальной атмосферы. Альтернативные методы измерения проводимости подложки и тока растекания. Специфика работы с непроводящими поверхностями и различные режимы работы классических АСМ. Измерение локальной емкости, сил электростатического и магнитного взаимодействия. Исследования элементов микроэлектронных схем. Исследование доменной структуры сегнетоэлектриков и ферромагнетиков, изучение полупроводников и гетероструктур. Определение таких механических свойств материалов, как модуль Юнга и твердость с помощью АСМ.

Различные способы реализации режимов наноиндентирования и склерометрии на манометровых масштабах. Исследования тонких пленок и покрытий с помощью СЗМ.

Исследование доменной структуры сегнетоэлектриков и ферромагнетиков, изучение полупроводников и гетероструктур. Спектрометрические измерения с помощью СЗМ, включая использование эффекта гигантского комбинационного рассеяния, называемого также зондово-усиленной Рамановской спектроскопией. Томографические трехмерные исследования образцов с помощью СЗМ и ПЭМ. Особенности использования СЗМ в биологии. Мягкость и липкость биосистем, как факторы, ограничивающие достижимое разрешение.

Жидкостные и термостатированные ячейки для исследования клеточных препаратов методами АСМ.

## 8. Методы обработки изображений, используемые в СЗМ

Методы визуализации и обработки изображений получаемых на СЗМ. Способы представления исследуемых объектов, работа с двумерными картинками и измерения на них. 3D-изображения и влияние характера освещения на заметность, исследуемых структур. Методы фильтрации, повышения контраста и решения задачи деконволюции формы иглы. Особенности создания образцовых мер длины, высоты, упругости, твердости, электропроводности и других для калибровки СЗМ.

## 9. Методы формирования наноструктур

Методы формирования наноструктур: электронно-лучевая и ионная литография.

Самоорганизация и иерархическое устройство – ключ к построению новых нанoeлектронных устройств. Соединение в рамках одного нанoeустройства сенсорной, аналитической и исполнительной функции. Отменяют ли нанотехнологические и нанoeлектронные достижения традиционные производства? Возможна ли не белковая форма существования жизни или когда роботы станут умнее людей?

## 10. Моделирование атомарных структур, кластеров и нанотрубок с помощью сильных магнитов

Лабораторная работа. Моделирование атомарных структур с помощью магнитных шариков.

#### 11. Оптика наноструктурированных материалов

Оптика наноструктурированных материалов и фотонных кристаллов. Среды с отрицательным показателем преломления и сильно нелинейные материалы. Сверхпроводящие нанопроволоки - элементы однофотонных квантовых детекторов.

#### 12. Перспективы развития СЗМ

Актуальные задачи современного микроскопостроения и способы соединения в рамках одного технологического цикла различных технологических процедур. Современные нанотехнологические комплексы на базе нанофабрик и центров синхротронного излучения.

#### 13. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов

Зонд, как средство измерения, вместо волн излучения. Поиски эффектов чувствительных к изменению расстояния. Пьезокерамические сканеры и манипуляторы, используемые в СЗМ. Туннельный эффект и возможности Сканирующего Туннельного Микроскопа. Силы взаимодействия между твердыми телами и Атомно Силовой Микроскоп. Ближнепольный оптический сканирующий микроскоп. Кремневый кантилевер и лазерный дефлектор, как основа целого класса СЗМ. Использование пьезорезонансных датчиков в СЗМ.

Многофункциональные СЗМ, технологического назначения. Пьезокерамические сканеры и манипуляторы, используемые в СЗМ. Специфика конструктивных решений, используемых в СЗМ NanoScan. Изучение типичных конструктивных решений, используемых в СЗМ. Особенности систем управления сканирующими зондовыми микроскопами.

Многофункциональные СЗМ, технологического назначения. Знакомство с семейством микроскопов NTEGRA российской фирмы НТ-МДТ. Обзор основных зарубежных производителей СЗМ и их специализации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Основы современной физики: лабораторный практикум**

#### **Цель дисциплины:**

формирование базовых знаний по основам современной физики 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 основам современной физики;
- 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:**

- фундаментальные законы и понятия квантовой макрофизики, а также границы их применимости;
- основные метода описания кристаллических структур, понятия примитивной и элементарной ячеек, ячейка Вигнера-Зейтца, понятия обратной решётки и первой зоны Бриллюэна;
- основные экспериментальные методы определения параметров кристаллических структур: рентгеновские и нейтронные методы исследования, дифракция Брэгга-Вульфа;
- способы описания коллективных возбуждений кристаллической решётки, иметь представление о фононах;
- метод описания поведения электронов в твёрдых телах: зонная теория, распределение Ферми-Дирака, модель сильной и слабой связи;
- особенности строения полупроводников, а также поведения электронов в полупроводниках;

- основные положения электронно-дырочной проводимости металлов и полупроводников;
- иметь представление о примесной проводимости в полупроводниках;
- связь контактная разности потенциалов и термоЭДС;
- базовые модели описания явлений сверхтекучести и сверхпроводимости;
- положения квантового описания магнитных свойств твёрдых тел.

**уметь:**

- применять изученные законы квантовой физики для решения конкретных задач;
- уметь пользоваться классификацией типов кристаллических решёток Браве;
- применять законы дисперсии фононов для расчёта теплоёмкости кристаллов в мках модели Дебая и Эйнштейна;
- вычислять закон дисперсии для электронов и дырок в рамках слабой и сильной связи;
- определять уровень энергии ферми в металлах и полупроводниках относительно края зоны проводимости;
- определять вид температурной зависимости электропроводности полупроводников;
- вычислять вид вольт-амперной характеристики p-n перехода;
- 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 макрофизики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач квантовой макрофизики.

**Темы и разделы курса:**

1. Закон Кюри - Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках.

Исследуется температурная зависимость магнитной восприимчивости металлического гадолиния в парамагнитной области (выше точки Кюри). По измеренной температуре Кюри оценивается энергия обменного взаимодействия.

2. Электронный парамагнитный резонанс.

Исследуется ЭПР в молекуле ДФПГ. По результатам измерений определяется g-фактор электрона и ширина линии ЭПР.

### 3. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников.

Исследуется температурная зависимость проводимости германия и кремния. По результатам определяется ширина запрещенной зоны и сравниваются погрешности трех методов.

### 4. Исследование собственной и примесной фотопроводимости в полупроводниках

Исследование собственной и примесной проводимости в полупроводниках.

Исследуется спектральная зависимость фототока в образцах CdS и CdSe с примесями ионов меди. По результатам определяются ширина запрещенной зоны полупроводника и энергия ионизации примеси.

### 5. Измерение контактной разности потенциалов в полупроводниках (в германиевом диоде)

Измеряется температурная зависимость сопротивления германиевого диода. По результатам определяется контактная разность потенциалов (p-n)-перехода.

### 6. Туннелирование в полупроводниках

Исследуется принцип действия туннельного диода. Измеряется его вольт-амперная характеристика и определяются основные параметры диода.

### 7. Проверка закона Видемана-Франца

Черырехточечным методом определяются коэффициенты теплопроводности и электрическая проводимость при комнатной температуре для меди, латуни, алюминия и дюралюминия. По результатам вычисляется постоянная Лоренца.

### 8. Измерение сечения образования электрон-позитронных пар.

С помощью телескопа из двух сцинтилляторов и черенковского детектора измеряется сечение образования электрон-позитронных пар в свинце. Измеряется радиационная длина и длина поглощения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Основы современной физики**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области квантовой макрофизики 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 макрофизики и физики конденсированного состояния.
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения задач квантовой макрофизики
- 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 макрофизики, а также границы их применимости:
- основные метода описания кристаллических структур, понятия примитивной и элементарной ячеек, ячейка Вигнера-Зейтца, понятия обратной решётки и первой зоны Бриллюэна.
- основные экспериментальные методы определения параметров кристаллических структур: рентгеновские и нейтронные методы исследования, дифракция Брэгга-Вульфа.
- способы описания коллективных возбуждений кристаллической решётки, иметь представление о фононах.
- метод описания поведения электронов в твёрдых телах: зонная теория, распределение Ферми-Дирака, модель сильной и слабой связи.
- особенности строения полупроводников, а также поведения электронов в полупроводниках.

- основные положения электронно-дырочной проводимости металлов и полупроводников.
- иметь представление о примесной проводимости в полупроводниках
- связь контактная разности потенциалов и термо ЭДС.
- базовые модели описания явлений сверхтекучести и сверхпроводимости
- положения квантового описания магнитных свойств твёрдых тел

**уметь:**

- применять изученные законы квантовой физики для решения конкретных задач:
- уметь пользоваться классификацией типов кристаллических решёток Браве.
- применять законы дисперсии фононов для расчёта теплоёмкости кристаллов в мках модели Дебая и Эйнштейна.
- вычислять закон дисперсии для электронов и дырок в рамках слабой и сильной связи
- определять уровень энергии ферми в металлах и полупроводниках относительно края зоны проводимости
- определять вид температурной зависимости электропроводности полупроводников
- вычислять вид вольтамперной характеристики p-n перехода
- 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 макрофизики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач квантовой макрофизики.

**Темы и разделы курса:**

1. Кристаллическая структура твердых тел.

Трансляционная симметрия кристаллов, решетка Бравэ, элементарная и примитивная ячейки, базис. Рентгеновские и нейтронные методы исследования кристаллических структур, дифракция Брэгга–Вульфа, обратная решетка, зона Бриллюэна.

2. Типы связей в кристаллах.

Типы связей в кристаллах: кулоновская (ионные кристаллы), ковалентная связь (атомные кристаллы), ван-дер-ваальсовская (молекулярные кристаллы), металлическая (металлы). Энергия отталкивания, потенциал Леннарда–Джонса. Дефекты кристаллической решетки.

### 3. Колебания кристаллических решеток. Фононы.

Гармонические колебания одномерной решетки одинаковых атомов и решетки из чередующихся атомов двух сортов. Адиабатическое приближение. Законы дисперсии, квазиимпульс, акустические и оптические моды колебаний атомов в кристаллах. Переход к нормальным модам. Фононы как квазичастицы, аналогия с фотонами.

### 4. Решеточная теплоемкость.

Возбужденные состояния кристалла. Решеточная теплоемкость. Закон Дюлонга и Пти. Дебаевское приближение для акустической ветви колебаний твердого тела, температура Дебая. Модель Эйнштейна для описания оптических ветвей колебаний твердого тела. Решеточная теплопроводность, процессы переброса.

### 5. Свободный электронный газ. Энергия Ферми.

Модель свободных электронов. Характер распределения электронов по энергии при нуле температур, наличие максимальной энергии (энергия Ферми). Энергетическое распределение электронов при ненулевой температуре (распределение Ферми). Химпотенциал, температура вырождения. Плотность состояний на поверхности Ферми. Электронная теплоемкость и ее температурная зависимость, соотношение с решеточной теплоемкостью.

### 6. Зонный характер спектра электронов в твердых телах. Поверхность Ферми.

Физическая причина появления зон разрешенных и запрещенных значений энергии, модели слабой и сильной связи. Теорема Блоха. Расчет закона дисперсии в модели сильной связи. Фотонные кристаллы. Качественное объяснение различия в электропроводности изоляторов, полупроводников и металлов. Объяснение сплошного спектра излучения твердых тел. Понятие о ферми-жидкости, электроны и дырки как квазичастицы.

### 7. Кинетика электронов в металлах.

Электропроводность классического газа носителей в модели Друде–Лоренца. Электропроводность металла. Роль длины свободного пробега. Электронная теплопроводность. Качественное различие механизмов релаксации энергии и импульса электронов в процессах тепло- и электропроводности, закон Видемана–Франца. Правило Маттисена для электронов проводимости в металлах. Температурная зависимость рассеяния электронов на фононах и примесях и друг на друге. Закон Блоха–Грюнайзена.

### 8. Полупроводники. Электронные и дырочные возбуждения.

Электронные и дырочные возбуждения в полупроводниках, заряд дырок. Эффективная масса носителей заряда. Условие электро-нейтральности. Собственные и примесные полупроводники, донорные и акцепторные уровни, оценка энергии мелких примесных уровней. Температурная зависимость положения уровня Ферми в полупроводниках.

## 9. Кинетика носителей заряда и свойства полупроводников.

Зависимость концентрации проводящих электронов от температуры. Электропроводность полупроводников. Подвижность носителей. Температурная зависимость времени релаксации электронов. Контактные явления в полупроводниках. Равенство химпотенциалов при равновесии. (p–n)-переход во внешнем электрическом поле. Выпрямляющие свойства (p–n)-перехода.

## 10. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.

Сверхтекучесть. Квантовые возбуждения в сверхтекучей жидкости, закон дисперсии. Критерий сверхтекучести Ландау. Качественное объяснение отсутствия вязкости в сверхтекучем гелии. Явление сверхпроводимости, отличие сверхпроводника от идеального металла, эффект Мейсснера, лондоновская глубина проникновения. Роль кристаллической решетки в явлении сверхпроводимости, изотоп-эффект, куперовское спаривание. Качественное подобие явлений сверхтекучести и сверхпроводимости как квантового явления в системе бозонов.

## 11. Свойства сверхпроводников. Энергетическая щель.

Длина когерентности, нулевой импульс пары, s-спаривание электронов. Связь длины когерентности с величиной сверхпроводящей щели. Величина щели в теории БКШ. Критическое магнитное поле. Критический ток, правило Сильсби. Квантование магнитного потока. Сверхпроводники I и II рода, понятие о вихрях магнитного потока, вихревая решетка, пиннинг. Первое и второе критические поля, оценки их величин. Высокотемпературные сверхпроводники. Области практического использования и перспективы применения сверхпроводимости.

## 12. Низкоразмерные системы.

Эффект Ааронова–Бома. Низкоразмерные структуры, понятие о квантовых ямах, проволоках и точках. Двухмерный характер движения электронов в структурах металл–окисел–полупроводник (МОП-структура). Квантование Ландау. Эффект Холла в полупроводниках, холловское удельное сопротивление (постоянная Холла). Квантовый эффект Холла, квантовый эталон сопротивления.

## 13. Магнетизм веществ. Статика.

Магнетизм веществ: диа-, пара- и ферромагнетики. Формула Ланжевена–Бриллюэна для описания намагничивания парамагнетиков. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау. Квантовая природа ферромагнетизма. Модель Гейзенберга для описания обменного взаимодействия, энергия анизотропии. Одноионная анизотропия. Модель Изинга.

## 14. Динамика магнетиков. Спиновые волны.

Теория среднего поля для описания магнитного упорядочения. Закон Кюри–Вейсса. Возбуждения в спиновой системе ферромагнетиков. Классическое и квантовое описание спиновых волн. Закон 3/2 Блоха. Магнетизм электронов проводимости. Критерий Стонера.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Основы теории микроскопических химических и фотофизических процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных физических представлений о природе химической связи и структуре молекул, свойств электромагнитного излучения и его взаимодействия с молекулами.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области теории химической связи и строения молекул;
- приобретение теоретических знаний о структуре электромагнитного излучения и его взаимодействия с молекулами;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области химической кинетики и фемтохимии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные представления теории строения молекул;
- основные представления теории взаимодействия излучения с молекулами;
- порядки численных величин, характерные для молекулярной физики.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных молекулярных процессов;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

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

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами молекул, электромагнитного излучения и взаимодействия между ними.

**Темы и разделы курса:**

1. Взаимодействие квантованного электромагнитного поля излучения с молекулярной системой

Вероятность спонтанного излучения фотона возбужденной молекулярной системой. Электро-дипольное приближение. Поглощение и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение линии излучения. Сечение поглощения излучения молекулярной системой.

2. Внутримолекулярные процессы обмена энергией

Преддиссоциация двухатомных молекул, формула Ландау-Зинера для вероятности неадиабатического перехода. Представление о безызлучательных электронно-колебательных переходах в многоатомных молекулах.

3. Колебательно- вращательные состояния стабильных двухатомных молекул

Электронно-колебательно-вращательные состояния двухатомной молекулы, их квантовые числа и свойства симметрии. Влияние спина ядер в случае гомоядерных молекул. Колебания двухатомной молекулы – гармонический потенциал и потенциал Морзе. Роль эффектов ангармоничности.

4. Колебательно- вращательные состояния стабильных многоатомных молекул

Условия Экарта разделения колебательного и вращательного движений многоатомной молекулы. Модель жесткий волчок - совокупность гармонических осцилляторов. Нормальные колебания и их связь со свойствами симметрии молекул. Ангармонизм колебаний в многоатомных молекулах, его качественное отличие от ангармонизма в двухатомных молекулах. Резонанс Ферми.

5. Потенциальные кривые двухатомной молекулы, ее свойства симметрии и электронные квантовые числа вблизи равновесного межъядерного расстояния

Притягивающие и отталкивательные потенциальные кривые, квазипересечение потенциальных кривых. Свойства симметрии двухатомной молекулы и соответствующие электронные квантовые числа. Модель аксиально-симметричного поля. Одноэлектронные

уровни энергии и волновые функции (молекулярные орбитали). Электронные конфигурации двухатомных молекул. Учет электронной корреляции и спин-орбитального взаимодействия. Свойства симметрии молекулярных орбиталей и корреляционные диаграммы. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Молекулярные орбитали как линейные комбинации атомных орбиталей.

6. Правила отбора и интенсивность спектральных линий излучения двухатомных молекул

Структура спектров излучения двухатомных молекул. Правила отбора по электронным и вращательным квантовым числам. Принцип Франка-Кондона для электронно-колебательных переходов. Относительный порядок величины вероятностей перехода для вращательных, колебательно-вращательных и электронно-колебательно-вращательных переходов. Запрещенные переходы.

7. Правила отбора и интенсивность спектральных линий излучения атомов

Понятие о неприводимых тензорных операторах. Правила отбора для электро-дипольных переходов в атомах и порядок величины вероятностей излучения фотона в единицу времени для разрешенных переходов.

8. Представления об электронной структуре атома

Приближение центрального поля. Одноэлектронные атомные уровни энергии и волновые функции (атомные орбитали). Многоэлектронные атомные состояния в приближении центрального поля (конфигурации), роль принципа Паули и спина электрона. Учет электростатической корреляции электронов. Спин-орбитальное взаимодействие и уровни тонкой структуры.

9. Приближенные подходы к решению электронного уравнения Шредингера для молекулярных систем

.

Стационарная теория возмущений Рэлея-Шредингера для невырожденных и вырожденных состояний дискретного спектра. Использование вариационного принципа для решения электронного уравнения Шредингера и модели с конечным числом электронных состояний. Модель двух квантовых состояний и эффект квазипересечения уровней энергии в случае зависимости гамильтониана модели от параметра. Адиабатические и диабатические состояния.

10. Применение теории групп к анализу уравнения Шредингера для молекулярных систем

Точные и приближенные свойства симметрии электронного уравнения Шредингера. Основные понятия теории представления групп. Неприводимые представления группы симметрии гамильтониана и его собственные состояния. Теоретико-групповая формулировка правил отбора для матричных элементов.

11. Происхождение химической связи в двухатомной молекуле в модели независимых электронов на примере иона  $H_2^+$

Теорема Гельмана-Фейнмана для иона  $H_2^+$ . Два нижних электронных состояния  $H_2^+$  в приближении линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО). Кулоновский и резонансный интегралы и интеграл перекрытия. Связывающая и разрыхляющая молекулярные орбитали и природа различия между ними.

## 12. Теория возмущений, зависящих от времени

Представление взаимодействия Дирака. Вероятность перехода в единицу времени, золотое правило Ферми.

## 13. Уравнение Шредингера для системы электронов и ядер как основа микроскопической теории строения молекул и химических превращений

Уравнение Шредингера для молекулы. Нерелятивистский и релятивистский вклады. Относительный порядок величины различных вкладов. Приближение Борна-Оппенгеймера для молекулы. Адиабатические электронные потенциальные поверхности и неадиабатическая связь.

## 14. Химическая связь в двухатомных молекулах в рамках модели независимых электронов

Молекулярные орбитали для гомоядерной двухатомной молекулы. Связывающие и разрыхляющие орбитали и определение характера орбиталей с помощью метода линейной комбинации атомных орбиталей и диаграмм распределения электронной плотности атомных орбиталей. Относительное расположение одноэлектронных уровней в гомоядерной двухатомной молекуле. Корреляционные диаграммы для одноэлектронных уровней энергии. Связь между набором чисел заполнения одноэлектронных молекулярных уровней энергии в основном электронном состоянии и числом химических связей.

## 15. Химическая связь в многоатомных молекулах с локализованными связями в рамках модели независимых электронов

Модель независимых электронов для многоатомных молекул. Делокализованные молекулярные орбитали и локализованные орбитали связей. Гибридизация и ее связь с геометрической структурой молекул и связи. Ограниченность представления о локализованных связях.

## 16. Химическая связь в многоатомных молекулах с сопряженными связями в рамках модели независимых электронов

Отклонение от аддитивности энергий связей в ароматических углеводородах. Делокализованные молекулярные орбитали в ароматических соединениях. Энергетический стабилизирующий эффект делокализации электронов.

## 17. Электромагнитное поле в квантовой теории

Монохроматические электромагнитные волны, их характеристики. Квантование электромагнитного поля. Фотоны и классические электромагнитные волны. Когерентные состояния электромагнитного поля. Оператор взаимодействия электромагнитного поля с молекулярной системой.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Основы физической супрамолекулярной химии**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ физической химии, супрамолекулярной химии, физико-химической теории растворов, основных теорий: Модели Борна. механизма Айгена-Винклера, теории Онзагера, теории Дебая-Хюккеля.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых теоретических знаний в области физической супрамолекулярной химии, изучение простейших методов решения задач физической супрамолекулярной химии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- термодинамические и химические потенциалы;
- теорию кислот и оснований Аррениуса;
- определение водородного показателя;
- буферные системы и их предназначение;
- основные теории растворов;
- понятия о кинетике химических реакций;
- понятия о некоторых механизмах реакций в биологических системах.

##### **уметь:**

- решать задачи по физической супрамолекулярной химии;
- рассчитывать водородный показатель раствора;
- рассчитывать буферную емкость раствора.

##### **владеть:**

- методом квазистационарных концентраций;
- теоретическими основами расчета концентраций растворов.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение. Единицы измерения

Введение. Единицы измерения.

#### 2. Термодинамические и химические потенциалы

Термодинамические потенциалы. Химический потенциал. Преобразование Лежандра. Теорема Эйлера. Уравнение Гиббса-Дюгема. Условия равновесия физико-химических процессов. Коэффициент активности. Изменение потенциала Гиббса в ходе химической реакции. Закон равновесия в приближении разбавленного раствора. Зависимость констант равновесия от температуры. Влияние давления.

#### 3. Теории кислот и оснований

Теория кислот и оснований Аррениуса. Определение pH в водных растворах. Растворы электролитов. Буферная система.

#### 4. Сольватация, теории сольватации

Сольватация, селективная сольватация. Энергия сольватации. Числа сольватации. Межмолекулярные взаимодействия: универсальные и специфические (водородная связь). Коллоидные растворы (мицеллы, микроэмульсии). Модель Борна. Контактные и сольватно-разделенные ионные пары. Механизм Айгена-Винклер. Теория Онзагера. Теория Дебая-Хюккеля. Радиус Дебая. Ионная сила раствора. Ионные жидкости. Жидкостная экстракция.

#### 5. Статистические гипотезы распределения

Статистические суммы и функции распределения. Гипотеза об аддитивности парных взаимодействий. Радиальная функция распределения и методы ее определения.

#### 6. Основные понятия химической кинетики

Закон действующих масс. Принцип независимости протекания реакций. Зависимость между константами скорости и константой равновесия химической реакции. Простые обратимые реакции. Кинетически сложные реакции. Ферментативный катализ (уравнение Мехэлиса-Ментен).

#### 7. Метод квазистационарных концентраций

Метод Боденштейна-Семенова (метод квазистационарных концентраций), условия применимости. Кинетика сольватации. Реакции, лимитируемые диффузией. Соотношение Эйнштейна. Вращательная диффузия. Эффект клетки.

#### 8. Основные понятия о фотосинтезе

Фотосинтез. Донорно-акцепторные системы. Фотоперенос электрона. Влияние магнитных полей на скорость химических реакций. Механизм радикальных пар.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Основы финансово-экономического анализа и планирования**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство слушателей с методами финансовых расчетов для повышения уровня их финансовой грамотности;
- формирование навыков анализа финансово-экономических проблем на микро- и макроуровнях;
- приобретение навыков принятия обоснованных экономических решений в областях жизнедеятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате изучения курса студент должен:

- знать основные результаты финансовых аспектов микро- и макроэкономической теории;
- обладать навыками экономического моделирования для принятия обоснованных экономических решений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- ключевые положения разделов микро- и макроэкономической теории, связанных с финансовым анализом, а также иметь представление о возможностях применения теории для анализа финансово-экономических последствий принимаемых решений;

##### **уметь:**

- моделировать и анализировать ситуации с использованием микро- и макроэкономического финансового инструментария, а также интерпретировать полученные результаты;

##### **владеть:**

- логикой экономического анализа и подходами к решению финансово-экономических задач.

## Темы и разделы курса:

### 1. Основы финансовой грамотности индивида

Эффективность вложения свободных средств в банковский сектор: депозитные вклады, процентные ставки. Альтернативные варианты вложения денег (облигации, акции, векселя). Дисконтирование как инструмент финансовых вычислений.

Поведение индивида в условиях неопределенности. Задача формирования оптимального портфеля инвестиций. Модель спроса на страховку.

Функция полезности потребителя. Построение функции полезности на основе кривых безразличия. Примеры функций полезности для основных типов предпочтений.

Выбор потребителя. Задача максимизации полезности при бюджетном ограничении. Функции спроса.

Концепция выявленного предпочтения. Слабая аксиома выявленных предпочтений.

### 2. Макроэкономические аспекты финансовой деятельности

Современные финансовые рынки. Рынки капиталов и денежные рынки. Инструменты финансовых рынков. Мировые финансовые центры и биржи.

Спрос на деньги и предложение денег. Денежная масса (агрегаты  $M_0$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ). Создание депозитов в банковской системе. Денежный мультипликатор. Банки и банковская система. Банки в эпоху глобализации и цифровой экономики. Центральный банк и его функции.

Инструменты влияния государства на предложение денег (операции на открытом рынке, изменение ключевой ставки процента, изменение нормы резервирования). Современные тенденции на финансовых рынках: Биткойны.

Инфляция: причины, ее виды и влияние на экономику потребления и экономику развития. Валютные курсы: как они формируются и их влияние на экономическую динамику. Проблема оттока капитала для РФ.

### 3. Государственное регулирование экономики и финансов

ВВП как сумма доходов экономических субъектов. Инвестиции и сбережения. Бюджетный дефицит. Равновесный уровень ВВП. Мультипликаторы Кейнса.

Государственный бюджет РФ: источники пополнения и направления расходования.

Налоги и другие обязательные платежи.

Модели экономики для демонстрации последствий принимаемых решений государства. Модель AD-AS (замкнутая экономика). Формула торгового сальдо страны. Платежный баланс. Модель IS-LM-VP (открытая экономика).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Практика программирования с использованием C++**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами методов проектирования и программирования объектно-ориентированных программ на языке C++, а также знаний в области применения современных высокопроизводительных комплексов различной архитектуры в научных исследованиях и прикладных областях, в том числе при математическом моделировании и обработке больших массивов данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- Обучение студентов принципам создания программных комплексов, выявление особенностей их создания в парадигме объектно-ориентированного программирования;
- обучение студентов принципам создания эффективных параллельных алгоритмов и программ, знакомство с основными методами и принципами параллельного программирования, основными технологиями параллельного программирования;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования и численных методов 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:**

- Общие понятия о структурах данных: стеки, очереди, списки, деревья, таблицы;
- теоретические подходы к созданию комплексов программ;
- идеологию объектно-ориентированного подхода;
- современные проблемы моделирования, численных методов и создания комплексов программ;
- основы архитектуры электронно-вычислительной машины (ЭВМ), представление информации в ЭВМ и архитектурные принципы повышения их производительности.
- основные принципы устройства и работы операционной системы;
- основы работы с пакетами прикладных программ в области математики и физики.

**уметь:**

- Применять объектно-ориентированный подход для написания программ;
- использовать современные средства создания комплексов программ;
- создавать безопасные программы, используя современные средства для отладки программ;
- выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента;
- абстрагироваться от несущественного при математическом моделировании;
- использовать сигналы и сообщения для взаимодействия процессов между собой и с операционной системой;
- разрабатывать полные законченные программы на одном из языков высокого уровня как индивидуально, так и в команде, с использованием современных средств написания и отладки программ;
- использовать знания по информатике для приложений в инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности.

**владеть:**

- Навыками самостоятельной работы в среде объектно-ориентированного программирования на языке C++;
- навыками освоения современных архитектур ЭВМ;
- навыками программирования с использованием средств операционной системы для решения исследовательских задач;
- объективной картиной теории и практики объектно-ориентированного программирования.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Типы данных.

Философия языка. История развития. Стандарты ISO. IDE Microsoft Visual Studio. Препроцессор, компилятор и компоновщик. Простейшая программа. Объекты и значения. Правила именования. Объявление и определение. Инициализация. Фундаментальные типы данных. Приведения типов. Проблема переносимости. Псевдонимы. Условные выражения. Циклы.

## 2. Указатели и массивы.

Ячейки памяти. Адреса и указатели. Сегменты адресного пространства процесса. Глобальные и локальные объекты. Встроенные статические массивы. Выделение памяти в

куче. Встроенные динамические массивы. Проблемы освобождения памяти. Связь встроенных массивов и указателей. Арифметика указателей. Свойства C-строк. Многомерные массивы. Ссылки.

### 3. Функции и лямбды.

Функции. Объявление и определение. Forward declaration. Встроенные функции. Атрибуты функций. Передача аргументов по значению, указателю и ссылке. Значения аргументов по умолчанию. Статические переменные. Перегрузка функций. Указатели на функции. Лямбда-функции. Рекурсия. Функциональное программирование. Макросы. Условная компиляция.

### 4. Структуры и перечисления.

Структуры. Данные-члены. Агрегатная инициализация. Plain Old Data. Конструкторы. Функции-члены. Выравнивание в памяти. Битовые поля. Объединения. Перечисления без области видимости. Перечисления с областью видимости. Модульность программы. Глобальная область видимости. Пространства имен. Свойство аддитивности пространства имен. Поиск Кёнига.

### 5. Введение в классы.

Классы. Инвариант. Интерфейс и реализация. Инкапсуляция. Секции класса. Инициализация полей класса. Специальные функции-члены класса. Конструктор и деструктор. Статические члены класса. Друзья класса. Идиома RAII. Объектно-ориентированное программирование. Раздельная компиляция. Правило одного определения. Внутреннее и внешнее связывание.

### 6. Проектирование классов.

Проектирование классов. Перегрузка операторов. Концепции rvalue и lvalue. Идентифицируемость и перемещаемость. Классификация значений. rvalue-ссылки и lvalue-ссылки. Универсальные ссылки. Копирование и перемещение. Перемещающие специальные функции-члены. Правила генерации специальных функций-членов. Поверхностное и глубокое копирование.

### 7. Иерархии классов.

Наследование. Иерархии классов. Принцип подстановки Лисков. Наследование интерфейса и реализации. Открытое и закрытое наследование. Композиция. Полиморфизм. Виртуальные функции. Динамический и статический типы объекта. Абстрактный базовый класс. Чистая виртуальная функция. Множественное наследование. Виртуальные базовые классы.

### 8. Обработка ошибок.

Обработка ошибок. Коды возврата. Механизм исключений. Правило 80/20. Гарантии безопасности исключений. Идиома RAII. Стандартная иерархия исключений. Проектирование пользовательского класса исключений. Особенности перехвата исключений. Практика использования отладчика IDE Microsoft Visual Studio. Создание и анализ дампов. Логирование.

### 9. Шаблоны.

Шаблоны функций. Инстанцирование шаблона. Двухэтапная трансляция шаблона. Перегрузка шаблонов функций. Шаблоны классов. Полная и частичная специализации шаблона. Низводящие преобразования. Значения параметров шаблона по умолчанию. Нетиповые параметры шаблона. Обобщенное программирование. Шаблоны псевдонимов. Шаблоны переменных.

#### 10. Вариативные шаблоны.

Вариативные шаблоны. Пакет параметров шаблона. Пакет параметров функции. Рекурсивная обработка пакета вариативного шаблона. Выражения свертки. Вариативные выражения. Вариативные индексы. Вариативные базовые классы. Статический полиморфизм. Странно рекурсивный шаблон проектирования. Метод Бартона-Нэкмана. Фасады. Миксины.

#### 11. Семантика перемещения.

Семантика перемещения в шаблонах. Свойства модифицируемости, константности и перемещаемости параметров шаблонов. Вывод типа в шаблонах. Идеальная передача. Универсальные ссылки. Шаблоны специальных функций-членов. Идиома SFINAE. Управляемое отключение шаблонов. Передача по ссылке и значению. Шаблоны свойств и преобразований типов.

#### 12. Метапрограммирование.

Метапрограммирование шаблонов. Полнота языка шаблонов по Тьюрингу. Вычисления во время компиляции. Нетиповые параметры шаблонов. Специализация шаблонов. Рекурсивное инстанцирование шаблонов. Использование ключевого слова `constexpr`. Условный оператор `if` времени компиляции. Гибридное метапрограммирование. Класс `ratio` времени компиляции.

#### 13. Повторение.

Предельное быстродействие векторных программ. Две части программ — скалярная и векторная. Дополнительные затраты на организацию векторных вычислений во время работы программы. Ограниченное число векторных регистров. Ограничения на используемые операторы в векторизуемых циклах.

#### 14. Стандартная библиотека.

Повторение. Стандартная библиотека. Библиотеки Boost. Другие библиотеки. Настройка проекта в IDE Microsoft Visual Studio. Этапы жизненного цикла программного обеспечения. Система контроля версий GIT. SmartGit. Continuous Integration и Continuous Deployment.

#### 15. Интеллектуальные указатели.

Интеллектуальные указатели. Аллокаторы. Итераторы. Категории итераторов. Особенности использования итераторов. Класс `ratio`. Библиотека `chrono`. Интервал времени. Момент времени. Эпоха. Часы. Разработка хронометра для измерения времени выполнения блока кода.

#### 16. Последовательные контейнеры.

Последовательные контейнеры STL. `array`, `vector`, `deque`, `list`, `forward list`. Специальные контейнеры. Адаптеры контейнеров. `stack`, `queue`, `priority queue`. Битовое множество.

valarray. Циклический буфер Boost. Многомерный массив Boost. Кортеж. Гетерогенные контейнеры.

#### 17. Ассоциативные контейнеры.

Ассоциативные контейнеры STL. Множество. Отображение. Двустороннее отображение Boost. Неупорядоченные контейнеры STL. Хэш-таблица. Хэш-функция. Способы разрешения коллизий. Метод цепочек. Метод открытой адресации. Рехэширование. Boost Multi-index.

#### 18. Алгоритмы STL.

Алгоритмы STL. Итераторы. Адаптеры итераторов. Итераторы вставки. Поточные итераторы. Функциональные объекты, функции и лямбда-функции. Классификация алгоритмов STL. Генерация случайных чисел. Seed. Генератор. Распределение. Boost Graph Library.

#### 19. Обработка текста.

Обработка текста. Строки. Интернационализация и локализация. Локали. Фацеты. Кодирование и наборы символов. Многобайтовые и широкие кодировки. Стандарт Unicode. Регулярные выражения. Грамматика регулярных выражений ECMAScript. Построение паттернов.

#### 20. Ввод и вывод.

Библиотека IOStream. Иерархия классов потоков ввода-вывода. Буферизация. Форматирование. Манипуляторы. Файловые потоки ввода-вывода. Строковые потоки ввода-вывода. Библиотека filesystem. Путь. Операции с директориями. Форматы обмена данными. JSON. XML.

#### 21. Параллельное программирование.

Параллельное программирование. Организация параллелизма. Многопоточное исполнение. Контекстное переключение. Фоновые задачи. Разработка параллельных программ. Синхронное и асинхронное исполнение. Механизм будущих результатов. Параллельные алгоритмы. Пул потоков.

#### 22. Примитивы синхронизации.

Примитивы синхронизации. Состояние гонки. Мьютексы. Гранулярность блокировки. Взаимоблокировка. Условные переменные. Потокбезопасные структуры данных с блокировками. Стек. Очередь. Модель памяти. Атомарные типы данных. Атомарные операции.

#### 23. Межпроцессное взаимодействие.

Межпроцессное взаимодействие. Boost Interprocess. Shared memory. Memory mapped files. Управляемая разделяемая память. Создание контейнеров в разделяемой памяти. Анонимные и именованные примитивы синхронизации. Схема consumer-producer. Использование DLL.

#### 24. Сетевое взаимодействие.

Сетевое взаимодействие. Стек протоколов TCP/IP. Особенности протоколов TCP и UDP. Sockets API. Boost ASIO. IP адрес. Стандарты IPv4 и IPv6. Локальная сеть. Порт. Endpoint. Система DNS. Активный сокет. Пассивный сокет. Буферизация. Операции ввода-вывода.

25. Графическая библиотека SFML.

Графическая библиотека SFML (разработка игр и математическое моделирование) - дополнительная тема.

26. Повторение.

Повторение.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Практикум по вычислительной теплофизике**

#### **Цель дисциплины:**

- выработка у студентов навыков программной реализации численных методов для решения физических задач в области теплофизики.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с задачами теплофизики, для решения которых требуются вычислительные методы и подходы;
- рассмотрение некоторых вычислительных методов, актуальных для решения задач вычислительной теплофизики;
- знакомство с особенностями и парадигмами языка программирования Julia, ценными для научных и технических вычислений;
- приобретение практических навыков реализации вычислительных методов на языке программирования высокого уровня;
- приобретение навыков анализа свойств численных алгоритмов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные вычислительные методы, применяемые в задачах теплофизики. Сравнительные преимущества и недостатки различных численных методов для физических задач.

##### **уметь:**

- выбирать подходящие вычислительные методы для решения физических задач. Реализовывать численные методы на языках программирования высокого уровня.

##### **владеть:**

- навыками программирования на языке Julia в области реализации численных методов. Навыками использования библиотек для инженерно-научных вычислений.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение

Обзор некоторых задач теплофизики, не имеющих аналитического решения. Язык программирования Julia: обзор основных возможностей, сходства и отличия с Matlab, Python+NumPy.

### 2. Интерполяция

Кусочно-линейная и полиномиальная интерполяция. Интерполяция табличных данных.

### 3. Решение нелинейных уравнений

Метод бисекции. Метод секущих и его вариации: regula falsi, метод Риддерса, метод Брента. Метод Ньютона. Скорость сходимости. Применение численных методов для расчета кривой фазового равновесия – кривая испарения жидкости ван-дер-Ваальса. Поиск корней многочленов методом Ньютона.

### 4. Численное интегрирование

Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы Гаусса. Численное интегрирование с контролем точности: метод Ромберга (интегрирование с равномерной сеткой), расширения Кронрода для формул Гаусса.

### 5. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

Методы Рунге-Кутты, таблица Бутчера. Схема Верле для задач гамильтоновой динамики. Методы Адамса. Расчет динамики химических реакций методами Рунге-Кутты. Реализация динамики частиц со схемой Верле.

### 6. Уравнения в частных производных

Схемы для уравнения Пуассона, уравнения теплопроводности в 1D и 2D. Гиперболические уравнения и системы. Обсуждение вывода формул в представлении метода конечных разностей, конечных объемов, конечных элементов. Явные и неявные схемы. Свойства численных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость, монотонность, консервативность. Аппроксимация граничных условий.

### 7. Решения нелинейных систем

Решение линейных систем: разложения матриц, метод прогонки, релаксационные методы, метод сопряженных градиентов.

Решение нелинейных систем: метод Ньютона, метод сопряженных градиентов.

Применение солверов линейных систем для неявных схем решения уравнений Пуассона и теплопроводности.

### 8. Численная оптимизация

Численная оптимизация: поиск экстремума функции одной переменной, минимизация вдоль направления, метод Ньютона и квазиньютоновские методы. Приложение к задачам химического равновесия, фазового равновесия в многокомпонентной системе, уравнениям в частных производных.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Практикум по физическим методам исследования веществ и материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными физическими и физико-химическими методами количественных и качественных исследований объектов (веществ, молекулярных систем, материалов, сред, плазмы и др.).

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с принципами и подходами современных физических методов исследования молекулярных систем;
- приобретение студентами теоретических знаний, и практических умений и навыков в области современных физических методов исследования молекулярных систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований различных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные характеристики измеряемых величин и измерительных систем;
- численные порядки величин, характерные для различных разделов физики, химии, химической физики;
- принципы и методы построения сложных измерительных систем;
- понятия шум, помеха, погрешность измерения, виды шумов и погрешностей, стратегии измерения;
- различные физические распределения;
- технические основы создания измерительных систем;
- методы обработки экспериментальных данных;
- методы исследования равновесных и неравновесных систем;
- основные физические методы исследования молекулярных систем, их характеристики;
- основные аналитические характеристики измерительных систем.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- обеспечить и оценить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- планировать оптимальное проведение сложного эксперимента;
- выяснять источники погрешностей проведённых измерений и рассчитать погрешность окончательных результатов;
- на этапе измерений, до обработки результатов измерений современными компьютерными методами, от руки быстро и грамотно построить необходимые графики, которые покажут, правильно ли работала аппаратура, разумно ли выбран диапазон измерений и т.п..

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- элементарными навыками работы в современной физико-химической лаборатории;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими и табличными данными.
- основными статистическими методами определения термодинамических величин различных систем для решения задач макроскопической физики ;
- методами составления и решения кинетических уравнений для реагирующих систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы техники безопасности в лаборатории. Общие вопросы проведения и обработки лабораторных работ, погрешности измерений

Основы техники безопасности в лаборатории.

Методы измерений: отклонений, разностный, нулевой. Стратегии измерений: когерентные и случайные выборки, мультиплексирование. Погрешности аналоговых и цифровых

измерительных устройств. Систематические и случайные ошибки. Источники ошибок. Помехи, шумы. Характеристики измерительных систем: чувствительность, порог обнаружения, разрешающая способность, динамический диапазон, нелинейность, полоса пропускания. Статистические и спектральные характеристики случайных величин. Функция распределения случайной величины. Преобразование сигналов. Частотный спектр. Преобразование Фурье.

## 2. Измерение колебательной и вращательной температур в газовом разряде на по спектру испускания молекулы азота

Работа посвящена ознакомлению со спектральными методами измерения поступательной, электронной, колебательной и вращательной температур в газоразрядной плазме и приобретения практических навыков работы со спектральными приборами.

## 3. Исследование электронно-колебального спектра поглощения молекулы I<sub>2</sub>

Работа посвящена изучению основ абсорбционной молекулярной спектроскопии в видимом диапазоне на примере спектра поглощения двухатомной молекулы йода. Студенты приобретают навыки работы на автоматическом спектрофотометре, изучая структуру электронно-колебательно-вращательного спектра поглощения двухатомных молекул, определяют основные молекулярные постоянные с использованием статистических методов обработки результатов эксперимента на ЭВМ.

## 4. Инфракрасная спектроскопия поглощения. Колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул

Инфракрасная (ИК) спектроскопия используется в различных областях науки как мощный и универсальный физический метод исследования строения вещества и механизмов физико-химических процессов. Этот метод особенно удобен для решения задач определения структуры сложных органических молекул, таких как, например, полимеры и биомолекулы. Широко применяется ИК спектроскопия для качественного и количественного анализа в химии и экологических приложениях, для исследования механизма и кинетики сложных химических реакций. Классическим применением ИК спектроскопии (как и спектроскопии видимого и УФ диапазонов) является определение структуры энергетических уровней молекул и связанных с этой структурой молекулярных постоянных. Эти данные используются для расчетов термодинамических функций веществ и констант равновесия химических реакций.

В данной работе по результатам измерения положения линий вращательной структуры колебательно-вращательного спектра двухатомной молекулы определяются вращательные постоянные для основного и первого колебательных уровней основного электронного состояния, постоянная центробежного растяжения и величина колебательного кванта.

## 5. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса: исследование иона Mn<sup>2+</sup>

Целями данной лабораторной работы являются: исследование сверхтонкой структуры спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), измерение скорости спин-спинового обмена в растворах и кристаллах, исследование влияния амплитуды высокочастотной модуляции и уровня диэлектрических потерь на вид спектров ЭПР.

## 6. Исследование релаксационных процессов с помощью ЯМР низкого разрешения

Данная работа выполняется на ЯМР-релаксометре Bruker minispec. Целью работы является изучение механизмов релаксации ядерной намагниченности и освоение методов измерения времен продольной и поперечной релаксации протонов. Для измерения времен релаксации протонной намагниченности используется вода и водные растворы сульфатов ( $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

Измерение скоростей релаксации ядерной намагниченности используется для исследования динамики различных молекулярных процессов, таких как химический обмен, самодиффузия и др. Среди областей практического применения ЯМР-релаксометрии можно выделить изучение пористых сред в нефтяной индустрии, анализ содержания твердых жиров и масличности семян, проверку контрастирующих агентов для МРТ, изучение физических и химических свойств полимеров (плотность и степень кристалличности, степень полимеризации, доля пластификаторов и доба-вок и др.).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Профессиональный английский язык для делового общения**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения профессионального английского языка в бакалавриате МФТИ заключается в формировании профессионально-ориентированных компетенций на уровне C1, а также в развитии навыков использования делового английского языка.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате обучения по программе «Английский для делового общения» слушатель овладевает компетенциями в устной и письменной речи:

- лингвистическая компетенция: выражение своих мыслей с использованием приобретенного словаря без затруднения;
- социокультурная компетенция: умение поддержать беседу с партнером, базируясь на правилах страны изучаемого языка;
- социальная компетенция: умение вести спонтанную дискуссию с деловым партнером;
- дискурсивная компетенция: умение спонтанно делать мини-презентацию по предложенной теме;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание и употребление основной терминологии специальности;
- компенсаторная компетенция: умение использовать добавочные и/или синонимичные речевые средства при возникновении коммуникативного затруднения;
- прагматическая компетенция: умение ориентироваться в языковой среде и, следовательно, выбирать уместный способ выражения мысли.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основную терминологию сфер бизнеса и экономики;
- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки;
- способы и приемы влияния на делового партнера посредством языковых навыков;

- основные различия письменной и устной речи;
- основные грамматические структуры устной и письменной речи;
- способы сбора, обобщения, обработки и интерпретации информации, необходимой для формирования суждений по соответствующим проблемам в сфере коммуникации и путей их разрешения;
- основные направления, виды и объекты профессиональной деятельности.

**уметь:**

- Вести спонтанную дискуссию;
- поддержать беседу на заданную тему;
- выражать свои мысли с минимальным количеством ошибок;
- извлекать необходимую информацию из оригинального текста по проблемам экономики и бизнеса;
- понимать аутентичную речь (реклама продукта/компании, телефонные разговоры, монологическая речь и т.д.);
- соотносить монологическую речь с информацией, данной на бумаге;
- использовать полученную информацию в видоизмененном контексте;
- осуществлять перевод бизнес-литературы с иностранного английского.

**владеть:**

- Различными приемами запоминания материала;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- способностью к постановке целей и выбору путей их достижения;
- навыками подготовки, написания и произнесения устных сообщений;
- навыками подготовки и оформления бизнес обзоров и отчетов;
- навыками и приемами формирования и управления рабочими группами в процессе анализа бизнес ситуаций и ролевых игр.

**Темы и разделы курса:**

1. Первое впечатление

Важность изучения раздела очевидна, поскольку первое впечатление – это именно то, что играет решающую роль для положительного исхода собеседования, презентации, переговоров, работы с клиентом.

Коммуникативные задачи: презентация продукта, услуги, концепции построения взаимовыгодных отношений с зарубежными партнерами. В разделе рассматриваются разнообразные техники предъявления презентации. Подробно изучаются такие ее части, как «вопрос-ответ», «язык тела», «привлечение внимания» и т.д.

Лексика: изучение лексической составляющей заключается в активном и постоянном пополнении словаря по теме «Презентация». Основной акцент делается на ознакомление с наречиями времени, места, степени.

Грамматика: question forms, word-formation.

Письмо: написать ответ на официальное приглашение.

## 2. Бизнес тренинги

Основная задача – приобретение и отработка навыков ведения и участия в интервью. В курс включены задания на понимание основной идеи высказывания в обстановке формального общения разного рода – собеседование, опрос, спор.

Коммуникативные задачи: вычленение опорных синтаксических единиц, помогающих объяснить точку зрения, убедить собеседника, уточнить детали. Работа над текстом с партнером: сравнение выбранных абзацев, несущих основную смысловую нагрузку.

Лексика: задания и упражнения на словообразование, а также на использование составных глаголов.

Грамматика: Relative Clauses.

Письмо: написать электронное письмо зарубежному партнеру.

## 3. Энергия

В данном разделе обучающимся предлагается подробное изучение основных источников энергии, предпочтительных для компаний и физических лиц. Студенты ознакомятся с идеями о типах энергии будущего, их плюсах и минусах.

Коммуникативные задачи: решение проблем разного толка. Раздел предлагает разнообразные стратегии решения проблем таких как: увольнение работника, нехватка средств, закрытие или банкротство компании.

Лексика: упражнения, предлагающие задания на отработку делового словаря, применимого для устного и письменного обсуждения сложившейся критической ситуации. Изучение вводных выражений, а также слов-связок.

Грамматика: making suggestions.

Письмо: написать отчет, объясняющий суть проблемы и способы ее решения.

## 4. Маркетинг

Изучение принципов поведения и общения с клиентом. Обсуждение приемов и методов участия в переговорных процессах. Работа с аутентичными текстами, описывающими примеры успешных переговоров.

Коммуникативные задачи: изучение некоторых существующих типов переговоров, в зависимости от числа участников, уровня, важности, а также предмета обсуждения. Составление маркетинговой кампании.

Лексика: упражнения на отработку необходимого лексического минимума для переговорного процесса. Изучение устойчивых выражений – глагол-предлог, существительное-предлог.

Грамматика: придаточные предложения.

Письмо: написать электронное письмо с предложением разрешения конфликта.

## 5. Занятость

Постоянное и системное использование аутентичной речи носителей. К основным типам заданий относятся: соотнесение говорящего с высказыванием; определение цели высказывания; узнавание акцента; передача основной темы высказанного; передача детальной информации прослушанного.

Коммуникативные задачи: умение разрешить конфликт в компании. Работа с партнером по обсуждению руководства и управления компании или одного из отделов. Восприятие речи на слух. Разыгрывание диалогов по теме «работа будущего».

Лексика: лексические особенности высказывания. Выполнение упражнений на изменение формы слова; заполнение пропусков; соотнесение синонимов; корректное использование предлогов и частиц.

Грамматика: инверсия.

Письмо: написать электронное письмо коллеге.

## 6. Бизнес этика

Задания данного раздела делают акцент на восприятии и понимании интонации говорящего. Предлагаемые упражнения помогут студентам корректно выбрать стиль общения, что важно в деловой среде.

Коммуникативные задачи: соотнести время место диалога; предположить должность говорящего; предсказать ситуацию диалога по первым высказываниям; порассуждать о возможном разрешении проблемы, поставленной в диалоге.

Лексика: упражнения на заполнение пропусков по теме «Корпоративная ответственность». Лексический минимум, необходимый для ведения совещаний, либо участия в них.

Грамматика: эмфаза.

Письмо: написать протокол совещания.

## 7. Финансы

Подготовка мини-презентаций: формат презентаций и лексическое наполнение. Существующие на сегодняшний день виды финансовой отчетности компании.

Коммуникативные задачи: формирование навыков привлечения внимания аудитории, оформления слайдов, логичное использование изученного материала, применение методов активного влияния на аудиторию. Активное вовлечение студента в процесс высказывания достигается постоянными заданиями на говорение: аргументировать мнение; прокомментировать высказывание партнера; оппонировать партнеру; согласиться с партнером и т.д.

Лексика: отработка активного словаря с помощью упражнений на словообразование и заполнение пропусков. Изучение терминологии по теме «Тренд».

Грамматика: means of expressing future.

Письмо: написать скрипт презентации.

## 8. Бизнес консультанты

Данный раздел требует самостоятельной работы студентов. Предлагается изучить конфликтные ситуации различных компаний и способы их разрешения. Основными видами работ рассматриваются работа в парах и группах. Для отработки навыков быстрого реагирования на высказывание используются регулярные задания «вопрос-ответ», «высказывание-реплика» и т.д. Возможно сопряжение с разделом «Аудирование».

Коммуникативные задачи: обсуждение цен на товары компании. Привлечение лексических единиц, передающих цифровую информацию вербально.

Лексика: изучения префиксов и суффиксов, образующих отрицательные слова. Использование неформального английского, уместного в деловом английском. Определение цели высказывания по ключевым словам.

Грамматика: сослагательное наклонение.

Письмо: написание тезисов; рекомендательного заключения консультанта.

## 9. Стратегия

Определение стратегии развития компании, продвижения продукта, личностного роста. Рациональное целеполагание и стратегическое мышление.

Коммуникативные задачи: отработка навыков спонтанного высказывания. Обсуждение истории успешных компаний на международной арене, изучение факторов, таких как инновация, корпоративная этика, ценовая политика, отношение к персоналу.

Лексика: использование лексики, необходимой для ведения диалога, обмена мнениями, возражения, согласия.

Грамматика: вопросительные предложения.

Письмо: описать компанию по предложенным критериям.

## 10. Онлайн бизнес

Студентам предлагается обсудить будущее бизнеса в интернет пространстве, сопоставить его с уже имеющимися сегодня технологиями.

Коммуникативные задачи: отработка навыков спонтанного реагирования на вопрос или высказывание из зала во время презентации. Работа в парах: мини-презентации.

Лексика: использование метафор и усилительных конструкций.

Грамматика: эмфаза.

Письмо: написать отчет о предложениях решения проблемы после анализа.

## 11. Новое в бизнесе

В разделе рассматриваются возможности ведения предпринимательской деятельности. Студентам предлагаются рекомендации по основанию собственного бизнеса с привлечением внешнего капитала.

Коммуникативные задачи: уместное использование фраз-клише, устойчивых выражений, принятых в бизнес сообществе при обсуждении условий договора, контракта. Работа в малых группах: разыгрывание диалогов «спонсор-предприниматель», «инвестор-владелец компании».

Лексика: лексические выражения – совет, рекомендация.

Письмо: написать письмо-предложение по развитию компании.

## 12. Менеджмент проекта

Раздел затрагивает ключевые факторы, влияющие на успешное развитие проекта. Изучаются такие понятия, как делегирование полномочий, распределение обязанностей, отчетность.

Коммуникативные задачи: ведение телеконференции. Работа в парах или малых группах – разработка собственного проекта с учетом уже изученных принципов и стратегий.

Лексика: классификация слов и выражений по принципу формальности.

Грамматика: модальность.

Письмо: написать отчет.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Профессиональный английский язык: академическое письмо**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины является формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2/С1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) с акцентом на письменную речь. Интегрированный подход к преподаванию означает грамотное обучение студента основам академической письменной речи, сути научного исследования и подготовку к написанию статей профессиональной направленности на английском языке. Результатом курса становится интегрирование студента в международное научное пространство, необходимым условием которого становится владение студентом академическим английским языком в его письменной составляющей.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции заключаются в последовательном овладении студентами совокупностью лингвистической, компенсаторной, межкультурной, общеучебной, дискурсивной, стратегической, социальной и социокультурной субкомпетенций с акцентом на:

- развитие и совершенствование навыков письменной академической речи;
- знание англоязычной культурной ситуации письма;
- формирование способности использовать языковые средства для достижения коммуникативных целей в конкретной ситуации общения в академической сфере на изучаемом иностранном языке;
- формирование навыков и умений критического мышления при решении проблемных коммуникативных задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историческое и современное состояние англоязычного академического письма;
- международные нормы и требования, предъявляемые к научному тексту.

**уметь:**

- Композиционно четко, аргументированно и стилистически грамотно выстраивать научное исследование;
- выдвигать собственную гипотезу, формулировать тезис, подводя читателя к необходимому и обоснованному выводу;
- читать научные тексты критически, отделяя главное от второстепенного, избегая плагиата.

**владеть:**

- Основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста (введение, основная часть, заключение), сверхфразовыми единствами, предложениями;
- лексико-грамматическими нормами английского языка как языка науки;
- навыками объективной оценки как своего, так и чужого академического текста.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс. Академическое письмо в высших учебных заведениях Европы, Америки и России: история и современное состояние.

Коммуникативные задачи: провести презентацию нового курса академического письма в МФТИ. Провести беседу в форме свободного общения на тему: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»

Лексика: страноведческие понятия (WAC, WID, capstone course, WI class), знакомящие с ситуацией в западных университетах.

Чтение: понимание текста на заданную тематику и чтение предложенных материалов по выбору.

Говорение: диалог-обмен мнениями о сходстве и различиях предмета академического письма в высших учебных заведениях России и западных стран.

Письмо: эссе-ответ на заданную тему.

Умения: рефлексивные - умение ответить на вопрос: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»; исследовательские - умение отобрать информацию, отвечающую на вопрос о предмете академического письма в высших учебных заведениях западных стран.

2. Процесс исследования как научная деятельность и творчество

Понятие «языков науки» (“languages of science” – С.Дариан). Гипотеза и эксперимент. Сравнение. Определение. Классификация. Числовые обозначения как активный компонент языка науки.

Коммуникативные задачи: стимулировать активное участие студентов в обсуждении великих гипотез прошлого и настоящего и интересных экспериментов. Провести научный

семинар с ведущим специалистом МФТИ – кандидатом или доктором ф-м. наук на тему: «От гипотезы – через эксперимент – к результату».

Лексика: глаголы, используемые при проведении эксперимента и его описании: (design, devise, create, conduct, run, do, perform, replicate, repeat, confirm, etc). Примеры хеджирования (probably, likely, as far as we know). Обозначения скалярных и нескалярных величин.

Грамматика: синтаксические схемы языков науки, риторические вопросы, степени сравнения прилагательных.

Чтение: использование стратегий ознакомительного чтения с целью выведения умозаключений о сходствах и различиях аргументации в родной и иноязычной культурах. Использование стратегий изучающего чтения с целью извлечения информации из научного текста о языках науки и их лексико-грамматических составляющих.

Говорение: обсуждение процесса научного поиска - великие гипотезы прошлого и интересные эксперименты прошлого и настоящего.

Письмо: проверочная работа №1 на закрепление навыков языков науки.

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности естественнонаучного исследования, умение распознать языки науки в текстах; исследовательские - умение видеть проблему, умение давать определение понятиям, умение классифицировать понятия и выстраивать аналогии, умение устанавливать причинно-следственные связи, умение выдвигать гипотезу, умение понимать методы научного исследования, умение выявлять вопросы и проблемы, которые могут быть решены с помощью научных методов, умение делать выводы и умозаключения; коммуникативные - умение понимать и интерпретировать различные точки зрения, умение аргументированно отстаивать точку зрения, умение вести дискуссию; презентационные - умение рассказать о своем исследовательском проекте в формате презентации.

### 3. Основные требования к письменному продукту научной деятельности

Логика научного текста в англоязычной практике: когезия и когерентность. Развитие тезиса через цепочку последовательных аргументов. Абзац, структура абзаца, заглавное предложение.

Коммуникативные задачи: прочитать, проанализировать и сделать критический обзор (индивидуально) научных статей из англоязычных журналов “Nature”, “Science”, “Scientific American”. Подобрать цепочку аргументов к предложенному тезису. Провести конкурс на лучший (логично структурированный) абзац по заглавным предложениям.

Лексика: текстовые дискурсивные маркеры и их роль (however, thus, therefore, then, so). Различные функции дискурсивных маркеров: введение дополнительной информации (moreover, in addition, furthermore, besides), сравнение и контраст (whereas, on the other hand, although), объяснение (because, since, in fact), причинно-следственные отношения (owing to, due to, as a result of, consequently).

Грамматика: сложноподчиненные предложения типа since-then.

Чтение: использование стратегий изучающего чтения с целью анализа средств создания связности текста.

Письмо: письмо продуктивное (логично структурированный абзац по заглавным предложениям).

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности логики аргументации в разножанровых текстах, проследить развитие тезиса через цепочку аргументов; речевые - понимать текстовые дискурсивные маркеры и их роль в предложении, умение использовать дискурсивные маркеры в тексте; коммуникативные - умение выстраивать мысли в семантическом и структурном единстве абзаца; межкультурные - выявить различия выстраивания логики аргументации в английском и русском языке и соответственно различное членение на абзацы.

#### 4. Лексико-грамматические средства создания научного текста

Своеобразие научной лексики: хеджирование, метадискурс, использование когнитивов. Коммуникативная четкость, реализуемая в цепочечной напряженности (номинализация) и динамическом синтаксисе (тема-рематическое членение предложения). Порядок слов. Типы синтаксической связи. Особенности пунктуации и механики. Типичные ошибки русскоговорящих при создании и подготовке к печати письменных работ академического характера (статей, диссертации и т.д.).

Коммуникативные задачи: обсудить и оценить самый грамотный перевод многословных цепочек. Выбрать предложения с наиболее коммуникативно актуальным порядком слов (взаимная проверка).

Лексика: наиболее употребительные в научной практике глаголы познания (когнитивы) - observe, demonstrate, find, tell, point out.

Грамматика: группа подлежащего - атрибутивные словосочетания. Отложенное подлежащее. Группа сказуемого: пассивный залог. Информационная роль порядка слов.

Чтение: использование стратегий изучающего и просмотрового текста с целью выявления и анализа моделей метадискурса, хеджирования и типов синтаксической связи.

Говорение: обсуждение типичных ошибок русскоязычных студентов на примерах работ своих одноклассников – взаимная проверка (peer review). Диалогическое и полилогическое обсуждение синтаксически эффективных конструкций с наиболее коммуникативно актуальным порядком слов.

Письмо: задания на формирование умений и навыков грамотного письма.

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности лексико-грамматических средств создания англоязычного научного текста; исследовательские - умение находить метадискурсивные маркеры в тексте, умение видеть номинативные цепочки в тексте, умение распознавать типы тема-рематической организации информации в тексте, умение анализировать синтаксис с точки зрения информационной роли порядка слов; речевые - умение переводить номинативные цепочки на русский язык, умение в меру использовать хеджирование в научной речи; коммуникативные - умение применять метадискурсивные конструкции в тексте для коммуникации с читателем, умение использовать информационный потенциал английского синтаксиса; межкультурные - способность соотносить свою собственную и иноязычную культуру и видеть типичные ошибки носителей русского языка.

#### 5. Работа с чужим текстом: цитирование, перефразирование, реферирование

Примеры различных стилей оформления результатов научного исследования: Оксфорд, Гарвард, Ванкувер. Понятие «Жанр в науке». Когнитивные жанры: аннотированная библиография. Реферат.

Коммуникативные задачи: выделить в статье современного американского ученого-астрофизика (журнал “Classical and Quantum Gravity”) различные способы работы с чужим текстом. Назвать ученых прошлого и настоящего, на авторитет которых ссылается автор, сферу их деятельности и роль в науке. Определить научный стиль данной статьи.

Лексика: глаголы, вводящие цитату - X states, puts forward, maintains, believes, disagrees, claims, argues, etc.

Грамматика: историческое настоящее - понятие и примеры. Пунктуационные правила при цитировании.

Чтение: использование стратегий изучающего и просмотрового чтения статьи с целью выделения различных способов работы с чужим текстом.

Говорение: обсудить различные способы работы с чужим текстом.

Письмо: составление библиографического списка по исследуемой проблеме и оформление его в соответствии с правилами, принятыми в иноязычной культуре (выбрать один стиль, наиболее распространенный в данной отрасли науки).

Смысловая компрессия научного текста: реферирование.

Умения: мыследеятельностные - выявить различные способы манифестации чужой речи в тексте, понять многообразие термина «стиль», познакомиться с понятием «жанр» в науке; исследовательские - умение запросить недостающую информацию у эксперта, умение составить план поиска материала, умение систематизировать материал, анализировать и обобщать его; коммуникативные - владение методами аналитико-синтетической переработки информации и составление аннотированной библиографии и реферата.

## 6. Социальные жанры в современной научной литературе

Научная рецензия и ее типы. Научно-исследовательская статья. Аннотация. Все более возрастающая в современном мире роль жанров научной популяризации: мини-обзор. Репортаж.

Коммуникативные задачи: подвести итог конкурса на лучшую рецензию. Написать и обсудить краткую аннотацию (не более 7-8 предложений) к предложенной статье.

Лексика: взаимный обмен и обогащение примерами лексики из индивидуальной сферы деятельности каждого магистранта.

Грамматика: видовременные формы глагола в разных структурных частях научно-исследовательской статьи. Придаточные с that-clause.

Чтение статей разных жанров: научной рецензии, научно-исследовательской статьи, мини-обзора, аннотации с целью выявления разнообразия жанров.

Говорение: участие в проекте-конкурсе на лучшую научную рецензию.

Письмо: писать научную рецензию и аннотацию (продуктивное письмо).

Умения: мыследеятельностные - выявить сходства и различия структурных и речевых средств различных социальных жанров, понимать риторическую составляющую текста разных жанров; исследовательские - умение найти материал для статьи, структурно организовать его в соответствии с жанром и стилем; коммуникативные - обрабатывать и представлять данные в различных форматах с учетом адресата.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Профессиональный английский язык: бизнес-английский**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения дисциплины "Профессиональный английский язык: бизнес-английский (BEC)" заключается в формировании профессионально-ориентированных компетенций на уровне C1, а также в развитии навыков использования делового английского языка в соответствии с требованиями, разработанными Советом Европы по современным иностранным языкам и соответствующими тестам «BEC Higher 4» Экзаменационного Синдиката Кембриджского Университета.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате обучения по программе слушатель овладевает компетенциями в устной и письменной речи:

- лингвистическая компетенция: выражение своих мыслей с использованием приобретенного словаря без затруднения;
- социокультурная компетенция: умение поддержать беседу с партнером, базируясь на правилах страны изучаемого языка;
- социальная компетенция: умение вести спонтанную дискуссию с деловым партнером;
- дискурсивная компетенция: умение спонтанно делать мини-презентацию по предложенной теме;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание и употребление основной терминологии специальности;
- компенсаторная компетенция: умение использовать добавочные и/или синонимичные речевые средства при возникновении коммуникативного затруднения;
- прагматическая компетенция: умение ориентироваться в языковой среде и, следовательно, выбирать уместный способ выражения мысли.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основную терминологию сфер бизнеса и экономики;

- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки;
- способы и приемы влияния на делового партнера посредством языковых навыков;
- основные различия письменной и устной речи;
- основные грамматические структуры устной и письменной речи;
- способы сбора, обобщения, обработки и интерпретации информации, необходимой для формирования суждений по соответствующим проблемам в сфере коммуникации и путей их разрешения;
- основные направления, виды и объекты профессиональной деятельности.

**уметь:**

- Вести спонтанную дискуссию;
- поддержать беседу на заданную тему;
- выражать свои мысли с минимальным количеством ошибок;
- извлекать необходимую информацию из оригинального текста по проблемам экономики и бизнеса;
- понимать аутентичную речь (реклама продукта/компании, телефонные разговоры, монологическая речь и т.д.);
- соотносить монологическую речь с информацией, данной на бумаге;
- использовать полученную информацию в видоизмененном контексте;
- осуществлять перевод бизнес-литературы с иностранного английского.

**владеть:**

- Различными приемами запоминания материала;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- способностью к постановке целей и выбору путей их достижения;
- навыками подготовки, написания и произнесения устных сообщений;
- навыками подготовки и оформления бизнес обзоров и отчетов;
- навыками и приемами формирования и управления рабочими группами в процессе анализа бизнес ситуаций и ролевых игр.

**Темы и разделы курса:**

1. Реклама. Чтение 1 (структура текста, лексика)

Акценты раздела расставлены следующим образом: корректное наполнение текста отсутствующей информацией; выбор верного источника, из которого взят текст; характеристика текста по лексическим и грамматическим конструкциям, преобладающим в нем.

Коммуникативные задачи: обсуждение текста с точки зрения его структуры и содержания с партнером или в малых группах. В разделе рассматриваются разножанровые аутентичные тексты по теме «Реклама», работа с которыми сводится к пониманию основной идеи, без учета деталей.

Лексика: изучение лексической составляющей заключается в активном и постоянном пополнении словаря по теме «Реклама». Словарь группируется по аспектам: реклама в интернете, недостатки агрессивной рекламы, необходимость рекламы для продвижения товаров.

Грамматика: linkers, word-formation.

Письмо: написать блог в бизнес-журнал по теме «Реклама».

## 2. Экономика. Чтение 2 (общее понимание, детали)

Основная задача – приобретение и отработка навыков работы с текстом. В курс включены задания на понимание основной идеи аутентичного текста с упором на заголовок и подзаголовок.

Коммуникативные задачи: вычленение опорных синтаксических единиц, позволяющих безошибочно определить как источник, так и жанр текста. Обсуждение проблем и задач экономики с опорой на прочитанные тексты. Работа над текстом с партнером: сравнение выбранных абзацев, несущих основную смысловую нагрузку.

Лексика: задания и упражнения на выбор ключевых слов и конструкций; определение повторяющихся терминов, указывающих на характер и тему текста; соотнесение частей текста с предложенными лексическими единицами.

Грамматика: Tense Revision, Relative Clauses.

Письмо: написать аннотацию одного из предложенных текстов.

## 3. Маркетинг. Письмо 1 (анализ и обработка графической информации)

Изучение принципов преобразования графика, гистограммы, диаграммы в письменную форму. Обсуждение приемов и методов маркетинга, применяемых в странах Европейского Союза. Работа с аутентичными текстами, описывающими примеры успешного маркетинга компаний.

Коммуникативные задачи: изучение всех существующих типов графиков, их отличительных черт и особенностей. Устные сообщения студентов по истории и развитию маркетинга в своей стране. Составление и описание графика по предложенным темам.

Лексика: упражнения на отработку необходимого лексического минимума, применимого в работе с графической информацией. Изучение корректного произношения, чтения и написания цифр.

Грамматика: степени сравнения прилагательных и наречий.

Письмо: описание графика, диаграммы, гистограммы.

#### 4. Структура компании. Письмо 2 (отчет, бизнес-предложение, переписка)

В данном разделе обучающимся предлагается подробное изучение основных стилей деловой корреспонденции, как внутри компании, так и с внешними партнерами. В жанре «отчет» особое внимание уделяется работе с цифровой информацией: грамотное представление с точки зрения языка чисел, дат и т.д.

Коммуникативные задачи: отличия формального и разговорного языка, способы обращения, отличия коммуникативного наполнения сообщения. Обсуждение различных компаний с точки зрения их структуры, профиля работы, способов функционирования. Умение внести бизнес-предложение на заданные темы: улучшение работы отдела, получение большей прибыли компанией, результат бизнес-переговоров.

Лексика: упражнения, предлагающие задания на отработку делового словаря, применимого для описания компании. Раздел «бизнес-предложение» требует критичного рассмотрения проблемы, навыки которого достигаются посредством пересечения стилей письменного и устного общения.

Грамматика: making suggestions. Present Perfect.

Письмо: написать отчет о работе компании или отдела компании.

#### 5. Менеджмент. Аудирование 1 (детали)

Постоянное и системное использование аутентичной речи носителей. К основным типам заданий относятся: соотнесение говорящего с высказыванием; определение цели высказывания; узнавание акцента; передача основной темы высказанного; передача детальной информации прослушанного.

Коммуникативные задачи: умение выразить претензию к работе компании. Работа с партнером по обсуждению руководства и управления компании или одного из отделов. Восприятие речи на слух. Разыгрывание диалогов по теме «клиент-заказчик».

Лексика: лексические особенности высказывания. Выполнение упражнений на изменение формы слова; заполнение пропусков; соотнесение синонимов; корректное использование предлогов и частиц.

Грамматика: making predictions. Subjunctive Mood.

Письмо: написать претензию к компании по услуге или товару.

#### 6. Рынок. Аудирование 2 (функции/цели высказывания)

Задания данного раздела делают акцент на восприятии и понимании интонации говорящего. Предлагаемые упражнения помогут студентам корректно выбрать стиль общения, что важно для делового общения.

Коммуникативные задачи: соотнести время место диалога; предположить должность говорящего; предсказать ситуацию диалога по первым высказываниям; порассуждать о возможном разрешении проблемы, поставленной в диалоге.

Лексика: упражнения на заполнение пропусков по теме «Рынок». Лексический минимум, необходимый для описания рыночной экономики, торговли, функционирования рынка. Слова-связки, используемые для точной и грамотной передачи мыслей говорящего.

Грамматика: Verbal Complements.

Письмо: написать критическое эссе по теме «Рынок».

#### 7. Продвижение товаров. Говорение 1 (мини-презентация)

Подготовка мини-презентаций: формат презентаций и лексическое наполнение. Существующие на сегодняшний день способы продвижения товаров и услуг на рынке.

Коммуникативные задачи: формирование навыков привлечения внимания аудитории, оформления слайдов, логичное использование изученного материала, применение методов активного влияния на аудиторию. Обсуждение с партнером и в группах активных и пассивных способов рекламы товара. Активное вовлечение студента в процесс высказывания достигается постоянными заданиями на говорение: аргументировать мнение; прокомментировать высказывание партнера; оппонировать партнеру; согласиться с партнером и т.д.

Лексика: отработка активного словаря с помощью упражнений на словообразование и заполнение пропусков. Изучение терминологии по теме «Товары и услуги».

Грамматика: means of expressing future.

Письмо: описание товара, реклама товара в печатном издании.

#### 8. Реализация проекта. Говорение 2 (реакция на высказывание/диалог)

Данный раздел требует частого привлечения активного словаря, изученного в курсе. Основными видами работ рассматриваются работа в парах и группах. Для отработки навыков быстрого реагирования на высказывание используются регулярные задания «вопрос-ответ», «высказывание-реплика» и т.д. Возможно сопряжение с разделом «Аудирование».

Коммуникативные задачи: аккумулированные навыки поддержания беседы в сфере бизнеса, экономики по всем изученным темам курса. Ведение теле- и видеопереговоров.

Лексика: изучения слов и выражений для внесения предложений в командной работе над проектом. Использование неформального английского, уместного в деловом английском. Определение цели высказывания по ключевым словам.

Грамматика: formal and informal English (relevance).

Письмо: написание скрипта выступления в теле- и видеопереговорах.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Русский язык как иностранный**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Русский язык как иностранный (уровень В2)» является формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне В2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач на русском языке в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать языковые единицы на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции России;
- достижения, открытия, события из области русской науки, культуры, политики, социальной жизни;
- фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности русского языка и его отличие от родного языка;
- лексику разных языковых регистров (около 6 тыс. слов);
- основные фонетические, лексические, словообразовательные, морфологические и синтаксические нормы русского языка;
- особенности основных типов и жанров письменной и устной речи;
- особенности русского речевого этикета;
- основы культуры речи.

#### **уметь:**

- Понимать на слух содержание законченного по смыслу аудиотекста, в котором используются в основном эксплицитные способы выражения содержания, а допустимые имплицитные формы отличаются высокой частотностью и стандартностью моделей продуцирования смысла;
- достигать необходимых уровней понимания в различных сферах и ситуациях общения в соответствии с заданными параметрами социальных и поведенческих характеристик общения;
- понимать тематическое содержание в полном объёме, а также наиболее функционально значимую смысловую информацию, отражающую намерения говорящего;
- понимать семантику отдельных фрагментов текста и ключевых единиц, определяющих особенности развития тематического содержания;
- понимать основные социально-поведенческие характеристики говорящего;
- понимать цели и мотивы говорящего, характер его отношения к предмету речи и реципиенту, выраженные в аудиотексте эксплицитно;
- достигать определенных целей коммуникации в различных сферах общения с учетом социальных и поведенческих ролей в диалогической и монологической формах речи;

- организовывать речь в форме диалога, быть инициатором диалога-расспроса, используя развитую тактику речевого общения (начинать и заканчивать разговор в ситуациях различной степени сложности, вербально выражать коммуникативную задачу, уточнять детали сообщения собеседника);
- продуцировать монологические высказывания, содержащие: описание конкретных и абстрактных объектов; повествование об актуальных для говорящего событиях во всех видовременных планах; рассуждения на актуальные для говорящего темы, содержащие выражение мнения, аргументацию с элементами оценки, выводы;
- достигать цели коммуникации в ситуации свободной беседы, где роль инициатора общения принадлежит собеседнику и где необходимо умение реализовать тактику речевого поведения, характерную для неподготовленного общения в рамках свободной беседы (преимущественно на социально-культурные темы);
- репродуцировать письменный и аудиотексты, демонстрируя умение выделять основную информацию, производить компрессию путем исключения второстепенной информации;
- продуцировать письменный текст, относящийся к официально-деловой сфере общения (заявление, объяснительная записка, доверенность, рекомендация и т.д.);
- продуцировать письменный текст, относящийся к публицистической сфере общения (заметка, статья, отзыв);
- продуцировать письменный текст, относящийся к научно-учебной сфере общения (аннотация, реферат, учебное эссе);
- осуществлять дистантное письменное общение, вести записи на основе увиденного и прочитанного с элементами количественной и качественной характеристики, оценки, с использованием типизированных композиционных компонентов (введение, развертывание темы, заключение);
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

**владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне В2;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Я учусь в России. Мой университет.

Коммуникативные задачи: знакомиться, инициировать беседу с незнакомым человеком. Сообщать и запрашивать информацию о системе образования в России и в родной стране, о системе занятий в университете, о целях, причинах, возможностях деятельности, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность). Обобщать информацию и делать выводы. Написать отчёт по лабораторной работе.

Лексика: «Система образования», «Науки и научные отрасли», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставками)». Этикетные формулы приветствия и прощания, начала разговора (средний стилевой регистр). РС знакомства. Термины механики.

Грамматика: род существительных на -ь, несклоняемые существительные, существительные общего рода (он сирота, он умница), употребление существительных мужского рода со значением профессии, должности, звания (профессор Иванова сделала доклад). Число существительного (трудные случаи). Падежная система (повторение). Пассивные конструкции в научном тексте.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области ритмики и словесного ударения.

### 2. Человек и общество: семья, друзья, учителя, коллеги, выдающиеся личности

Коммуникативные задачи: инициировать, вступать и поддерживать беседу о человеке, характере, биографических и исторических событиях. Высказывать мнение о причинах и возможностях общественного успеха. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях. Рассказать и расспросить о жизни и творчестве человека (устная биография, интервью). Написать автобиографию, характеристику.

Лексика: «Характер человека», «Сферы общественной жизни», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительного в объектном значении (я жду помощи от вас, я не знал этого факта), в субъектном значении после отглагольных существительных (замечания коллег), назначение предмета (лекарство от гриппа), причина действия (деформироваться от нагрева). Конструкции научной речи с родительным падежом. Выражение определительных отношений (пассивные причастия настоящего и прошедшего времени). Выражение временных отношений. Числительные порядковые и собирательные (правила склонения и употребления). Полные и краткие прилагательные (трудные случаи употребления).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

### 3. Физика: простое и сложное в природе Язык науки. Научный стиль речи: термины, определение, классификация.

Коммуникативные задачи: сообщать о научных фактах и явлениях. Выражать и выяснять интеллектуальную отношение к факту (намерение, предположение, осведомлённость). Конспектировать звучащий аутентичный текст по специальности. Изложение (описание).

Лексика: «Глаголы, выражающие интеллектуальное отношение к факту», «Глаголы движения». Этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления. Терминологический аппарат механики.

Грамматика: выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени). Существительные с обобщённо-абстрактным значением. Отглагольные существительные.

Фонетика: особенности и функции русской интонации (научный стиль речи).

4. Что такое культура? Культура личности и национальная культура. Национальные праздники и традиции. Новый год – главный праздник России. Речевой этикет в разных сферах общения.

Коммуникативные задачи: приглашать, принимать/отклонять приглашение, поздравлять, отвечать на поздравление, запрашивать и сообщать информацию о национальных праздниках, традициях и обычаях. Написать поздравительную открытку. Эссе (описание).

Лексика: «Свободное время, увлечения, интересы», «Праздники, традиции», «Глаголы движения». Этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления.

Грамматика: дательный падеж принадлежности субъекту (памятник Пушкину), регулярности действия (мы ходим в кино по воскресеньям), объекта действия (мы готовимся к Новому году). Глаголы движения без приставок. Виды глагола (повторение и обобщение основных значений). Выражение субъектно-объектных отношений (глаголы с частицей -ся взаимно-возвратного значения).

Фонетика: особенности и функции русской интонации.

5. «Закаляйся, если хочешь быть здоров!». Здоровье. Медицина. Безопасность. Здоровье человека и его социальная успешность. Секреты продуктивности.

Коммуникативные задачи: инициировать и поддерживать разговор на тему здоровья (в поликлинике, вызов врача на дом, в аптеке, в кабинете врача). Выражать интенции утешения, сочувствия, поддержки, удивления, совета. Взять интервью. Написать изложение со сменой лица повествования. Написать объяснительную записку.

Лексика: «Болезни и симптомы», «Медицинские специальности», «Медикаменты», «Части тела» (повторение и расширение состава ЛСГ). Глаголы движения с приставками.

Грамматика: спряжение глаголов болеть<sup>1</sup> и болеть<sup>2</sup> (она болеет, голова болит); употребление глаголов СВ и НСВ в императиве.

Фонетика: особенности и функции русской интонации - выражение цели высказывания и эмоциональной окраски (совет, просьба, вопрос, удивление).

6. Математика – универсальный язык науки. Язык специальности: основные термины. Логико-речевое доказательство.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность). Обобщать информацию и делать выводы. Написать аннотацию печатного текста по специальности.

Лексика: многозначность слова (решить задачу – решить проблему, найти ответ – найти себя и т.п.). «Математические термины и символы», «Геометрические фигуры», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставками)». Вводные слова со значением последовательности сообщения.

Грамматика: имя числительное. Склонение числительных различных грамматических разрядов. Употребление собирательных числительных с существительными. Слова «один» и «тысяча» в разных контекстах. Аббревиация.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения сложных и составных числительных.

7. «Физики и лирики»: наука и искусство – два способа поиска истины. М.В. Ломоносов – учёный, художник, поэт. Композитор и учёный М.И. Глинка. Математик и филолог А.Н. Колмагоров. Скрипка Эйнштейна. Художественная культура России.

Коммуникативные задачи: понимать аутентичный художественный текст (актуальную, концептуальную информацию и подтекст). Принимать участие в обсуждении художественного произведения: формулировать тему, идею, аргументированно выражать собственное мнение, запрашивать мнение собеседника. Корректно выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную и эмоциональную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: «Этические ценности», «Роды и жанры искусства». Устаревшие слова и неологизмы.

Грамматика: выражение целевых отношений в простом и сложном предложениях. Виды глагола и способы выражение действия (обобщение и систематизация). Употребление полных и кратких прилагательных. Степени сравнения прилагательных и наречий.

Фонетика: выразительные возможности русского ударения и интонации.

8. «До чего дошёл прогресс!»: наука и производство. Новые технологии в разных областях жизни.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии - сообщать и запрашивать информацию о достижениях науки и техники. Высказывать мнение. Выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать реферат, эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: «Техника и технологии», «Интеллектуальная сфера», «Нравственные ценности». РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: склонение имён в единственном и множественном числе (обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Деепричастие.

Фонетика: корректировка фонетического акцента.

9. Мир, в котором мы живём. Социальные проблемы: город и деревня, столица и провинция, социальное неравенство.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, затруднения с ответом, равнодушия, сочувствия, поддержки, совета (синонимичными речевыми средствами, уместными в различных ситуациях). Выразить и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); сообщать и запрашивать информацию о социальных проблемах, принимать участие в обсуждении. Подготовить устное выступление по проблеме. Написать эссе (аргументированное рассуждение). Составить претензию.

Лексика: «Социальные группы и роли», «Страна», «Город». Глаголы со значением развития. РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости. Синонимы. Паронимы.

Грамматика: использование конструкций с винительным и родительным падежами (я (не) знаю его имя/имени, выпьем чай/чаю/чая). Глагольное управление. Глаголы НСВ и СВ (обобщение).

10. Цивилизация и культура. Россия: между Западом и Востоком. Российское общество в восприятии иностранцев. СМИ и интернет.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, пожелания, благодарности, радости, сожаления. Формулировать основную мысль, ключевой вопрос, проблему текста, сообщения. Аргументировать и иллюстрировать примерами свою точку зрения. Выяснить и уточнять позицию собеседника. Делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план. Написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ». Глаголы «жить», «учить», «печатать», «выполнять» с разными приставками. РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения (активизация изученной ранее лексики и расширение состава ЛСГ).

Грамматика: категория одушевлённости-неодушевлённости существительных. Имена собственные и нарицательные. Субстантивация. Трудные случаи склонения существительных и местоимений. Причастия (настоящего, прошедшего времени, пассивные, активные, полные, краткие).

Фонетика: корректировка фонетического акцента. Выразительные возможности интонации (выражение эмоций).

11. «Что-то физики в почёте, что-то лирики в загоне...»: выбор профессии

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях, специфике и условиях работы. Расспрашивать, уточнять, дополнять, выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: «Профессии», «Карьера». РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: предложный падеж с объектным значением (заботиться о детях), времени действия (при подготовке к экзамену). Виды глагола: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении.

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного (поэтического) текста.

## 12. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: формулировать определение научного понятия. Давать толкование научному факту. Составить глоссарий к научной работе, конспект печатного текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации. Общенаучная лексика и фразеология. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом который, пассивные конструкции). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: отработка фонетического чтения научного текста.

## 13. Личность в современном мире. Темп жизни. Работа и отдых. Увлечения, интересы, труд.

Коммуникативные задачи: инициировать обсуждение проблемы, высказывать свою точку зрения, выяснять мнение других участников обсуждения. Расспросить о стране, семье и профессии собеседника. Рассказать о семейных традициях и отношениях. Рассуждать о проблеме отцов и детей. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Составить письменную расширенную автобиографию, резюме. Составить тезисный план статьи. Написать эссе о проблеме семейных ценностей.

Лексика: активизация и расширение ЛСГ «Семья», «Отношения», «Профессии», «Карьера» «Увлечения». Глаголы со значением эмоциональной оценки (восхищаться, поражаться и т.д.). Глаголы «носить», «брать», «ставить», «просить» с разными приставками, речевые стереотипы (РС) согласия, несогласия, выражения собственного мнения, запроса чужого мнения; вводные слова, выражающие отношение к информации.

Грамматика: употребление глаголов на -ся со значением эмоционального состояния. Причастие. Вид глагола (трудные случаи употребления).

Фонетика: логическое (интонационно-смысловое) ударение. Корректировка фонетического акцента.

14. Человек и его личная жизнь. Проблема взаимоотношения поколений: родители и дети. Вопросы любви и брака. Семейные отношения.

Коммуникативные задачи: приветствовать, представляться, представлять кого-либо. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, события и факты биографии. Рассказать о себе, семье, родственниках. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных, семье, стране, городе. Высказать мнение. Выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Составлять письменную автобиографию, резюме.

Лексика: ЛСГ «Семья», «Дом», «Отношения», «Город», «Страна», «Увлечения». Речевые стереотипы (РС) согласия, несогласия, выражения мнения, точки зрения, вежливого прерывания чужой речи. Этикетные формулы приветствия и прощания (все стилевые регистры).

Грамматика: склонение существительных, местоимений и прилагательных в ед. и во мн. числе. Пространственные предлоги. Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции НСВ).

Фонетика: отработка произношения сложных прилагательных и существительных (с дополнительным ударением). Корректировка фонетического акцента.

15. Художественная культура России

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; выражать и выяснять эмоциональную оценку (удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.). Написать эссе описательного типа.

Лексика: ЛСГ «Изобразительное искусство», «Эмоциональное состояние», «Глаголы движения». РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошёл музей за час), направления движения (поезд на Москву). Глаголы движения с приставками. Полные и краткие прилагательные. Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного текста (прозаического и поэтического), Корректировка фонетического акцента.

16. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: приводить и разъяснять классификацию научных явлений, взаимодействие и взаимовлияние элементов и явлений (устно и письменно). Составить глоссарий к научной работе. Конспект звучащего текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова со значением последовательности развития мысли. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделит что на что, выделил в чём что, что влияет/воздействует на что и т.п.). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: отработка фонетического чтения научного текста.

17. Научный прогресс и духовное развитие человечества. Открытия, которые изменили мир. Наука и будущее человечества.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях и увлечениях; расспрашивать, уточнять (интервью). Принимать участие в дискуссии. Написание отзыва-рекомендации и мини-статьи (научно-популярный стиль).

Лексика: ЛСГ «Профессии», «Карьера, успех», Фразеология. Стиливая дифференциация русской лексики.

Грамматика: вид глагола (обобщение). Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

18. Технологии и личность в современном мире

Коммуникативные задачи: участвовать в обсуждении проблемы, выражать интенции согласия/несогласия, возмущения, гнева, одобрения, затруднения с ответом средствами разных языковых регистров. Написать эссе-рассуждение, письмо личного характера с заданной целью.

Лексика: ЛСГ «Гаджеты», «Изобретения». Глагол тратить, выяснять, глядеть, платить, говорить с различными приставками. Синонимический ряд «предел – рубеж – граница – окраина»; «эксперт – советник – консультант», «задача – проблема – трудность».

Грамматика: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении. Выражение временных отношений в простом и сложном предложениях; употребление предлогов книжных стилей (в связи, согласно, в течение и т.п.).

19. Путешествуем по России. География, экономика, культура.

Коммуникативные задачи: выяснять и сообщать информацию о географических, экономических и культурных особенностях страны. Расспрашивать о впечатлениях, о маршруте, о достопримечательностях. Выразить намерение, просьбу, требование, пожелание, совет различными речевыми средствами. Давать развёрнутое описание достопримечательностей. Выразить интенции благодарности/радости и др. различными языковыми средствами. Написать аннотацию статьи, эссе-описание, описание инфографики.

Лексика: собственные имена – топонимы. ЛСГ «Страна», «Климат», «Город», «Транспорт» (повторение, активизация и расширение состава).

Грамматика: употребление глаголов НСВ и СВ (повторение, трудные случаи), Формы причастий и деепричастий (повторение на материале расширенной лексики). Глаголы движения в переносном значении (не сошлись во взглядах).

## 20. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: обосновывать актуальность, социальную значимость научной проблемы, новизну, историю изучения. Написать введение к научной работе. Составить глоссарий к научной работе, конспект звучащего текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что и т.п.). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

## 21. Культура в современном мире. Весь мир – театр.

Коммуникативные задачи: выражать интенции эмоциональной и рациональной оценки, согласия/несогласия. Инициировать и вести обсуждение, аргументировать своё мнение. Вести электронную переписку. Написать статью (пост) для интернет-ресурса.

Лексика: ЛСГ «Прилагательные со значением интеллектуальной и эмоциональной характеристики», «Театр», «Мода». РС «Согласие/несогласие» (расширение лексической группы). Глаголы смотреть, звонить, положить, увлекаться с разными приставками.

Грамматика: имя существительное - род, склонение, число (повторение и обобщение, трудные случаи употребления). Стилистические функции существительных разных разрядов. Переносное употребление. Правописание корней, приставок, суффиксов и падежных окончаний существительных.

## 22. Поэт в России больше, чем поэт. Роль и место литературы в современном мире.

Коммуникативные задачи: выражать интенции возмущения, сожаления, удивления, затруднения с ответом, согласия, несогласия (различными лексическими способами). Эссе-размышление, официальное письмо-запрос.

Лексика: ЛСГ «Роды и жанры литературы», «Культурные ценности». Глаголы писать, хватать, верить с разными приставками.

Грамматика: имя прилагательное - согласование с существительными, склонение, степени сравнения (повторение и обобщение, трудные случаи употребления). Стилистические функции прилагательных. Правописание приставок (пре-, при-) и суффиксов прилагательных.

## 23. Наука и политика. Учёный и политика.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, политиках, военачальниках, исторических событиях. Выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять). Написать эссе (аргументированное рассуждение). Подготовить устное выступление полемического характера.

Лексика: ЛСГ «Политическое устройство», «Внешняя политика», глаголы со значением развития. РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости. Название общенаучных методов (классификация, анализ, синтез, сопоставление и т.п.).

Грамматика: местоимение (разряды, грамматические категории, формоизменение). Имя числительное (категории, склонение числительных разных классов – повторение, трудные случаи). Стилистическое функционирование местоимений и числительных. Правописание местоимений и числительных.

#### 24. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: описывать методы, приёмы, инструменты и ход эксперимента, анализа, разработки программы. Делать выводы. Написать заключение научной работы. Составить глоссарий к научной работе. Конспект звучащего текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология для описания методов, инструмента и хода исследования. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: активные и пассивные конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (изучать явление – явление изучается, исследовать проблему – проблема исследуется, проводить эксперимент – эксперимент проводится и т.п.). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

#### 25. Научный прогресс и природа: проблемы экологии. Изменение климата. Глобальное потепление.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано 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.

#### 26. «Он сказал: “Поехали!”»: человек в космосе. Освоение космического пространства.

Коммуникативные задачи: инициировать и вести дискуссию. Аргументировано выражать свою позицию. Выступать публично, подготовить презентацию (слайды). Написать проблемное эссе-рассуждение.

Лексика: ЛСГ «Космос: техника и технологии», «Космические тела и объекты». РС для участия в дискуссии (повторение и расширение лексических единиц). Стилиевая дифференциации лексики: особенности нейтральной (межстилевой) лексики и фразеологии.

Грамматика: причастие - грамматические категории и образование (повторение на расширенном лексическом материале), употребление, стилистические особенности. Обособление причастных оборотов.

27. Духовное развитие личности. Знания и вера. Наука и религия. Нравственная позиция учёного.

Коммуникативные задачи: инициировать, вести и поддерживать дискуссию. Описывать инфографику (устно и письменно), составить официальное письмо-заявление. Деловое резюме. Написать эссе-комментарий.

Лексика: ЛСГ «Религия». Стиливая дифференциация лексики: особенности книжной лексики и фразеологии.

Грамматика: наречие - разряды, особенности употребления, правописание. Деепричастие - образование, трудные случаи употребления, обособление деепричастий.

28. Наука и служение Отечеству. Гражданская позиция учёного.

Коммуникативные задачи: инициировать, вести и поддерживать дискуссию. Выступать публично с опорой на презентацию (слайды и др. визуальный ряд). Аргументировано выражать свою позицию, разъяснять, пояснять точку зрения. Выяснять и уточнять позицию собеседника. Описывать инфографику. Составить служебную записку. Написать открытое письмо проблемного характера.

Лексика: отличительные особенности научной лексики и фразеологии, закономерности употребления, словообразовательные маркеры. Выразительные средства языка в разных стилях.

Грамматика: служебные части речи (союзы, предлоги, частицы, междометия) - трудные случаи употребления, правописание, знаки препинания.

29. Подготовка к защите выпускной работы. Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы.

Коммуникативные задачи: формулировать тему, цель, задачи, определять объект и предмет исследования. Обосновывать целесообразность, новизну, актуальность, практическую ценность и теоретическую значимость работы. Описывать структуру и краткое содержание дипломной работы. Делать выводы, описывать результаты работы.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы.

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля. Конструкции с несколькими существительными в родительном падеже. Синтаксис и пунктуация простого предложения: тип в простом предложении, предложения с однородными членами.

30. Реферативный обзор и цитирование

Коммуникативные задачи: писать реферативный обзор (реферат на основе нескольких источников). Цитировать разными способами (парафраз, прямое цитирование, косвенное цитирование).

Лексика: научная лексика и фразеология для ввода цитат.

Грамматика: синтаксис и пунктуация простого предложения. Обособления. Знаки препинания при прямой речи.

### 31. Описание экспериментальной (практической) части работы

Коммуникативные задачи: описывать методы исследования, инструментарий, этапы и содержание практической части работы.

Лексика: глаголы научно-исследовательской деятельности, научные клише для описания практической части исследовательской работы.

Грамматика: глагольное управление, пассивные конструкции для описания эксперимента. Синтаксис и пунктуация сложного предложения: сложносочинённые предложения, бессоюзие.

### 32. Защита дипломной работы. Искусство презентации.

Коммуникативные задачи: выражать интенции в устной речи - благодарность, просьба, уточнение, согласие/несогласие, затруднение с ответом (научная коммуникация). Подготовить текст доклада (устного выступления), тезисы доклада, визуальную поддержку (слайды); выступать публично. Принимать участие в обсуждении, научной дискуссии.

Лексика: РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос, ответ, внимание).

Грамматика: использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении. Синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Семинар по физике высокотемпературных процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- семинар предназначен для развития у студентов способности квалифицированно ориентироваться в современной научной литературе, а также внятно и аргументировано излагать свои соображения по научным вопросам. В этом смысле семинар является первым шагом реальной профессиональной ориентации будущих научных работников в области экспериментальной и теоретической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов навыки работы с научной литературой, ознакомить студентов с современными научными исследованиями в области физики высокотемпературных процессов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- наименования основных периодических отечественных и зарубежных научных изданий, в которых публикуются результаты исследований по физике высокотемпературных процессов;
- основные реферативные журналы и поисковые системы;
- современные научные проблемы по тематике дисциплины.

##### **уметь:**

- находить научные статьи по заданной тематике;
- пользоваться реферативными журналами и поисковыми системами;
- составлять литературные обзоры;
- делать доклады по литературному обзору;
- оформлять тезисы конференций, научные статьи;
- рецензировать статьи, тезисы, авторефераты;
- воспринимать научный доклад и анализировать его;

- задавать вопросы по научным докладам.

**владеть:**

- приемами поиска научной информации;

- приемами изложения в письменном и устном видах результатов научных исследований.

**Темы и разделы курса:**

1. Семинар по физике высокотемпературных процессов

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения.

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье).

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные.

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

2. Семинар по физике высокотемпературных процессов

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения.

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье).

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные.

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Современная масс-спектрометрия

#### Цель дисциплины:

- изучение существующих масс-спектрометрических методов идентификации сложных органических и биоорганических соединений, включая белки и пептиды.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами физических основ существующих типов масс-анализаторов;
- приобретение базовых знаний о современных подходах на основе масс-спектрометрии к идентификации структуры биоорганических соединений и их количественному анализу;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области масс-спектрометрии.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные представления теории движения ионов в электромагнитных полях;
- основные представления о типах масс-анализаторов и принципах их работы;
- порядки численных величин, характерные для молекулярной физики.

##### уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных молекулярных процессов;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами биомacro-молекул, электромагнитного излучения и взаимодействия между ними.

**Темы и разделы курса:****1. Времяпролетный масс-анализатор**

Основное уравнение времяпролетной масс-спектрометрии. Уравнение калибровки. Рефлектрон.

**2. Гибридные масс-спектрометры**

Гибридизация масс-анализатора первого и второго уровней. Многоступенчатые вакуумные системы. Времяпролетные масс-спектрометры с ортогональным вводом ионов. Комбинация линейных радиочастотных мультипольных ионных ловушек и масс-анализаторов высокого разрешения.

**3. Ионизация атомов и молекул в газовой фазе**

Потенциал ионизации. Электронный удар. Химическая ионизация. Фотоионизация. Бомбардировка быстрыми атомами. Эффективность образования ионов в источниках ионизации.

**4. Источники ионизации при атмосферном давлении и принципы их работы**

Химическая ионизация при атмосферном давлении. Лазерная десорбция/ионизация. Электроспрей и способы его реализации. Механизм образования ионов в источнике электроспрей. Десорбционная электроспрейная ионизация. Пеннинговская ионизация и ее реализация в источниках ДАРТ.

**5. Комбинация масс-спектрометра с системами предварительного разделения смесей веществ**

Основные принципы жидкостно-хроматографического разделения макромолекул. Жидкостная хроматография на основе гидрофобных и гидрофильных взаимодействий. Ортогональное пространство поиска и идентификации биомacroмолекул (время, масса).

**6. Линейные радиочастотные мультипольные системы**

Масс-фильтр на основе радиочастотного квадруполя. Принципы фильтрации и изолирование ионов по массам. Распределение электрических полей в радиочастотных мультиполях. Удерживание и транспорт ионов от источника ионизации до масс-

анализатора на основе радиочастотных мультиполей. Линейная квадрупольная радиочастотная ионная ловушка ЛИТ. Влияние ион-ионных взаимодействий на точность измерения масс и разрешающую способность в ЛИТ.

#### 7. Масс-анализатор ионного циклотронного резонанса с преобразованием Фурье

Уравнение движение ионов в скрещенных электрическом и магнитном полях. Пеннинговская ионная ловушка. Динамика движения ионов в Пеннинговской ловушки и фундаментальные моды колебаний ионов. Магнетронное уширение ионного облака. Преобразование Фурье. Ион-ионные взаимодействия и их влияние на точность измерения масс ионов. Явление коалесценции ионных облаков. Дипольное, квадрупольное и поляризованные возбуждения циклотронного движения ионов.

#### 8. Масс-анализаторы: основные принципы работы и характеристики

Детекторы ионов: цилиндр Фарадея, вторичный электронный умножитель, многоканальный усилитель. Движение ионов в электрических и магнитных полях. Разрешающая способность. Динамический диапазон детектирования. Чувствительность и порог детектирования масс-анализатора. Диапазон измеряемых масс.

#### 9. Методы ионизации при исследовании биомакромолекул

Масс-спектры биомакромолекул при ионизации в источнике электроспрей. Алгоритм Фена. Физико-химические факторы, влияющие на эффективность образования ионов в источнике электроспрей. Механизм образования ионов в источниках МАЛДИ. Практическая реализация лазерной десорбции/ионизации в матрице. Физико-химические факторы, влияющие на эффективность ионизации в источниках МАЛДИ.

#### 10. Методы фрагментации макромолекул и их реализация в современных масс-спектрометрических системах

Номенклатура ионов фрагментов полипептидов. Столкновительная фрагментация. Реализация столкновительной фрагментации в радиочастотных мультипольных системах. Метод внерезонансного возбуждения циклотронного движения ионов в Пеннинговских ловушках и фрагментация ионов макромолекул на его основе. Диссоциативный захват медленных электронов. Диссоциативная передача электрона в ион-ионных взаимодействиях. Диссоциативное взаимодействие ионов макромолекул с инфракрасным излучением. Активация и фрагментация ионов макромолекул в области источника ионизации. Диссоциативное взаимодействие ионов макромолекул с поверхностью.

#### 11. Обзор масс-спектрометрических систем, используемых для идентификации и анализа белков в задачах протеомики

Основные требования к масс-спектрометрам, используемым в протеомных исследованиях. Квадрупольные радиочастотные масс-спектрометры для экспресс анализа. Гибридные хромато-масс-спектрометрические системы высокого разрешения.

#### 12. Основы масс-спектрометрического анализа веществ

Основные составляющие масс-спектрометра. Вакуумная система. Способы получения высокого вакуума. Масс-спектр. Уравнение калибровки масс-спектрометра.

#### 13. Радиочастотная квадрупольная ионная ловушка Паули

Уравнение движения ионов в радиочастотной квадрупольной ионной ловушке. Понятие эффективного потенциала. Основные моды колебаний ионов в ловушке Паули. Диаграмма стабильности. Влияние ион-ионных взаимодействий на диаграмму стабильности. Способы измерения масс в ловушке Паули. Уравнение калибровки. Радиочастотная квадрупольная ионная ловушка с преобразованием Фурье.

#### 14. Тандемная масс-спектрометрия макромолекул

Идентификация структуры веществ на основе масс-спектров фрагментации. Идентификация белков и пептидов с использованием геномных баз данных. Протеомные поисковые машины. Вероятностные подходы к проверке достоверности идентификаций белков.

#### 15. Электродинамическая орбитальная ионная ловушка Орбитрэп с преобразованием Фурье

Ионная ловушка Киндона. Идеальная электростатическая ионная ловушка Найта. Основные моды колебаний ионов в орбитальной ловушке. Принцип электродинамического сжатия ионных облаков. Уравнение калибровки. Влияние ион-ионных взаимодействий на точность измерения масс.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Современные методы исследования элементарного химического акта, веществ и материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение новых физико-химических методов при исследовании механизмов химических и биохимических реакций, изучении веществ и материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами физических основ оптических и микроскопических методов исследований;
- приобретение базовых знаний о современных подходах на основе оптических методов идентификации структуры веществ, материалов, биоорганических соединений и их качественному и количественному анализу;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области оптической спектроскопии.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы оптических методов детектирования;
- основы абсорбционной спектроскопии;
- основы спектроскопии комбинационного рассеяния;
- основы оптической микроскопии.

##### **уметь:**

- применять полученные знания для выбора соответствующего оптического метода;
- производить обработку результатов исследований оптических и микроскопических исследований;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- теоретическими представлениями об оптических методах исследований;
- методикой выбора и оценки применимости метода для исследования вещества, материала;
- культурой постановки и моделирования экспериментальной задачи по тематике курса;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами веществ, материалу, биомакромолекул.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Методологические основы оптических методов детектирования

Исторический обзор, анализ эволюции представлений о веществе, историческая шкала развития методов разделения и исследования макромолекул, введение в методологию биологического исследования, представление о спектре современных методов физико-химического анализа макромолекул, обсуждение критериев применимости методов и обработки полученных результатов, биоинформационные методы. Особенности выделения макромолекул разных классов из сложных смесей.

2. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой области

Теоретическое введение в абсорбционную спектроскопию (коэффициент экстинкции, спектральный диапазон). Спектрофотометры для измерений в УФ и видимой области.

Общие закономерности поглощения макромолекул в УФ-диапазоне. Спектральные параметры мономерных звеньев полимеров и тонкая структура спектра. Изменение спектров аминокислот под влиянием внешних факторов (рН среды, протонирование ионогенных групп). Определение концентрации макромолекул по спектрам поглощения.

3. Спектры поглощения макромолекул

Ультрафиолетовые спектры поглощения белков. Особенности структуры спектров белков по сравнению со спектрами смеси ароматических аминокислот, входящих в их состав. Методы расчета вклада светорассеяния в измеряемое поглощение. Оценка вклада мономерных звеньев, доступных внешнему воздействию, методом дифференциальной спектрофотометрии.

УФ поглощение нуклеиновых кислот, хромофоры. Расчет гиперхромного эффекта при переходе от двухспиральных структур ДНК к односпиральной. Вклад взаимодействия оснований в гиперхромный эффект. Тепловая денатурация и ренатурация ДНК. Кривые плавления ДНК.

4. Абсорбционная спектроскопия в ИК-области

Линейная ИК-спектроскопия и ее применение в исследовании макромолекул (определение вторичной структуры).

Спектрометры ИК диапазона. Дисперсионные спектрометры ближнего ИК диапазона. Спектрометры среднего и дальнего ИК диапазона с Фурье-преобразованием. Поглощение в тонких слоях, использование тяжелой воды, D<sub>2</sub>O.

Квантово-механическое описание колебаний. Колебательные моды многоатомных макромолекул, амидные полосы белков.

#### 5. Анализ инфракрасных спектров макромолекул

Метод разложения инфракрасных спектров на компоненты. Определение вторичной структуры макромолекул (белки, синтетические полимеры, ДНК).

Дифференциальная ИК-спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия, разрешенная во времени.

#### 6. Классическая (нерезонансная) спектроскопия комбинационного рассеяния (Рамановская)

Спектры комбинационного рассеяния и ИК поглощения. Рамановские спектрометры и микроскопы. Определение вторичной структуры макромолекул. Конформационная динамика в растворе и кристалле.

#### 7. Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния.

Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния. Колебательная рамановская оптическая активность.

#### 8. Оптическая активность

Круговой дихроизм. Теоретические основы. Спектрометры КД. Использование метода КД в биохимических исследованиях. КД спектры белков (определение вторичной структуры, мембранные белки, сворачивание белка). КД спектры РНК, ДНК и комплексов ДНК с белками. КД спектры углеводов. Круговой дихроизм в далеком УФ (190-160 нм) с использованием синхротронного излучения. Глобулярные белки.

#### 9. Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптик

Оптические методы визуализации внутренней структуры и микрорельефа поверхности объектов, представления об области применения и ограничениях, накладываемых физическими принципами функционирования на пространственное и временное разрешение рассматриваемых методов.

Основные положения геометрической оптики. Стандартный световой микроскоп. Дифракционное ограничение разрешающей способности. Проблема контраста. Микроскопия темного поля. Фазово-контрастная микроскопия. Поляризационный микроскоп.

#### 10. Конфокальная микроскопия. Безлинзовая микроскопия

Конфокальная микроскопия. Субволновое разрешение в рамках геометрической оптики.

Сканирующая микроскопия ближнего поля.

#### 11. Классическая флуоресцентная микроскопия

Механизм флуоресценции. Диаграмма Яблонского. Схема эпифлуоресцентного микроскопа. Одно- и двухфотонное возбуждение. Аппаратура для измерения спектров флуоресценции при комнатной и низкой (770К) температурах. Сопоставление спектров флуоресценции пигментов в растворе и в клетке. Тушение флуоресценции.

#### 12. Флуоресцентная микроскопия вне дифракционного барьера

4Pi-конфокальная микроскопия, двухимпульсная стимулированная микроскопия, флуоресцентная микроскопия в стоячих волнах.

#### 13. Флуоресцентно-резонансный перенос энергии

Фёрстеровский перенос энергии, диполь-дипольный перенос энергии; флуоресцентный резонансный перенос энергии; индуктивно-резонансный перенос энергии.

#### 14. Флуоресцентная спектроскопия одиночных молекул

От ансамбля к одной молекуле. Лазер-индуцируемая флуоресценция. Схемы мечения макромолекул.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Современные проблемы теплофизики и энергосберегающие технологии**

#### **Цель дисциплины:**

- акцентировать внимание студентов на ключевых изменениях и тенденциях в теплофизике, как фундаментальной основе энергетики, за счет достижений в физике, химии и других науках, и необходимости снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение представлений об энергогенерирующих установках и способах увеличения их КПД;
- изучение различных видов энергоносителей, включая твердые, жидкие и газообразные топлива;
- получение представлений о путях развития нетрадиционной энергетики и перспективах использования нетрадиционных энергогенерирующих установок;
- изучение применения плазменных технологий в энергетике, получение представлений о принципах работы МГД-генераторов;
- изучение экологических аспектов энергетики: парниковый эффект, очистка газовых выбросов;
- обсуждение перспективных энергоустановок будущего.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- основы физики твердого тела, жидкого состояния, газов и плазмы;
- экспериментальные методы исследований термодинамических и теплофизических свойств веществ;

- теоретические методы расчета термодинамических процессов в теплофизике, химии конверсии топлив, и в устройствах прямого преобразования энергии;
- методы защиты окружающей среды и практические требования к процессам и технологиям в электроэнергетике.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- 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;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и экспериментальных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками выполнения оценок термодинамических свойств вещества при высоких давлениях и температурах для анализа процессов в экстремальных условиях.

**Темы и разделы курса:**

1. Другие плазменные технологии в энергетике

Другие применения плазмы в энергетике - инициирование горения твердого топлива, плазмотермическая конверсия органических материалов.

## 2. Жидкое топливо и его применение

Жидкое топливо - особенности и преимущества двигателей на жидком горючем, основные моторные топлива из нефти и синтетические жидкие топлива, оценки перспектив использования и экологические аспекты.

## 3. Защита окружающей среды от деятельности энергетики

Защита окружающей среды в сферах энергетики, энергоемкого промышленного производства, термической утилизации отходов.

## 4. Низкотемпературная плазма, МГД-генераторы

Низкотемпературная плазма, ее получение, использование в энергоемких производствах. Плазма в МГД-генераторах.

## 5. Основные загрязнители окружающей среды и борьба с ними

Основные загрязнители и перспективные методы предотвращения экологически вредных выбросов (атмосферные загрязнения, сточные воды, золоотвалы). Выбросы высокой токсичности (фенолы, бензапирены, диоксины), их источники и предотвращение. Парниковый эффект.

## 6. Основные направления совершенствования энергогенерирующих установок

Основные направления совершенствования энергогенерирующих установок - увеличение эффективности, снижение капиталоемкости, защита окружающей среды. Пути повышения термического к.п.д. - увеличение верхней температуры цикла, регенерация в циклах, бинарные и более сложные циклы. Новые и перспективные энергетические установки.

## 7. Перспективы высокотемпературных технологий в энергетике

Разработка технологий высокого уровня температур - основной фактор прогресса в рассматриваемых выше сферах человеческой деятельности.

## 8. Плазменные технологии в экологии

Плазменные технологии в экологии (очистка газовых выбросов, обеззараживание вредных веществ) и энергетике.

## 9. Побочное производство энергии

Комбинированное производство продукции и энергии. Биопроизводство и энергетика.

## 10. Природный газ и его применение

Природный газ - аспекты использования в энергетике как чистого и чрезвычайно эффективного топлива, ресурсы и перспективы. Проблемы вовлечения в оборот низкокачественных топлив.

## 11. Твердое топливо и его применения

Твердое топливо - значительные ресурсы, добыча и экономичность, современные методы сжигания и использования тепла твердого топлива, переработка в жидкое и газообразное топливо, проблемы и методы очистки выбросов и ограничения в связи с борьбой с "парниковым" эффектом.

## 12. Энергетическое использование отходов

Энергетическое использование отходов и экономические и экологические аспекты такого использования отходов. Газификация топлив как средство решения комплекса проблем совершенствования схем и циклов энергоустановок и защиты окружающей среды. Оценки перспектив.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Статистическая термодинамика

#### Цель дисциплины:

Изучение обучающимися основ статистической термодинамики для применения ее в сфере наукоемких технологий при подготовке к дальнейшей практической самостоятельной работе в области энергетики, физики живых систем, материаловедения, технологии наноматериалов.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями статистической термодинамики;
- приобретение обучающимися теоретических знаний, практических умений и навыков в области исследований статистических систем;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственных теоретических и экспериментальных исследований.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы и теории статистической термодинамики;
- размерности и численные значения мировых констант и основных величин, употребляемых в статистической термодинамике;
- основные термодинамические потенциалы и их физический смысл;
- закон равнораспределения внутренней энергии по степеням свободы;
- условия термодинамического равновесия; в т.ч. химического;
- статистический смысл энтропии.

##### уметь:

- делать выводы из сопоставлений результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в рассматриваемых задачах и проблемах;
- видеть физическую суть технических задач;
- пользоваться справочной литературой для поиска необходимых физико-химических данных и понятий;
- рассчитывать термодинамические потенциалы молекулярных систем на основе представлений о строении вещества.

**владеть:**

- навыками освоения больших объемов информации;
- культурой постановки и анализа физических задач;
- методами статистической механики.

**Темы и разделы курса:**

1. Феноменологическая термодинамика

Введение. Термодинамическая система, термодинамические параметры, термодинамические процессы.

Взаимодействие термодинамической системы с окружением. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия.

2. Статистическая механика молекул

Термодинамические потенциалы и характеристические функции.

Химический потенциал.

Ансамбли и распределение Больцмана.

Большая статистическая сумма  $Q$ .

Выражения термодинамических функций через  $Q$  и  $Z$ .

Разделение статсуммы по видам движения.

Вычисление поступательной статсуммы молекулы.

Поступательная энтропия идеальных газов.

Вычисление статсуммы вращательного движения  $Z_{вр}$ .

Вычисление колебательной статсуммы  $Z_{кол}$ .

Вклад вращения и колебаний в энтропию.

Электронная статистическая сумма.

Степени свободы молекул.

Классические и квантовые представления о системе.

Характеристические температуры.

Теплоёмкость идеальных газов.

Внутренне вращение в многоатомных молекулах.

Определение энтропии из calorиметрических измерений.

Энтропия и вероятность. Формула Больцмана.

Расчёт константы равновесия через молекулярную статсумму  $Z$ .

3. Современные проблемы статистической термодинамики

Статистика реальных газов. Понятие конфигурационного интеграла.

Вычисление термодинамических функций реальных систем через уравнение состояния.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Суперкомпьютерное молекулярное моделирование**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных методов молекулярного моделирования: молекулярной динамики и Монте - Карло с элементами многомасштабного суперкомпьютерного моделирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области молекулярного моделирования;
- приобретение теоретических знаний в области компьютерной физики;
- изучение простейших методов решения уравнений компьютерной физики и постановки задач численного моделирования физических явлений;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области молекулярного моделирования;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов молекулярной динамики.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические модели основополагающих процессов и явлений в молекулярной физике и ее приложениях;
- фундаментальные понятия, законы, теории классической равновесной и неравновесной статистической физики;
- порядки физических величин, характерные для молекулярной физики конденсированных сред;
- основные подходы и приближения, используемые при расчетах атомной структуры кристаллов, жидкостей и кластеров;
- физические основы методов исследования структуры и свойств конденсированных фаз;
- современные проблемы физики, химии, нанотехнологий.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических сред и процессов в них;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- осваивать новые предметные области и теоретические подходы;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов компьютерных экспериментов и сопоставления с теоретическими данными.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые понятия основных методов молекулярного моделирования: молекулярной динамики, Монте Карло и квантовой химии.

Молекулярное моделирование в физике, химии, биологии, инженерных науках и нанотехнологиях. Modeling and simulation. Базовые понятия. Иллюстративные примеры их применения в таких задачах как кавитация в жидкостях, пластичность и разрушение кристаллических и нанокристаллических металлов, импульсный нагрев проводников, релаксация неидеальной плазмы, образование наноплазмы, динамика биомолекул, химических и биохимических реакций. Числа частиц до  $10^5$ - $10^{12}$  атомов.

Кафедры и базовые институты ФМБФ и других факультетов МФТИ, институтов РАН, ГНЦ и университетов России, в которых развивается это направление; обзор зарубежных организаций. Научные конференции.

2. Молекулярное моделирование и представления статистической физики. Потенциалы межчастичного взаимодействия.

Методы молекулярной динамики (ММД) и Монте Карло (ММК) как способы изучать реальные классические системы многих частиц из первых принципов: из уравнений

Ньютона или гиббсовской вероятности. Принципиальные идеи ММД. Эргодическая гипотеза. Проблема возникновения необратимости. Принципиальные идеи ММК. Существенная выборка. Парные потенциалы взаимодействия. Неаддитивность. Потенциалы внедренного атома. Насыщение химических взаимодействий. Исключение вкладов связанных состояний.

3. Простейшие варианты метода молекулярной динамики. Численное интегрирование.

Техника ММД. Численное интегрирование уравнений движения. Межчастичное взаимодействие. Граничные условия: периодические условия для однородных систем, поверхность, кластеры, биомолекулы и др. Начальные условия в стационарном и нестационарных случаях. Исследование равновесных систем, выход на равновесие, длина траектории. Релаксация. Управляемая молекулярная динамика. Компьютерный эксперимент: модель и диагностика.

Выбор шага интегрирования (ограничения сверху по сохранению полной энергии, по крутизне потенциала взаимодействия, частотные ограничения), переменный шаг. Выбор схемы интегрирования по отсутствию дрейфа средней полной энергии и из соображений экономии машинного времени. Флуктуации полной энергии.

4. Требования к выбору числа частиц в расчетной ячейке.

Иерархия пространственных корреляций частиц. Парные корреляции. Дальние взаимодействия, кулоновский случай. Кооперативные явления. Иерархия временных корреляций частиц. Автокорреляционная функция скорости. Ограничения по диффузии и по скорости звука. Фононы, плазменные волны, флуктуации. Фазовые переходы. Неоднородные системы. Вывод: выбор числа частиц определяет набор явлений и свойств, которые можно исследовать с помощью ММД.

5. Стохастические свойства молекулярно-динамических моделей.

Расходимость траекторий частиц. Неустойчивость по Ляпунову. К-энтропия. Время динамической памяти. Возникновение необратимости. Негамильтоновость ММД. Фактические уравнения движения, которым удовлетворяют траектории ММД. Сохранение полной энергии в среднем и её флуктуации. ММД-ансамбль и его сопоставление с ансамблям статистической физики. Специфические ансамбли, используемые в ММД. ММД как метод, сохраняющий Ньютоновскую динамику на временах молекулярной релаксации и проводящий статистическое усреднение по начальным условиям вдоль МД траектории.

6. Равновесные молекулярно-динамические модели.

Фундаментальные соотношения (первые принципы), используемые при диагностике: статистическая сумма, конфигурационный интеграл, строгие выражения для энергии, давления, теплоёмкости, тензора упругих напряжений и пр.; формулы Кубо-Грина и Эйнштейна-Гельфанда для коэффициентов диффузии, теплопроводности, вязкости и пр. Замена усреднения по фазовому пространству усреднением по времени. Пространственные и временные корреляции частиц. Радиальные функции распределения, корреляционные функции, флуктуации, их спектры. Термодинамические свойства и корреляционные функции. Автокорреляционные функции. Пространственно-временные корреляции частиц, Фурье-образы. Динамический структурный фактор. Примеры для однородных фаз и двухфазных систем, локализация точки фазового перехода, поверхностное натяжение,

фазовые переходы второго рода, кластеры и макромолекулы, наноструктуры и наноматериалы.

#### 7. Моделирование релаксации.

Моделирование начального состояния. Формирование ансамбля начальных состояний, различных микроскопически и эквивалентных макроскопически. Зависимость от выбора ансамбля. Мгновенная диагностика. Диагностика с усреднением по времени. Примеры. Метастабильные состояния. Кинетика и динамика кавитации и плавления. Стёкла. Релаксация за фронтом ударной волны в жидкости или твёрдом теле.

#### 8. Основная идея метода Монте - Карло.

Общее понятие о Марковских цепях. Алгоритм Метрополиса. Существенная выборка. Термодинамические величины в каноническом ансамбле. Алгоритм Метрополиса для канонического ансамбля.

#### 9. Метод Монте Карло для различных ансамблей.

Обобщение алгоритма Метрополиса. Большой канонический и изотермически-изобарический ансамбли. Примеры изучения равновесных систем. Химическое и ионизационное равновесия.

#### 10. Сопоставление методов молекулярной динамики и Монте Карло. Многомасштабные подходы.

Потенциалы взаимодействия, граничные условия, число частиц, численные схемы, начальные условия, длина траектории, вариативность и гибкость моделей. Возможности методов. Систематические и статистические погрешности. Критерии достоверности. Многомасштабные подходы, которые позволяют, опираясь на данные молекулярного моделирования, выйти за рамки пространственных и временных масштабов, доступных методам молекулярной динамики и Монте Карло, вплоть до макромасштабов. Проблема связи (bridging the scales) между дисциплинами, работающими на разных уровнях пространственных и временных масштабов: молекулярное моделирование, физическая и химическая кинетика, механика сплошных сред, нано, мезо и макро подходы и т.п. Примеры прикладных задач, требующих привлечения нескольких уровней, отличающихся на многие порядки величин (от фемто и пикосекунд до сотен лет, от долей нанометров до метров и более). Возникающие проблемы информационных технологий: требуемые вычислительные средства, методы параллельных вычислений, выбор числа вычислительных ядер.

Молекулярное моделирование – научная основа нанотехнологий, а в связке с multiscale подходами – важнейшее прорывное направление в естественных и инженерных науках. Ради него создаются лучшие суперкомпьютеры в мире.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Теоретические и технические основы численного анализа**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ работы с операционной системой UNIX, программирования и решения на компьютерах различных задач вычислительной физики, а также применение полученных знаний и навыков на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основ операционной системы UNIX;
- формирование представлений о языках программирования, изучение особенностей языка программирования C;
- редактирование, компиляция и линковка программ в операционной системе UNIX;
- разработка алгоритма, написание программы, отладка и запуск программ для различных задач вычислительной физики;
- изучение основ параллельного программирования.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы устройства современной компьютерной техники и принципы работы современных операционных систем;
- основные принципы работы и основные команды операционной системы UNIX;
- классификацию языков программирования, требования к языкам программирования для их использования при моделировании задач вычислительной физики;
- принципы структурного программирования;
- основы процесса компиляции и линковки программ;
- классификацию многопроцессорных вычислительных комплексов;
- основные принципы создания параллельных программ для многопроцессорных вычислительных комплексов с распределенной памятью;
- основные принципы создания параллельных программ для многопроцессорных вычислительных комплексов с общей памятью.

**уметь:**

- работать с файловой системой операционной системы UNIX в терминальном режиме;
- редактировать файлы программ с помощью стандартных редакторов операционной системы UNIX;
- уметь пересылать файлы между компьютерами различными способами;
- программировать на языках C и/или FORTRAN;
- компилировать и линковать программы, написанные с привлечением стандартных библиотек;
- создавать собственные библиотеки подпрограмм и использовать их для написания и компиляции собственных программ;
- использовать библиотеку GSL для решения стандартных задач вычислительной математики;
- разрабатывать алгоритмы в соответствии с принципами структурного программирования;
- разрабатывать простые параллельные алгоритмы, создавать простые параллельные программы для компьютеров с общей и распределенной памятью;
- запускать параллельные программы на многопроцессорных вычислительных комплексах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и экспериментальных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- практикой работы в операционной системе UNIX, включая написание, редактирование, отладку и запуск последовательных и параллельных программ.

**Темы и разделы курса:**

1. Компиляция программ в ОС UNIX

Компиляция программ на языке C. Основные этапы компиляции, ключи компилятора gcc на каждом этапе компиляции. Ошибки компиляции на каждом из этапов. Понятие о библиотеках, способы создания и работы с библиотеками.

## 2. Методы расчета твердой фазы

Двумерная модель Изинга. Понятие о фазовом переходе второго рода. Расчет теплоемкости в двумерном случае, зависимость результатов от параметров моделирования, оценка погрешности моделирования.

## 3. Моделирование случайных процессов

Моделирование случайных процессов. Понятие о методе Монте-Карло. Алгоритм Метрополиса. Задача о перколяции.

## 4. Одномерная и двумерная модели Изинга

Одномерная модель Изинга. Аналитические формулы для энергии, магнитного момента и теплоемкости. Моделирование одномерной модели Изинга.

## 5. Основы ОС UNIX

Основы операционной системы UNIX. История, принципы, влияние на другие операционные системы. Структура операционной системы UNIX.

## 6. Параллельное программирование с общей памятью

Понятие о программировании с общей памятью, технология OpenMP. Краткое описание современных технологий, которые необходимо освоить для эффективного численного моделирования различных физических задач.

## 7. Параллельное программирование с распределенной памятью

Понятие о параллельном программировании. Суперкомпьютеры с распределенной памятью. Библиотека MPI, межпроцессорные обмены. Написание, отладка и запуск параллельных задач.

## 8. Принципы структурного программирования

Принципы структурного программирования. Способы объединения блоков, стандартные блоки. Примеры структурных и неструктурных программ. Отступления от принципов структурного программирования.

## 9. Процессы в ОС UNIX

Процессы в операционной системе UNIX. Способы управления процессами с помощью сигналов, соответствие некоторых сигналов клавиатурным комбинациям. Понятия о потоках в рамках процесса.

## 10. Работа в командной строке ОС UNIX.

Основные команды операционной системы UNIX. Работа в командной строке, командный процессор `bash`. Файловая система операционной системы UNIX, работа с файлами и каталогами, права на файлы и каталоги.

#### 11. Система компиляции программ MAKE

Система компиляции программ MAKE. Зависимости между файлами, цели, обработка зависимостей. Команда `make`. Пример компиляции реального проекта.

#### 12. Языки программирования для численного моделирования

Редактирование файлов, основы редактора `vi`. Классификация языков программирования, требования к языкам программирования для написания вычислительных программ. Особенности языков программирования FORTRAN и C.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Теория вероятностей

#### Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теории вероятностей для дальнейшего использования в других областях математики, естественнонаучных и гуманитарных дисциплинах;
- формирование математической культуры и исследовательских навыков;
- овладение методами анализа случайных явлений и процессов.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение обучающимися теоретических знаний, связанных с аксиоматикой теории вероятностей и ее применениями;
- умение распознавать и выделять вероятностные закономерности;
- свободное владение основными понятиями (вероятностное пространство, случайная величина, независимость и т.д.), формулами (полной вероятности, Байеса и др.) и классическими схемами (Бернулли, полиномиальной и др.);
- знание основных теорем (законы больших чисел, центральная предельная теорема и др.) и границы их применимости;
- развитие теоретико-вероятностной интуиции, т.е. умения строить математические модели, правильно отражающие те или иные стороны случайных явлений.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- понятие вероятностного пространства;
- определения независимости событий и классов событий;
- определения случайной величины и связанных с ней числовых характеристик (математическое ожидание, дисперсия, моменты);
- понятия независимости случайных величин, ковариации и коэффициента корреляции;

- определения и свойства функции распределения, плотности, производящей функции, характеристической функции;
- виды сходимости последовательностей случайных величин (почти наверное, по вероятности, в среднем квадратическом, по распределению) и соотношения между ними.

**уметь:**

применять основные теоремы и формулы:

- формулу полной вероятности,
- формулу Байеса,
- теоремы сложения и умножения,
- предельные теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа,
- законы больших чисел Бернулли, Чебышева и Хинчина,
- центральную предельную теорему.

**владеть:**

- основными приемами построения вероятностного пространства;
- комбинаторной техникой вычисления вероятности и приемами вычисления геометрических вероятностей;
- аналитическими методами теории вероятностей, связанными с применением производящих и характеристических функций;
- приближенными методами вычислений, основанными на применении предельных теорем.

**Темы и разделы курса:**

1. Вероятностное пространство и дискретная вероятностная модель.

Теоретико-множественная модель событий. Определение вероятности. Элементы комбинаторики. Статистики Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Геометрические вероятности. Алгебры множеств и разбиения. Простейшие свойства вероятности на конечной алгебре событий. Теорема сложения. Условная вероятность. Теорема умножения, формула полной вероятности, формула Байеса. Определения независимости событий и классов событий. Теорема о независимости алгебр, порожденных разбиениями.

2. Последовательности независимых испытаний.

Схема Бернулли. Вероятностное пространство, описывающее схему Бернулли, и биномиальное распределение. Предельные теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа. Полиномиальная схема и полиномиальное распределение.

### 3. Дискретные случайные величины.

Индикаторы событий и их свойства. Законы распределения дискретных случайных величин. Определение и свойства математического ожидания и дисперсии. Целочисленные случайные величины и производящие функции.

### 4. Общая модель вероятностного пространства.

Последовательности множеств, верхний и нижний пределы. Сигма-алгебры множеств. Счетная аддитивность и непрерывность функции множеств. Общее определение случайной величины, функция распределения и плотность. Аппроксимационная теорема и общее определение математического ожидания. Вычисление математического ожидания и дисперсии. Совместное распределение и независимость случайных величин. Мультипликативное свойство математического ожидания. Ковариация и коэффициент корреляции, ковариационная матрица. Задача линейного оценивания.

### 5. Законы больших чисел и центральная предельная теорема.

Неравенство Чебышева. Закон больших чисел в форме Бернулли и форме Чебышева. Определение и свойства характеристических функций. Характеристические функции некоторых распределений. Формула обращения и теорема сходимости (без доказательства). Виды сходимости последовательностей случайных величин. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел в форме Хинчина.

### 6. Цепи Маркова: основные понятия и свойства.

Марковская зависимость испытаний. Переходные вероятности и стохастические матрицы. Теорема о предельных вероятностях.

### 7. Ветвящиеся процессы.

Модель Гальтона-Ватсона и классификация ветвящихся процессов. Теорема о сумме случайного числа случайных величин. Вероятность вырождения процесса и ее связь с классификацией процессов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Теория поля**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания необходимые для описания различных физических явлений в области приложений специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории относительности и классической электродинамики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять, как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методов релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;
- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;

- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.

#### **уметь:**

- Пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.

#### **владеть:**

- Основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Принцип относительности

Однородность пространства и однородность времени, изотропия пространства, инерциальные системы отсчёта. Ньютонова механика и принцип относительности Галилея. Потенциальность сил и дальноедействие. Постоянство скорости света. Несовместимость

конечности скорости распространения взаимодействий с принципом относительности Галилея. Принцип относительности Эйнштейна. Изменение представлений о свойствах пространства и времени в результате опытов со светом. Преобразования Лоренца, их вывод и следствия из них. Относительность одновременности и промежутков времени. Мысленные опыты по измерению длин, промежутков времени и синхронизации часов. Сокращение длин, замедление времени и собственное время. Релятивистское сложение скоростей и преобразование направлений. Эффект прожектора. Аберрация света.

## 2. Четырехмерное псевдоевклидово пространство Минковского.

Декартовы координаты. Мировая точка (событие) и мировая линия. Интервалы между событиями как мера расстояния в пространстве Минковского. Пространственно-подобные, временно-подобные и нулевые интервалы. Световой конус. Принцип причинности. Инвариантность интервала и геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. Аффинные преобразования. Понятие 4-вектора. Скалярное произведение. Метрика четырехмерного пространства. Контра- и ковариантное представление. 4-градиент и 4-дивергенция. 4-векторы скорости и ускорения. Ковариантность физических законов относительно преобразования Лоренца как переформулировка принципа относительности. Векторы и тензоры в трехмерном пространстве.

## 3. Описание движения свободной релятивистской точечной частицы.

Понятие точечной элементарной частицы, её 4-координата и мировая линия. Ковариантная формулировка принципа наименьшего действия в пространстве Минковского, функция Лагранжа свободной частицы. Принцип соответствия. Энергия, импульс и гамильтониан свободной релятивистской частицы. 4-вектор импульса. Частицы с нулевой массой. Ультрарелятивистское движение. Закон сохранения 4-импульса замкнутой системы как следствие однородности пространства-времени. Лабораторная система и система центра масс. Применение закона сохранения 4-импульса для описания упругих столкновений частиц. Эффективная масса системы. Неупругие столкновения и распады с образованием новых частиц. Дефект массы для составных

систем. Порог реакции. Волновой 4-вектор. Эффект Доплера.

## 4. Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем.

Понятия заряда точечной элементарной частицы и электромагнитного поля. 4-вектор потенциал электромагнитного поля. Действие и лагранжиан для точечной частицы во внешнем векторном поле. Энергия, обобщенный и кинематический импульсы. Уравнение Лагранжа и сила Лоренца. Функция Гамильтона. Градиентная (калибровочная) инвариантность. Ковариантный вывод уравнения движения заряженной частицы в четырехмерном виде. 4-вектор силы.

## 5. Тензор электромагнитного поля.

Понятие тензора. 4-тензоры и их свойства. Абсолютно антисимметричный и метрический тензоры. Инвариантность 4-объема. Электрическое и магнитное поля как компоненты антисимметричного 4-тензора электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для потенциалов ( $\varphi$ ,  $A$ ) и напряженностей ( $E$ ,  $H$ ) из одной системы отсчета в другую. Инварианты поля и их следствия. Дуальный тензор поля.

## 6. Движение заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

Движение заряженной частицы в постоянных однородных электрическом и магнитном полях. Дрейф в скрещенных полях. Средняя сила и средний момент силы для системы частиц во внешних слабонеоднородных электрическом и магнитном полях. Электрический и магнитный дипольные моменты. Энергия магнитного момента во внешнем магнитном поле. Гиромагнитное отношение. Прецессия магнитного момента во внешнем поле и теорема Лармора. Адиабатический инвариант и движение заряженной частицы в слабопеременном магнитном поле. Движение ведущего центра орбиты и поперечный дрейф заряженной частицы в слабонеоднородном магнитном поле. Магнитные зеркала и примеры осуществления их в природе и технике.

#### 7. Уравнения электромагнитного поля.

Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов и их вывод из первых принципов. Первая пара уравнений Максвелла. Распределенные заряды. Переход от точечных зарядов к распределенной системе зарядов и токов при помощи  $\delta$ -функции. Плотности заряда и тока системы точечных частиц. Закон сохранения электрического заряда и 3 уравнение непрерывности. 4-вектор плотности тока. Функционал действия и плотность функции Лагранжа для электромагнитного поля. Получение второй пары уравнений Максвелла из вариационного принципа. Уравнения Максвелла в трехмерной и четырехмерной формах. Единственность решений уравнений Максвелла. Свойства симметрии уравнений Максвелла.

#### 8. Энергия и импульс электромагнитного поля. Уравнения для потенциалов.

Плотность энергии поля и вектор плотности потока энергии (вектор Пойнтинга). Баланс энергии системы заряженных частиц и электромагнитного поля. Плотность импульса поля, тензор плотности потока импульса и тензор напряжений Максвелла. Баланс импульса системы заряженных частиц и электромагнитного поля. Плотность силы Лоренца. 4-тензор энергии-импульса. Калибровочная инвариантность уравнений электродинамики. Уравнения для потенциалов. Вид уравнений для 4-потенциалов в кулоновской калибровке и в калибровке Лоренца. Оператор Д'Аламбера. Основные уравнения электро-и магнитостатики. Электростатический потенциал точечного заряда.

#### 9. Электро- и магнитостатика.

Уравнение Пуассона и его решение. Функция Грина уравнения Пуассона. Электрическое поле

системы неподвижных зарядов на больших расстояниях. Мультипольное разложение потенциалов. Электрический квадрупольный момент. Энергия электростатического взаимодействия и устранение самодействия точечных частиц. Выражение энергии системы зарядов во внешнем слабонеоднородном электрическом поле через мультипольные моменты. Решение уравнения Пуассона для векторного потенциала стационарной системы токов. Закон Био–Савара. Магнитное поле усредненного по времени стационарного движения зарядов на больших расстояниях.

#### 10. Свободное поле. Неоднородные волновые уравнения.

Однородные волновые уравнения для потенциалов свободного электромагнитного поля в пустом пространстве и их решения. Плоские монохроматические электромагнитные волны и их поляризация. Линейная, круговая и эллиптическая поляризации. Усреднение по

времени и по поляризации. Решение неоднородных волновых уравнений с помощью функции Грина. Функция Грина в фурье-представлении по времени. Функция Грина волнового уравнения и принцип причинности. Определение запаздывающей функции Грина.

11. Запаздывающие потенциалы. Излучение в дипольном приближении.

Запаздывающая и опережающая функции Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Дипольное приближение, его физический смысл и критерии применимости. Потенциалы поля излучения в дипольном приближении. Поля  $E$  и  $H$  в волновой и квазистационарной зонах. Интенсивность излучения в дипольном приближении. Угловое и спектральное распределения дипольного излучения и его поляризация.

12. Излучение движущихся зарядов вне дипольного приближения.

Поле в волновой зоне колеблющихся магнитного диполя и электрического квадруполь. Интенсивность излучения магнитного диполя и электрического квадруполь. Излучение релятивистски-движущихся частиц. Потенциалы Лиенара–Вихерта. Формула Лармора. Синхротронное излучение и его полная интенсивность. Оценка длины формирования, углового и спектрального распределения синхротронного излучения в ультрарелятивистском случае.

13. Реакция излучения и рассеяние электромагнитных волн.

Сила радиационного трения. Затухание, вызываемое излучением. Естественная (классическая) ширина спектральной линии. Пределы применимости классической электродинамики на малых расстояниях и в сильных полях. Постановка задачи о рассеянии. Дифференциальное и полное сечение рассеяния монохроматической волны на заряде. Рассеяние света на свободном электроны. Томсоновское сечение рассеяния и классический радиус электрона. Поляризация рассеянного света. Рассеяние электромагнитных волн на связанном электроны как на осцилляторе с затуханием. Резонансное рассеяние.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Теория функций комплексного переменного**

#### **Цель дисциплины:**

изучение методов и овладение аппаратом анализа функций комплексного переменного для их применения при решении задач математической физики, гидродинамики, аэродинамики и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение свойств регулярных функций, разложение регулярных функций в кольце в виде суммы ряда Лорана;
- умение исследовать изолированные особые точки функции и применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- владение методом конформных отображений при решении задач уравнений математической физики на плоскости.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- условия Коши-Римана, интегральную теорему Коши, интегральную формулу Коши;
- критерии регулярности функций: теоремы Морера и Вейерштрасса, представление регулярной функции, заданной в кольце, в виде суммы ряда Лорана; типы изолированных особых точек;
- понятие вычета в изолированной особой точке;
- теорему Коши о вычислении интегралов через сумму вычетов;
- понятие регулярной ветви многозначной функции;
- понятие конформного отображения, дробно-линейные функции и функции Жуковского;
- теорему Римана о конформной эквивалентности односвязных областей;
- решение классической задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости методом конформных отображений.

**уметь:**

- представлять регулярную функцию, определенную в кольце, в виде суммы ряда Лорана;
- находить и исследовать изолированные особые точки функции;
- применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- находить функции, осуществляющие конформные отображения заданных областей;
- применять метод конформных отображений при решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости.

**владеть:**

- методами комплексного анализа, применяемыми при вычислении интегралов с помощью вычетов;
- методами комплексного анализа, применяемыми при решении задач гидродинамики, аэродинамики, математической физики и др.

**Темы и разделы курса:**

1. Элементарные функции комплексного переменного, их дифференцируемость и интегрируемость по контуру. Условия Коши-Римана. Теорема об обратной функции. Многозначные функции. Главные регулярные ветви функций. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

1.1. Комплексные числа. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Последовательности и ряды. Понятие функции комплексного переменного. Непрерывные функции.

1.2. Дифференцирование по комплексному переменному. Условия Коши--Римана. Понятие функции, регулярной в области. Сопряженные гармонические функции двух переменных.

1.3. Элементарные функции комплексного переменного: степенная, рациональная, показательная и тригонометрическая, их свойства. Теорема об обратной функции (невыврожденный случай). Понятие о многозначной функции и ее регулярных ветвях. Главные регулярные ветви многозначных функций.

1.4. Интегрирование по комплексному переменному. Интегральная теорема Коши для регулярных функций (доказательство для случая кусочно-гладкого контура в односвязной области). Интегральная формула Коши (интеграл Коши). Интеграл типа Коши, его регулярность.

1.5. Первообразная. Достаточное условие существования первообразной. Формула Ньютона--Лейбница. Теорема Морера.

1.6. Приращение аргумента  $z$  вдоль гладкого контура, его интегральное представление и свойства. Приращение аргумента функции  $f(z)$  вдоль непрерывного контура и его свойства.

Общий вид регулярных ветвей многозначных функций и в односвязной области, не содержащей нуля. Условия существования и общий вид регулярных ветвей многозначных функций.

2. Интегральная теорема Коши.

Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Первообразная.

3. Степенные ряды. Ряд Тейлора для регулярной функции. Ряд Лорана для регулярной функции в кольце.

2.1. Степенные ряды, первая теорема Абеля, радиус и круг сходимости. Разложение в степенной ряд функции, регулярной в круге. Теоремы Вейерштрасса для равномерно сходящихся рядов из регулярных функций.

2.2. Ряд Лорана и его кольцо сходимости. Разложение в ряд Лорана функции, регулярной в кольце, его единственность и неравенство Коши для коэффициентов ряда Лорана. Теорема единственности для регулярных функций.

4. Изолированные особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов.

3.1. Изолированные особые точки однозначного характера, их классификация. Определение характера особой точки по главной части ряда Лорана.

3.2. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Лемма Жордана.

5. Геометрические принципы регулярных функций. Конформные отображения в расширенной комплексной плоскости.

5.1. Лемма об открытости. Принцип сохранения области. Однолиственность и многолиственность в малом. Принцип максимума модуля регулярной функции. Принцип максимума и минимума гармонической функции. Лемма Шварца.

5.2. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие конформного отображения в расширенной комплексной области.

5.3. Дробно-линейные функции и их свойства.

5.4. Конформные отображения с помощью элементарных функций. Функция Жуковского и ее свойства. Теорема Римана о конформной эквивалентности односвязных областей и принцип соответствия границ (без доказательства).

5.5. Теорема о стирании разреза. Принцип симметрии при конформных отображениях.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### 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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Физика высоких плотностей энергии**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение экстремальных состояний вещества в природе, способов получения экстремальных состояний в различных физических процессах, а также различных подходов для моделирования экстремальных состояний.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение классификации экстремальных состояний;
- изучение экстремальных состояний в природе;
- изучение способов получения высоких плотностей энергии;
- получение представлений о практических приложениях экстремальных состояний вещества, в том числе в действующих и перспективных энергоустановках;
- получение представлений о современных возможностях моделирования экстремальных состояний вещества.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- классификацию экстремальных состояний;
- методы получения экстремальных состояний с использованием ударных волн;
- особенности состояний вещества, получаемых с помощью воздействия мощных лазерных импульсов, пучков электронов и ионов и мощного импульса электрического тока;
- параметры современных уникальных отечественных и зарубежных установок для получения экстремальных состояний вещества;
- возможности применения экстремальных состояний в современной энергетике.

##### **уметь:**

- изображать фазовую диаграмму плотность-температура с указанием различных типов экстремальных состояний вещества;

- проводить оценки для получения параметров вещества за фронтом ударных волн;
- проводить анализ состояний вещества, получаемых в различных экспериментах, на фазовой диаграмме.

**владеть:**

- навыками анализа ударно-волновых экспериментов;
- представлениями о теоретическом и полуэмпирическом описании неидеальных сред;
- представлениями практическом использовании экстремальных состояний в современных и перспективных энергоустановках;
- представлениями о современных возможностях численного моделирования для изучения экстремальных состояний вещества.

**Темы и разделы курса:**

1. Вывод уравнений газовой динамики

Общий анализ фазовой диаграммы. Квантовомеханические модели твердого тела. Модели жидкого состояния. Термодинамика плазмы. Фазовые переходы.

2. Вязкость и теплопроводность

Полуэмпирические способы описания термодинамики неидеальных сред. Квазигармоническое приближение. Уравнение состояния Ми-Грюнайзена. Эффекты ангармонизма. Вклад свободных электронов. Плавление. Упрощенные уравнения состояния. Фазовые границы.

3. Гиперболические системы квазилинейных уравнений

Ядерная материя. Понятие о кварках и глюонах. Кварк-глюонная плазма, деконфайнмент кварков. Предполагаемые фазовые переходы в кварк-глюонной плазме, аналогии с электромагнитной плазмой.

4. Двумерное стационарное течение

Первопринципные методы расчета различных свойств экстремальных состояний. Метод Томаса-Ферми, Хартри-Фока-Слэтера, метод функционала плотности, метод квантовой молекулярной динамики, квантовый метод Монте-Карло.

5. Детонация в газах

Экстремальные состояния в энергетике. Управляемый термоядерный синтез с инерционным удержанием плазмы. Взрывные МГД-генераторы. Импульсные МГД-генераторы на горении твердых топлив. Мощные источники СВЧ излучения. Имитация ударов молнии. Поиск полезных ископаемых.

6. Задача о распаде произвольного разрыва

Сверхвысокие давления. Мощные подземные взрывы. Проблема выбора эталона. Новые методы абсолютных регистраций. Лазерная генерация ударных волн. Пучки релятивистских электронов, тяжелых и легких ионов.

#### 7. Кинетическое уравнение и его связь с гидродинамикой

Космические исследования. Строение планет-гигантов. Неидеальная плазма звезд. Противометеоритная защита космических аппаратов и Земли.

#### 8. Неустойчивости в течениях газов

Математическое моделирование импульсных процессов. Многомерная газодинамика с учетом уравнения состояния, кинетики, транспортных свойств и физико-химических превращений. Расчет на массивно-параллельных ЭВМ.

#### 9. Плоское изоэнтропическое течение

Ударноволновые методы исследования. Метод торможения. Ударные адиабаты веществ-эталонов. Метод отражения. Ударное сжатие пористых образцов. Квазиизэнтропическое ударное сжатие. Измерение термодинамики ударно-сжатого вещества. Температурные регистрации. Изэнтропическое расширение.

#### 10. Структура фронта ударной волны

Проблемы безопасности в энергетике. Ядерная энергетика. Водородные и газовые взрывы. Переход горения в детонацию. Взрывная прочность защитных конструкций.

#### 11. Ударные волны и уравнения Гюгонио

Статические и динамические методы генерации экстремальных состояний. Сосуды высокого давления. Алмазные наковальни. Электрический взрыв проводников. Адиабатическая труба. Сжатие магнитным полем. Пинчи. Изэнтропическое сжатие. Ударноволновое сжатие.

#### 12. Центрированная волна разрежения

Экспериментальные способы генерации ударных волн. Ударные трубы. Плоские метательные системы. Кумулятивные метательные устройства. Сферические и конические системы. Одно- и двухступенчатые легкогазовые пушки. Электрические пушки. Рельсотроны.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Физика газового разряда

#### Цель дисциплины:

- изучение основ физики ионизированного высокотемпературного газа.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области физики ионизированного высокотемпературного газа (ИВГ);
- приобретение теоретических знаний в области изучения свойств и процессов в ИВГ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области ИВГ.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики.

##### уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с физикой газового разряда.

**Темы и разделы курса:**

1. Плазменная частота.

Важнейшие предельные случаи: слабое поглощение, скин-слой, полное отражение. Плазменная частота.

2. Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы.

Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы. Природа тока смещения. Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.

3. Движение и энергия электронов в осциллирующих полях.

Свободные и дрейфовые колебания.

4. Искровой разряд.

Искровой разряд. Лидерный механизм длинной искры и молнии.

5. Тлеющий и дуговой разряды.

Катодный слой и положительный столб тлеющего разряда. Дуговой разряд.

6. Кинетическое уравнение для функции распределения электронов в слабо ионизированном газе.

Кинетическое уравнение для функции распределения электронов в слабо ионизированном газе. Точные выражения для плотности электронов, плотности тока, подвижности, проводимости, частоты ионизации. Двучленное приближение. Диффузия вдоль

энергетической оси. Упругие и неупругие потери энергии. Распределения Максвелла и Дрювестейна. Полный поток как сумма дрейфового и диффузионного.

7. Молния.

Молния. Ее природа, поражающее действие, принципы защиты.

8. Стример.

Общие понятия о стримере. Стример как волна ионизации.

9. Электромагнитные волны в плазме.

Распространение электромагнитных волн в плазме. Комплексная диэлектрическая проницаемость.

10. Таунсендовский пробой промежутка и зажигание разряда.

Таунсендовский пробой промежутка и зажигание разряда. Кривая Пашена. Вольтамперная характеристика. Нагрузочная прямая.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Физика наноразмерных объектов**

#### **Цель дисциплины:**

- дать общие представления о наноструктурных материалах: фуллереах, нанотрубках, графене, слоистых гетероструктур, коллоидных квантовых точках и т.д.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать классификацию наноситруктурированных материалов;
- обосновать связь между электронным строением и физическими (физико-химическими) свойствами веществ;
- познакомить с современными наноструктурными материалами и методами их получения;
- познакомить с областью применения наноситруктурированных материалов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- виды и классификацию наноситруктурированных материалов;
- связь между электронным строением и магнитными эффектами;
- типы полупроводниковых сверхрешеток.

##### **уметь:**

- определять тип кристаллической решетки.

##### **владеть:**

- знаниями о слоистых полупроводниках, гетероструктурах.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Виды и классификация наноструктурных материалов

Виды и классификация наноструктурных материалов. Наноструктурные объекты различной размерности и химическая связь. Роль квантовых эффектов электронного обмена. Краткий обзор методов расчета электронной структуры молекул. Адиабатическое приближение. Краткое введение в теорию электронного строения кристаллов. Обзор методов расчета электронной зонной структуры. Метод сильной связи и его применение для углеродных структур.

## 2. Спинтроника и магнитные эффекты в наноструктурных материалах

Связь между электронным строением и магнитными эффектами (диамагнетизмом, парамагнетизмом и магнитное упорядочением). Гамильтониан Гейзенберга-Дирака-Ван Флека. Парамагнетизм Паули и Ван-Флэка, диамагнетизм Ландау. Механизмы магнитного упорядочения.

## 3. Структурные формы углерода

Углерод и его аллотропные формы (графит и алмаз). Углеродные наноструктурные материалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, наноалмазы, графен. Электронные оболочки углерода и основные формы химической связи ( $sp^2$  и  $sp^3$  гибридизация атомных орбиталей). Метод Хюккеля для углеродных структур ( $\square$  и  $\square$  молекулярные орбитали). Молекулы фуллеренов  $C_{60}$  и  $C_{70}$  и особенности их электронного строения. Фуллерен  $C_{60}$  как псевдоатом икосаэдрической симметрии. Фуллериты и фуллериды. Фазовые переходы, полимеризация, сверхпроводимость и переход металл-изолятор. Пиподы и эндофуллерены.

## 4. Фуллерены

Экспериментальные методы получения и диагностика фуллеренов.

## 5. Графен

Графен как фундаментальная углеродная структура, обладающая двумерной трансляционной симметрией. Однолистный графен: зонная структура, циклотронная масса, плотность состояний, дираковские фермионы и хиральное туннелирование. Двухлистный и многолистный графен, «стопки» графеновых плоскостей.

## 6. Экспериментальные методы получения и диагностика графена

Экспериментальные методы получения и диагностика графена. Поверхностные состояния в графене. Макромолекулы из графена. Край графена (типа «зигзаг» и «кресло»). Спектр полосок графена, эффект спин-орбитального взаимодействия. Графен в магнитном поле: диамагнетизм и эффект Холла.

## 7. Углеродные трубчатые материалы

Углеродные трубчатые материалы (углеродные нанотрубки, УНТ). Однослойные и многослойные трубки. Получение электронного спектра однослойных нанотрубок из электронного спектра графена. Одностенные УНТ типа «зигзаг» и «кресло». Хиральные УНТ. Металлические и полупроводниковые УНТ. Минищели в электронном спектре.

## 8. Экспериментальные методы получения и диагностика нанотрубок

Экспериментальные методы получения и диагностика нанотрубок. Электронные уровни в коротких нанотрубках – квантовых точках. Металлический нанопровод внутри УНТ – наностержень. Гетероатомные нанотрубки – боразотные (BN), и другие (SiC/BN, BC<sub>2</sub>N, GaAs, AlN). Модификация электронных свойств нанотрубки путем изменения ее геометрии (изгиб, Y- и T-образы соединения УНТ) и методом ее легирования азотом, бором и кислородом. Нанотрубки для электроники (диод, транзистор). Энергии оптических переходов металлических нанотрубок. Нанопровода и наностержни (ZnO).

#### 9. Применение производных графена

Технологические применения углеродных нанотрубок и графена.

#### 10. Слоистые полупроводники, гетероструктуры и полупроводниковые сверхрешетки

Слоистые полупроводники, гетероструктуры и полупроводниковые сверхрешетки. Классические гетероструктуры. Фундаментальные физические явления в гетероструктурах. Квантовые ямы и квантовый конфаймент. Типы полупроводниковых сверхрешеток. Гетероструктуры с квантовыми точками и сверхрешетками. Гетероструктуры с квантовыми проволоками и квантовыми точками.

#### 11. Полупроводниковые лазеры

Полупроводниковые лазеры и квантовый каскадный лазер ККЛ (QCL). Инверсная заселенность в ККЛ и каскадные процессы. Области инжекции электронов и активные зоны. Особенности конструкций ККЛ, использование гребневых волноводов. Основные типы ККЛ: лазер Фабри-Перо, лазер с распределенной обратной связью РОС (DFB – distributed feedback laser), лазер с внешним резонатором. Терагерцовые ККЛ. Основные достоинства и применение ККЛ.

#### 12. Коллоидные квантовые точки

Коллоидные квантовые точки как новый класс люминофоров. Квантово-размерный эффект. Многоэкситонная генерация. Эффект мерцания люминесценции. Химические методы синтеза квантовых точек. Применение квантовых точек в солнечных батареях, фотодетекторах, светодиодах, лазерах и хемосенсорах.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Физика плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики плазмы, математических методов исследования плазменных процессов, происходящих в наиболее известных плазменных устройствах типа токамак, а также в природных условиях.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики плазмы, освоение студентами теоретических методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов теоретического анализа различных плазменных явлений;
- подготовка студентов к работе на реальных экспериментальных установках по управляемому термоядерному синтезу (ТОКАМАК).

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю становления направления развития теоретической физики – физики плазмы;
- основные теоретические модели описания плазмы;
- пределы применимости гидродинамического и кинетического описания процессов в плазме;
- представление о равновесии плазмы;
- распространение магнитогиродинамических волн в плазме;
- потенциальные волны в плазме;
- неустойчивости плазмы;
- затухание волн в плазме,
- перенос вещества и энергии в плазме;
- перспективы нагрева плазмы в ТОКАМАКЕ.

**уметь:**

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицированно анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведённой научной работы.

**владеть:**

- навыками освоения большого объёма информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Гидродинамическое описание плазмы

Гидродинамическое описание плазмы. Уравнения магнитной гидродинамики. Магнитная гидродинамика идеально проводящей жидкости. Свойство «вмороженности» магнитного поля в плазму. Скинирование высокочастотного поля.

## 2. Движение заряженных частиц в магнитном поле

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Дрейфы частиц (электрический, центробежный, в неоднородном магнитном поле, поляризационный). Адиабатические инварианты. Магнитная ловушка.

## 3. Двухжидкостная гидродинамика

Двухжидкостная гидродинамика. Обобщенный закон Ома, анизотропия проводимости. Пределы применимости одножидкостной гидродинамики.

## 4. Диссипация

Джоулева диссипация магнито – гидродинамических волн.

## 5. Затухание волн в плазме

Затухание волн в плазме с магнитным полем (черенковское и циклотронное).

## 6. Кинетические неустойчивости

Кинетические неустойчивости (явления убегающих электронов, пучково-резистивная неустойчивость в бесстолкновительной плазме).

## 7. Колебания волн

Колебания и волны в пылевой плазме.

#### 8. Методы рассмотрения волновых процессов

Методы рассмотрения волновых процессов. Дисперсные уравнения.

#### 9. Механизм затухания Ландау ленгмюровских и ионно-звуковых волн

Механизм затухания Ландау ленгмюровских и ионно-звуковых волн. Условие слабого затухания.

#### 10. Моменты функции распределения. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения

Моменты функции распределения. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения. Уравнения переноса. Обобщение двухжидкостной гидродинамики для полностью ионизированной плазмы.

#### 11. Непотенциальные волны в плазме с магнитным полем (магнито-гидродинамические волны)

Непотенциальные волны в плазме с магнитным полем (магнито-гидродинамические волны). Дисперсия магнито – гидродинамических волн. Коэффициенты преломления. Зависимость дисперсии от угла между волновым вектором и магнитным полем. Высокочастотные волны в магнитной плазме.

#### 12. Неустойчивость не полностью ионизированной плазмы

Неустойчивость не полностью ионизированной плазмы (ионизационная, дрейфово-диссипативная неустойчивость звука, пучково-резистивная неустойчивость).

#### 13. Неустойчивость плазмы

Устойчивость плазмы. Методы исследования (энергетический принцип, метод собственных колебаний). Классификация неустойчивостей (кинетические, гидродинамические, аperiodические, колебательные, сносные).

#### 14. Неустойчивость токового шнура, границы «плазма-магнитное поле»

Неустойчивость токового шнура, границы «плазма-магнитное поле» (желобковая неустойчивость). Пучковые неустойчивости.

#### 15. Волны в плазме

Потенциальные волны в плазме с электронными и ионными потоками.

#### 16. Потенциальные и непотенциальные волны в пространственно неоднородной плазме

Потенциальные и непотенциальные волны в пространственно неоднородной плазме (дрейфовые, ионно-звуковые, альфвеновские).

#### 17. Статический метод описания плазмы

Статический метод описания плазмы. Применимость кинетического уравнения для плазмы. Учет дальних и ближних взаимодействий. Кинетическое уравнение с самосогласованным полем. «Столкновительные» члены кинетического уравнения (в форме Больцмана, Ландау, Крукса). Уравнение Фоккера – Планка.

## 18. Термодинамика плазмы

Термодинамика плазмы. Температура тепловая и кулоновская энергия плазмы. Дебаевское экранирование. Кулоновская поправка к уравнению состояния идеального газа. Равновесная ионизация, формула Саха. Неидеальная плазма.

## 19. Трехкомпонентная гидродинамика

Трехкомпонентная гидродинамика. Процессы переноса (проводимость, диффузия, амбиполярная диффузия).

## 20. Физические процессы в пылевой плазме

Физические процессы в пылевой плазме. Электростатический потенциал вокруг пылевой частицы. Взаимодействие между пылевыми частицами.

## 21. Электростатические колебания в плазме

Электростатические колебания в плазме: высокочастотные (электронные ленгмюровские), низкочастотные (ленгмюровские, ионно-звуковые). Дисперсия волн.

## 22. Явления переноса в плазме

Явления переноса в плазме (диффузия, термодиффузия, вязкость, теплопроводность, электропроводность, потоки тепла, обмен энергии между электронами и ионами). Качественные оценки коэффициентов переноса. Влияние магнитного поля на явления переноса.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Физика ударных волн**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ физики ударных волн: структуры фронта ударной волны, структуры релаксационной зоны за фронтом ударной волны, основных неравновесных процессов, протекающих в релаксационной зоне.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области физики ударных волн и неравновесных процессов;
- приобретение теоретических знаний в области физики ударных волн и неравновесных процессов;
- изучение подходов, используемых для анализа и расчета параметров различных неравновесных систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области физики ударных волн и неравновесных процессов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, связанные с теорией физики ударных волн и неравновесных процессов;
- современные проблемы физики ударных волн и неравновесных процессов;
- основные (базовые) методы и подходы для анализа различных неравновесных систем;
- математический аппарат теории физики ударных волн и неравновесных процессов;
- основные экспериментальные методы для проведения исследований в области физики ударных волн и неравновесных процессов.

##### **уметь:**

- оценивать основные параметры ударных волн: ширину фронта ударной волны, газодинамические параметры газа за фронтом ударной волны;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемой физической проблеме;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и численного моделирования физических задач с наличием ударных волн и учетом протекающих в системе неравновесных процессов;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными в части моделирования ударных волн и неравновесных процессов.

**Темы и разделы курса:**

1. Элементарная теория ударных волн.

Законы сохранения при протекании газа через фронт ударной волны. Соотношения Ренкина-Гюгонио. Адиабата Гюгонио. Законы сохранения на фронте ударной волны с учетом ионизации.

2. Структура фронта ударной волны с учетом вязкости и теплопроводности.

Вязкий скачок уплотнения. Роли вязкости и теплопроводности в образовании скачка уплотнения. Диффузия в бинарной смеси газов. Диффузия в ударной волне, распространяющейся по бинарной смеси.

3. Структура релаксационной зоны за фронтом ударной волны.

Установления максвелловского распределения. Вращательная релаксация. Колебательная релаксация. Кинетика термической диссоциации. Кинетика термической ионизации. Неравновесное излучение ударных волн.

4. Колебательная релаксация за фронтом ударной волны.

Кинетические уравнения и вероятности перехода. Колебательная релаксация двухатомных молекул, составляющих небольшую примесь в одноатомных газах. Колебательная релаксация в чистых газах и в смесях с одноатомным газом. Колебательная релаксация в смеси многоатомных газов.

5. Кинетика термической диссоциации.

Термическая диссоциация как переход молекул из дискретного колебательного состояния в непрерывное. Термическая диссоциация в однокомпонентной системе. Совместное

рассмотрение термической диссоциации и колебательной релаксации двухатомных молекул. Модели неравновесной диссоциации.

#### 6. Ионизация и рекомбинация. Электронное возбуждение и дезактивация.

Основные механизмы. Ионизация невозбужденных атомов электронным ударом. Возбуждение атомов из основного состояния электронным ударом. Дезактивация. Ионизация возбужденных атомов электронным ударом. Ударные переходы между возбужденными состояниями атомов. Ионизация и возбуждение ударами тяжелых частиц. Фотоионизация и фоторекомбинация. Электрон-ионная рекомбинация при тройных столкновениях. Ионизация и рекомбинация в воздухе.

#### 7. Свободные электроны в релаксационной зоне за фронтом ударной волны.

Роль свободных электронов в кинетических механизмах за фронтом ударных волн. Механизмы образования свободных электронов в релаксационной зоне. Уравнения для расчета функции распределения электронов за фронтом ударных волн. Уравнения для расчета температуры электронов за фронтом ударных волн.

#### 8. Лучистый теплообмен во фронте ударной волны.

Качественная картина. Приближенная формулировка задачи о структуре фронта. Ударная волна докритической амплитуды. Ударная волна сверхкритической амплитуды. Ударная волна при больших плотности энергии и давлении излучения.

#### 9. Экспериментальные методы исследования неравновесных явлений в ударных волнах.

Ударные трубы. Типы ударных труб. Элементарная теория ударной трубы. Методы измерения плотности газа. Абсорбционные методы измерения концентрации молекул. Оптическое излучение газа. Измерение концентрации электронов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Физико-химические свойства наноматериалов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение на базе физико-химических основ систематики наноматериалов, синтеза, структуры и свойств нанокластеров, наночастиц, наносистем и консолидированных наноматериалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области физического материаловедения;
- приобретение теоретических знаний в области исследования физико-химических свойств наноматериалов и области их применения в виде наноразмерных и наноструктурированных материалов;
- изучение студентами способов получения нанокластеров, наноструктур и наноматериалов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области изучения физико-химических свойств наноматериалов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории в области физических свойств конденсированных сред;
- численные порядки величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- основные методы описания систем слабовзаимодействующих частиц и свойств конденсированных сред.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;

- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики.

**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 вычислительной математики и информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;
- основными методами описания систем слабовзаимодействующих частиц и свойств конденсированных сред.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в материаловедение. Классификация материалов.

Материаловедение – наука о материалах. Материалы: прошлое и настоящее. Тенденции развития современного материаловедения. Важнейшие проблемы науки о материалах.

Конструкционные и функциональные материалы. Различные принципы классификации (функциональных/конструкционных) материалов. Типы материалов (по составу, структуре, типам, свойствам и областям применения, многофункциональные материалы). Физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы в классификации материалов. Общая характеристика наноструктур (структуры наноматериалов).

Размер частиц меньше  $R_{критич}$  (по разным источникам  $R_{критич} = 10 \div 1000$  нм)

Свойства наночастиц, отличны от свойств объемной фазы. Размер должен быть соизмерим (или меньше) с корреляционным радиусом того или иного физического явления (например, с длиной свободного пробега электронов, фононов, длиной когерентности в сверхпроводнике, размерами магнитного домена или зародыша твердой фазы и др.)

- По рекомендации IUPAC  $R_{критич} = 100$  нм.

Материал может считаться «нано», если размер его структурных элементов составляет 1-100 нанометров и материал обладает новыми или улучшенными размернозависимыми свойствами, которые появляются в результате целенаправленного технологического воздействия.

## 2. Систематика и типы наноматериалов.

Уровни структуры. Иерархическая структура материалов. Наноструктуры, нанокомпозиты и нанореакторы. Пористые неорганические мембраны и мембранные реакторы. Вклад поверхности. Шкала размеров. Типы кластеров. Распространенность кластеров. Гигантские кластеры. Супрамолекулярные материалы. Молекулярные сита и мембраны.

Сборка наносистем (bottom-up)

Атомизированный пар → Молекулы → Ассоциаты → Кластеры → Супрамолекулярные образования, клатраты.

Агрегаты → Наночастицы → Нанокомпозиты → Твердое тело. (Разупорядочение, дефекты)

Типы наноматериалов. Ультрадисперсные материалы и наноструктуры.

Стеклообразные и аморфные материалы. Керамика, синтетические кристаллы. Пленки.

Полупроводники. Диэлектрики. Магнитные и оптические материалы. Твердые электролиты. Высокотемпературные сверхпроводники.

Биоматериалы, жидкие кристаллы. Конструкционные, функциональные, сверхтвердые композиционные материалы и пр.

## 3. Классификация наноматериалов.

Нульмерные нано материалы. Одно- и двумерные нано материалы. Объемные наноструктурированные материалы и композиты. Материалы для микроэлектромеханических систем (MEMS).

Нанотрубки и нанонити. Углеродные нанотрубки и нанонити (волокна). Нанотрубки на основе сульфида молибдена. Нанонити на основе металлов и сплавов. Методы их получения и механизмы роста.

Тонкие пленки. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, темплатный синтез наноструктурированных пленок на основе диоксида кремния, электрохимические подходы к получению нанокристаллических покрытий, распад слоистых структур на отдельные слои в неводных растворителях в присутствии ПАВ, сборка многослойных структур.

Нанокристаллы. Стадии роста зерен кристаллов, возможности контроля роста на разных стадиях, способы контролируемого получения нанокристаллов, границы зерен в нанокристаллах, получение монокристаллических материалов в нанокристаллическом состоянии, фазовые переходы в нанокристаллическом состоянии, деформационные и пластические свойства наноматериалов.

Углеродные наноматериалы, нанотрубки, углеродные волокна. Многообразие форм углерода. Фуллерены, нанотрубки, соединения внедрения в графит. Углеродные нанотрубки, строение, методы получения и разделения. Механизмы роста нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки. Механические свойства углеродных нанотрубок. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок.

Нанонити, состоящие из двух и более нанотрубок. Способы соединения нанонитей в более сложные структуры. Фуллерены. Соединения внедрения в графит (графлекс – гибкий материал на основе дисперсного графита), Алмаз (фазовая диаграмма), алмазные пленки. Наноалмазы. Тонкие пленки.

Механизмы осаждения и роста. Эпитаксия и технология БИС, фотолитография. Зависимость эпитаксиальных свойств от эпитаксиальных напряжений, эпитаксиальная стабилизация.

PVD, CVD, Metalorganic (MO) CVD, Ion Beam Assisted Deposition (IBAD), ISD, Rolling Assisted Biaxially Textured Substrates (RABiTS), жидкофазная эпитаксия, золь-гель, spincoating, технология Лэнгмюра-Блоджет, Significance Analysis of Microarrays (SAM), графоэпитаксия и графотекстурирование, рост в условиях геометрических ограничений роста, анизотропное смачивание поверхности. Нанокompозитные материалы. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Способы защиты наночастиц от агрегации и внешних воздействий. Нанокompозиты полимер-неорганическая наночастица. Наночастицы в неорганических матрицах.

Керамика с микровключениями и сплавы с наноразмерными зернами. Ультрадисперсные металлы с необычными функциями. Мезопористые структуры, слоистые двойные гидроксиды (СДГ), аэрозоли, аэрогели. Биологические наноматериалы.

Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокompозит. Молекулярные моторы. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. Неорганические наноматериалы и биосовместимость. Использование неорганических наноматериалов для диагностики, лечения и доставка лекарственных препаратов. Оксидные НМ. Наночастицы в оболочке.

#### 4. Принципы получения наноматериалов.

Физико-химические процессы получения наночастиц. Получение наноматериала по принципу «снизу-вверх». Термодинамика зародышеобразования. Энергия Гиббса. Удельная поверхность. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Формирование зародыша в твердой матрице. Получение наноматериала по принципу «сверху-вниз». Диспергирование.

Работа и энергия, затрачиваемые на формирование наноструктур. Наноструктуры, нанокompозиты и нанореакторы. Традиционные и современные технологии получения ультрадисперсных материалов (методы химической гомогенизации, неравновесные методы, методы, основанные на синергетике химического и физического воздействия).

Самосборка и самоорганизация.

Самосборка – процесс образования упорядоченной надмолекулярной структуры или среды, в котором в практически неизменном виде принимают участие только компоненты

(элементы) исходной структуры, аддитивно составляющие или «собирающие», как части целого, результирующую сложную структуру.

Самоорганизация может быть использована как механизм создания сложных «шаблонов», процессов и структур на более высоком иерархическом уровне организации, чем тот, что наблюдался в исходной системе, за счет многочисленных и многовариантных взаимодействий компонент на низких уровнях, на которых существуют свои, локальные, законы взаимодействия, отличные от коллективных законов поведения самой упорядочивающейся системы. Для процессов самоорганизации характерны различные по масштабу энергий взаимодействия, а также существование ограничений степеней свободы системы на нескольких различных уровнях ее организации.

## 5. Основные методы синтеза наноматериалов.

### Основные методы синтеза наноматериалов – 1.

Получение кластеров, кластерные серии (сборка). Пиролиз / сажа (фуллерены), механо-, электро-, криодиспергирование и пр. (разборка).

Методы химической гомогенизации (молекулярное смешение). Микрореплики, литография, самосборка. Полимеризация / каркас. Золь-гель (трехмерные структуры).

Нанореакторы (нанотрубки, мезопористые матрицы (1D), слоистые двойные гидроксиды, глины (2D), цеолиты (3D), темплаты).

### Основные методы синтеза наноматериалов – 2.

Механические и физико-химические процессы диспергирования и смешения порошков.

Методы механического диспергирования. Механическое измельчение, интенсивная пластическая деформация, механическое воздействие (ударно-волновое, детонация, ультразвук, вибро). Методы физического диспергирования. Методы химического диспергирования.

Химические и электрохимические методы формирования наночастиц (Коллоидные квантовые точки, золь-гель технология, электрохимическое травление кристаллов).

Методы биологического диспергирования (разложения/выделения).

### Основные методы синтеза наноматериалов – 3.

Способы консолидации наноразмерных порошков (второй передел).

Прессование: Статическое (одноосное и двухосное, изостатическое / гидростатическое, газостатическое, в оболочках). Динамическое (ударно-волновое, магнито-импульсное, гидродинамическое, детонационное, вибрационное, ультразвуковое). Горячее прессование. Прокатка. Экструзия.

### Основные методы синтеза наноматериалов – 4.

Механизмы и стадии спекания. Перколяция. Структура керамики. Описание, энергетические вклады поверхности, объема и прочее.

## 6. Методы исследования наноматериалов.

Диагностика наноматериалов. Исследование размерных характеристик. Определение элементного состава. Определение фазового состава. Исследования поверхности.

Методы металлографии. Рентгеноструктурный анализ наносистем.

Рентгеновская дифракция в кристаллах, порошках и наноструктурах. Рассеяние в аморфных и частично-упорядоченных телах. Малоугловая РД. РС поглощения: EXAFS, XANES, NEXAF. Применение синхротронного излучения. Электронная сканирующая и просвечивающая микроскопия.

Микроскопия атомного разрешения, требования к образцам, прецизионные измерения.

Дифракция медленных электронов. Дифракция отраженных быстрых электронов. Полевой электронный микроскоп. Полевой ионный микроскоп. Гелий-ионный микроскоп.

Методы элементного анализа твердых тел. Электронная спектроскопия. Резерфордское обратное рассеяние (РОР). Электронная Оже-спектроскопия (ОЭС). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФСЭ). Масс-спектроскопии вторичных ионов (МСВИ).

Оптическая спектроскопия систем пониженной размерности. Аппаратура и особенности приготовления образцов. Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия.

СТМ, СТС, МСМ, АСМ, ближнепольная зондовая микроскопия. Радиоспектроскопия наносистем (ЯМР, ЭПР).

Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия. Адсорбционная и эмиссионная МС. Рэлеевское рассеяние мессбауэровского излучения. Временная МС резонансного рассеяния вперед. Неупругое ядерное резонансное рассеяние.

## 7. Физико – химические свойства наноматериалов.

Размерные особенности свойств наноматериалов. Особенности термодинамики наноматериалов. Особенности структуры наноматериалов. Особенности тепловых свойств наноматериалов. Особенности механических свойств наноматериалов. Особенности химических свойств наноматериалов.

Поверхность, границы, морфология наноматериалов. Поверхность монокристаллов и нанокластеров. Примесные атомы на поверхности. Поверхность металлов и их окислов (электронные и магнитные свойства). Поверхностные центры кислотного и основного типа.

Адсорбция на поверхности. Катализ на поверхности. Термодинамика поверхности.

Химический потенциал, свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца.

Термодинамика поверхности и границ раздела. Термодинамика криволинейной поверхности.

Структура поверхности и межфазных границ.

Зарождение и рост нанокластеров. Твердотельная нуклеация и рост кластеров.

Электрические свойства наноматериалов. Ферромагнитные свойства наноматериалов.

Оптические свойства наноматериалов. Механические свойства наноматериалов.

Тепловые свойства наноматериалов. Диффузия в наноматериалах.

## 8. Кластеры. Модели кластеров. Углеродные кластеры.

Кластеры. Эволюция от молекул к материалам. Кластерные серии. Условия стабилизации необычных степеней окисления, устойчивость и реакционная способность при изменении кратности связи, электрон-дефицитные соединения с многоцентровой связью металл-металл.

Конденсация кластерных фрагментов с образованием цепей, сеток.

Модели кластеров. (Микроскопическая, термодинамическая, квантово-статистическая, фрактальная, оболочечная, структурная). Молекулярные кластеры металлов. Кластеры оксидов металлов. Кластеры щелочных металлов. Кластеры алюминия. Кластеры ртути.

Кластеры переходных металлов. Кластеры инертных газов. Кластеры малых молекул.

Углеродные кластеры. Фуллерены, малые углеродные кластеры. Фуллериты. Углеродные нанотрубки. Кластерные реакции. Консолидированные нанокластерные структуры.

Тонкие пленки. Механические и тепловые свойства.

## 9. Практические применения наноматериалов.

Важнейшие области применения наноматериалов (ч.1).

Наносенсоры. Нано-батареи и топливные ячейки. Дисперсионное упрочнение/прочные материалы. Магнитная томография (магнитные наночастицы - зонды), маркеры, мини-роботы, носители лекарств. Магнитные жидкости. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды. Преобразование солнечной энергии (TiO<sub>2</sub>), Электронные механические системы (MEMS). Нейронные сети. Наномедицина. Устройства для хранения информации. Каталитические системы. Молекулярные сита / клатраты, Аэрогели.

Важнейшие области применения наноматериалов (ч.2).

Биологические наноматериалы. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокомпозит. Молекулярные моторы. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. Комплементарность и самосборка. ДНК как темплат для получения искусственных наноструктур. Неорганические наноматериалы и биосовместимость. Использование неорганических наноматериалов для диагностики, лечения и доставки лекарственных препаратов. Биотехнологии и наномедицина.

Производство наноматериалов. Нанотехнологии. Рынок наноматериалов. “Нано” бизнес. Инновационные технологии, венчурные фонды. Индустрия наносистем и материалов. Федеральные целевые программы. ГК «Роснано».

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **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 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 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: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Физические основы наук о материалах**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с физическими основами наук о материалах, физическим принципам функционирования существующих материалов и создания новых материалов с заданными свойствами.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся общих представлений о современном материаловедении, теоретическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области материаловедения, технологии наноматериалов и энергетики.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и теории материаловедения;
- фундаментальные основы для создания и разработки новых материалов;
- теоретические модели основополагающих процессов и явлений в физике материалов и ее приложениях;
- основные подходы и приближения, используемые при расчетах структуры и свойств молекул, кристаллов, нано- и мезоструктур;
- физические основы методов исследования структуры и свойств материалов;
- современные проблемы физики и химии материалов.

##### **уметь:**

- выбирать подходящие методы исследования структуры и химического состава материалов;
- производить численные оценки энергии образования дефектов, их равновесной концентрации;
- делать качественные выводы о характере взаимодействия атомов в материалах различного типа;

- делать качественные выводы о влиянии структуры и химического состава материала на его физико-химические и механические свойства.

**владеть:**

- методами описания кристаллических решеток, квазикристаллов, полимеров и жидкостей;
- базовыми моделями описания дефектов кристаллической решетки;
- базовыми моделями описания влияния примесных атомов на свойства материалов.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение.

Цели и задачи материаловедения. Современные тенденции.

2. Структурные уровни материалов.

Структурные уровни материалов. Атомный уровень. Строение молекул, квазидвухмерные кристаллы, кристаллические решетки, квазикристаллы, аморфные структуры, полимеры. Методы определения структуры. Модели для описания структур.

3. Микроскопический уровень.

Микроскопический уровень. Многослойные материалы, материалы с дисперсными выделениями. Методы описания структур.

4. Мезоскопический уровень.

Мезоскопический уровень. Гранулярные системы, поликристаллы, композиты.

5. Химический состав.

Химический состав материала. Методы определения химического состава.

6. Влияние примесей.

Влияние примесей на различные свойства материала: электронные, оптические, прочностные, диффузионные, стабилизацию фазы.

7. Сплавы.

Высокоэнтропийные сплавы. Номенклатура, примеры, применение.

8. Энергетические материалы.

Энергетические материалы. Виды. Применение в науке и технике.

9. Взаимодействие структурных элементов материала.

Физическая природа взаимодействия структурных элементов материала на различных структурных уровнях.

10. Взаимодействия между атомами и ионами.

Взаимодействия между атомами и ионами. Межмолекулярные силы. Силы адгезии.  
Взаимодействие между гранулами.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Физические свойства плазмы

#### Цель дисциплины:

- изучение базовых свойств плазмы, как одного из видов агрегатного состояния вещества с дальнедействующим кулоновским взаимодействием между заряженными компонентами плазмы.

#### Задачи дисциплины:

- формирование представления о плазме в природе и лаборатории, как об отдельном агрегатном состоянии, изложение базовых понятий о плазме, таких как плазменная частота, экранировка зарядов, влияние слабых кулоновских воздействий на процессы переноса в плазме;
- изучение влияния на плазму постоянных и импульсных электрических и магнитных полей;
- рассмотрение возникновения волн и неустойчивостей в плазме;
- рассмотрение примеров низкотемпературной плазмы в газовых разрядах разных типов.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- базовые понятия и законы физики плазмы (плазменная частота, электронейтральность, плазменная экранировка, неизотермическая плазма, амбиполярная диффузия, кулоновское рассеяние, уравнение Саха, расходимость статистической суммы и методы ее ограничения, проводимость плазмы);
- порядки численных величин, характерные для различных плазменных объектов;
- направленное и хаотическое движение частиц в плазме, потери импульса при взаимодействии с нейтральными и заряженными частицами;
- основные каналы рождения и гибели заряженных частиц;
- основные виды волн и неустойчивостей в плазме;
- электрический пробой низкотемпературной плазмы в газовых разрядах разных типов.

**уметь:**

- производить численные оценки плазменной частоты, длины дебаевской экранировки, степени ионизации в равновесной изотермической плазме, частот рекомбинации и ионизации, длины пробега для потери начального импульса;
- абстрагироваться от несущественного при моделировании физических процессов в плазме, правильно учитывать вклад основных процессов ионизации и потерь заряженных частиц;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач.

**владеть:**

- методами расчета степени ионизации в изотермической плазме на основе уравнения Саха;
- методами расчета длин свободного пробега и потери импульса;
- методами расчета электропроводности слабоионизованной и полностью ионизованной плазмы;
- методами нахождения дисперсионных уравнений для волн и инкрементов неустойчивостей для колебаний;
- навыками постановки физических задач в области физики плазмы.

**Темы и разделы курса:****1. Гидродинамическая модель плазмы**

Два различных подхода при рассмотрении плазмы: плазма как система взаимодействующих частиц и плазма как сплошная проводящая среда. Основные модели плазмы: кинетическая и гидродинамическая. Двухжидкостная гидродинамическая модель. Примеры применения гидродинамической модели, вывод плазменных колебаний, поляризации плазмы, диэлектрической проницаемости.

**2. Ионизационное равновесие**

Изотермическая (равновесная) плазма. Уравнение Саха. Расходимость статистических сумм атома, методы ограничения статистических сумм в плазме. Снижение потенциала ионизации.

**3. Магнитогидродинамическая модель плазмы**

Плазма как проводящая жидкость. "Вмороженность" магнитного поля в плазму. Дрейф в скрещенных полях. Диффузия магнитного поля в плазме. Волновые свойства плазмы. Альфвеновские волны и магнитный звук. Прохождение поперечных электромагнитных волн через плазму, явление "отсечки".

**4. Неустойчивости плазменного шнура и газового разряда**

Нелинейные явления и неустойчивости в плазме. Виды неустойчивостей плазмы. Неустойчивость плазменного шнура в магнитном поле (перетяжки и изгибы), стабилизация внешним магнитным полем. Ионизационно-перегревная неустойчивость газового разряда, контракция газового разряда, методы стабилизации. Роль нелинейных явлений в плазме. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами плазмы. Парадокс Ленгмюра, затухание Ландау.

#### 5. Общие сведения о плазме

Введение. Понятие плазмы. Плазма в природе и лаборатории. Плазменная частота. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования (Теория Дебая-Хюккеля). Идеальность плазмы, критерии неидеальности. Диаграмма состояний плазмы в различных условиях. Классификация плазмы: высоко- и низко-температурная, изотермическая, разрядная и т.д. Примеры плазмы. Генераторы плазмы.

#### 6. Плазма во внешнем поле

Плазма во внешнем электрическом поле. Движение электронов и ионов в газе во внешних полях. Дрейф и подвижность электронов и ионов в постоянном электрическом поле. Электропроводность частично и полностью ионизированной плазмы. Средняя энергия электронов в газе, находящемся во внешнем поле. Неизотермическая плазма. Баланс энергий в плазме. Свободная и амбиполярная диффузия заряженных частиц.

#### 7. Пробой при высоком давлении

Пробой при высоком давлении газа. Стример. Пробой длинных промежутков. Стример в длинных промежутках, лидер, искровой канал. Линейная молния. Ступенчатый и стреловидный лидер, возвратный удар, гром. Шаровая молния. Прохождение электронного пучка через вакуум, плазму и газ.

#### 8. Процессы релаксации в плазме

Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм. Кулоновское сечение и частота потери направленного импульса. Время максвеллизации и выравнивания энергии в при электрон-электронных и электрон-ионных взаимодействиях.

#### 9. Пучковая неустойчивость и нелинейные эффекты

Пучковая неустойчивость. Буннемановская (двухпоточковая) неустойчивость. Уединенные волны. Солитоны и автоволны. Уравнение Кортевега-де-Вриза. Ленгмюровский солитон в плазме. Нелинейный ионный звук. Эффект Гана.

#### 10. Различные механизмы пробоя в плазме. Пробой при низком давлении

Ионизационное размножение, лавина. Электрический пробой газов. Таунсендовский механизм пробоя, ионизационные коэффициенты. Закон Пашена. Пробой в переменных электромагнитных полях (ВЧ и СВЧ разряды). Самостоятельные и несамостоятельные разряды. Тлеющий разряд. Дуговой разряд.

#### 11. Рекомбинация в плазме

Парная рекомбинация положительного и отрицательного ионов. Прилипание электрона. Диссоциативная рекомбинация электрона и молекулярного иона. Тройная рекомбинация электронов и ионов. Тройная рекомбинация положительных и отрицательных ионов в газе. Кинетические уравнения образования и гибели. Уравнение диффузии.

## 12. Элементарные процессы в плазме

Элементарные процессы в плазме. Понятие сечения. Упругие столкновения частиц, частота упругих соударений и транспортная частота. Неупругие столкновения. Возбуждение, метастабильные частицы. Диссоциация. Резонансная перезарядка. Ионизация электронным ударом. Ионизационные процессы при столкновении атомов и молекул в основном и возбужденном состояниях, реакция Пеннинга, ассоциативная ионизация. Ступенчатая ионизация атома электронным ударом. Фотоионизация.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Философия**

#### **Цель дисциплины:**

приобщить студентов к высшим достижениям мировой философской мысли, дать ясное понимание специфики философии, ознакомить с основными этапами и направлениями ее развития, особенностями современной философии и ее роли в культуре, привить навыки общетеоретического и философского мышления, способствовать формированию и совершенствованию самостоятельного аналитического мышления в сфере гуманитарного знания, овладению принципами рационального философского подхода к информационным процессам и тенденциям в современном обществе.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование системы целостного мировоззрения с естественнонаучными, логико-математическими, философскими и социо-гуманитарными компонентами
- овладение навыками рациональной дискуссии, рационального осмысления и критического анализа теоретического текста
- изучение различных стилей философского мышления, базовых философских категорий и понятий.
- изучение общенаучных и философских методов исследования.

В результате обучения студент:

— должен приобрести теоретические представления об историческом многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения, знания и веры, особенностях познания мира в прежние исторические эпохи и в современном обществе, о системах религиозных, нравственных и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества и в различных культурных традициях.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основные разделы и направления, категории и понятия истории философии и философского анализа социальных, научных и общекультурных проблем в объеме,

необходимом для профессиональной деятельности и формирования мировоззренческих позиций гражданина.

**уметь:**

Организовывать систему своей деятельности, направленной на решение практических и теоретических, задач с учётом историко-культурного и философского контекста их возникновения.

Снимать в своей практической деятельности барьеры узкой специализации, мыслить междисциплинарно, выявлять гносеологические истоки проблем и помещать их в ценностный контекст человеческой культуры.

**владеть:**

Навыками доказательного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики; логическими методами анализа текстов и рассуждений; навыками критического восприятия информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Философия, её предмет и значение. Зарождение философии

Историческое многообразие определений философии. Разделы философии. «Бытие» как философское понятие и онтология как учение о бытии. Гносеология. Этика. Эстетика. Философская антропология. Вопрос о человеке как философская проблема. Человек/индивид /индивидуальность/личность. Человек и социум. Природа человека и его сущность. Человек и его свобода. Проблема смысла жизни. Социальная философия. Человек как социальное существо. Человек в социуме и социум в человеке. Социум как система вне- и надындивидуальных форм, связей и отношений. Человек, общество и государство. Философия истории: субъект истории и ее движущие силы. Личность–общество–история. Направленность истории и ее смысл.

Возникновение философии и предфилософия. Философия и мифология. Специфика философии Древнего Китая и Древней Индии.

Античный мир и генезис древнегреческой философии: социальные и гносеологические предпосылки.

2. Античная философия

Периодизация античной философии. Значение античной философской традиции для развития мировой философской мысли.

Период досократиков. Античный космоцентризм, проблема “архэ”, натурфилософия досократиков. Милетская школа. Пифагор и пифагорейство. Философские учения Гераклита и элейской школы. Учение Парменида о бытии. Тезис о тождестве бытия и мышления. Древнегреческий атомизм.

Софисты и особенности их философской позиции. Сократ, его место и роль в истории европейской философии. Новая ориентация философии у Сократа. Майевтика Сократа.

Платон, его сочинения, основные принципы философского учения. Онтология Платона: бытие как иерархия эйдосов, мир бытия и мир становления, учение о материи. Антропология и социальная философия Платона. Академия. Значение платонизма.

Энциклопедическая система Аристотеля. Учение Аристотеля о бытии: категориальный анализ сущего. Тройное определение метафизики как науки о первых началах, о сущем как таковом и о божественном. Критика платоновской теории идей. Сущность как предмет философии. Проблема соотношения единичного и общего. Понятия формы и материи, актуального и потенциального. Учение об Уме как форме форм. Эвдемическая этика Аристотеля. Человек как социальное существо. Ликей. Перипатетическая школа.

### 3. Философия Средних веков и эпохи Возрождения

Философия Средних веков, ее периодизация и специфика. Геоцентризм и креационизм. Философия и теология. Отношение к античному философскому наследию. Христианская апологетика.

Средневековая онтология: Бог как абсолютное бытие. Основные темы средневековой философии: вера и разум, антропологические представления, вопрос о свободе воли, спор об универсалиях. Греческая и латинская патристика. Христианская антропология: человек — образ и подобие Бога. Понятие “внутреннего человека”. Понятие “священной истории” в христианстве, эсхатологизм.

Схоластика как философия школ и университетов. Платоническая ориентация ранней схоластики: реализм. Арабская философия, средневековый аристотелизм, латинский аверроизм. Фома Аквинский и его значение. Номинализм. Традиция волюнтаризма в учениях Дунса Скота и Оккама. Поздняя схоластика. Восточнохристианская богословская мысль. Учение св. Григория Паламы об энергиях. Исихазм. Философское знание в Древней Руси.

Антропоцентризм и гуманизм эпохи Возрождения. Специфика философии Ренессанса. Индивидуалистическая трактовка человека в эпоху Ренессанса. Метафизика Николая Кузанского. Флорентийская Академия. Пантеистические идеи Д. Бруно.

Реформация и ее влияние на философский процесс Нового Времени.

### 4. Философский процесс Нового времени

Новоевропейская философия. Критика предшествующей традиции, проблемы “опыта” и “метода”, обоснование проекта современной науки, новации в постановке гносеологических проблем. Эмпиризм: Ф. Бэкон, сенсуализм Т. Гоббса, Д. Локка, Д. Беркли, скептицизм Д. Юма. Традиция рационализма: основные идеи Р. Декарта, Б. Спинозы, Г. Лейбница и др. Место онтологии в философии Нового Времени. Идея субстанции. Механистическая антропология Нового Времени: человек-“тело” и человек-“машина”. Паскаль: человек — „мыслящий тростник“. Социальная философия Нового времени. Основные понятия: идея “естественного права”, теории общественного договора,

принцип разделения властей. Механистическое истолкование общества в “Левиафане” Т. Гоббса (понятие “естественного состояния”).

Эпоха Просвещения и культ разума. Общественно-политические доктрины Просвещения. Идеи Просвещения в Германии: Г. Лессинг, И. Гердер и др. Особенности рецепции просветительских идей в русской философской культуре XVIII в.

## 5. Немецкая классическая философия

И. Кант как родоначальник немецкой классической философии и создатель трансцендентального идеализма. Основные положения «Критики чистого разума». Учение об антиномиях разума. Этическое учение И. Канта. Понятия автономной и гетерономной этики. Категорический императив. Понятие долга. Определение личности и ее отличие от вещи. Понятие свободы в философии Канта. Послекантовский немецкий идеализм: И. Фихте, Ф. Шеллинг, романтики. Абсолютный идеализм Г. Гегеля.

## 6. Основные направления и европейской философии XIX века

Основные направления европейской философии XIX века: позитивизм, неокантианство и др. Марксистская теория классового общества.

## 7. Русская философия XIX-XX веков

Русская философия XIX века. Общественно-политические идеалы славянофилов и западников. Вл. Соловьев, К. Леонтьев и др.

8. Основные проблемы и направления философии XX века и современной философской мысли.

Новые направления в европейской философии в начале XX столетия. Экзистенциализм и его разновидности. Фундаментальная онтология М. Хайдеггера: история европейской философии как “история забвения бытия”. Возвращение к онтологии: русская метафизика, неотомизм и др. Русская философская мысль в XX столетии. Социальная философия И.А. Ильина. Антропологическая проблематика в западно-европейском и русском персонализме. Н.А. Бердяев о социальном неравенстве, аристократии, революции, демократии и анархии. Феноменология. Аналитическая философия. Структурализм. Социально-философская тематика в философской мысли XX столетия. Современные дискуссии в философии сознания. Постмодернизм и его критики. Современная философская проблематика. Проблемы смысла истории, “конца истории” и постистории, мультикультурализма и «столкновения цивилизаций» в современных философских дискуссиях.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Французский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном / письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне A1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Начинаем изучение французского языка.**

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные - имя, возраст, национальность, профессии. Числительные. Сектор и место работы/учебы.

Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные. Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

### **2. Приезд во франкоговорящую страну.**

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

### **3. Знакомство с городом.**

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные 11-1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

### **4. Жизнь в семье.**

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout.

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение *on*.

Фонетика: носовые звуки.

#### 5. Участие в празднике.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику/пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: *le futur proche*, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

#### 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы-клише для написания письма из поездки.

Грамматика: *le passe compose*. Притяжательные прилагательные. Спряжение глаголов 3 группы: *partir, dormir, descendre, recevoir*.

Фонетика: вербальные группы в *passe compose*. Звуки.

#### 7. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д. Сделать покупки в магазине/интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет. Одежда. Средства оплаты. Подарки.

Грамматика: указательные местоимения. Степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: *acheter, payer, vendre*.

Фонетика: пары открытых/закрытых гласных звуков. Сцепление.

#### 8. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то. Начать и вести разговор о работе. Обмениваться смс с друзьями. Написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише, чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения *cod, soi*. Наречия длительности *pendant, depuis*.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

#### 9. Организация досуга.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино/театр, купить билеты, обсудить спектакль/фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui/que, местоимение en, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с en. Звуки.

## 10. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение у. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Французский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне A1+ (A2.1);
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Начинаем изучение французского языка.**

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, род занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные: имя, возраст, национальность, профессии; числительные, сектор и место работы или учебы. Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные.

Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

### **2. Приезд во Францию.**

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

### **3. Город. Ориентирование в городе.**

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные от 11 до 1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов a, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

### **4. Семья. Вкусы и интересы.**

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout...

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение ON.

Фонетика: носовые звуки.

## 5. Продукты питания. Меню. Традиции.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику, к пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: le futur proche, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

## 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы – клише для написания письма из поездки.

Грамматика: le passe compose, притяжательные прилагательные, спряжение глаголов 3 группы: partir, dormir, descendre, recevoir.

Фонетика: вербальные группы в passe compose. Звуки.

## 7. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д., сделать покупки в магазине, в интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, одежда, средства оплаты, подарки.

Грамматика: указательные местоимения, степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: acheter, payer, vendre.

Фонетика: пары открытых – закрытых гласных звуков. Сцепление.

## 8. Поиск работы.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то, начать и вести разговор о работе, обмениваться смс с друзьями, написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения COD, COI. Наречия длительности pendant, depuis.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

## 9. Организация свободного времени.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино, в театр, купить билеты, обсудить спектакль, фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui\que, местоимение EN, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с EN. Звуки.

## 10. Квартал. Дом. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение Y. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## 11. Приглашение друзей.

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки, блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты, фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения-дополнения COD, COI (повторение).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

## 12. Учеба.

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии, система образования во Франции.

Грамматика: le futur и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое "e" в формах будущего времени, носовые звуки.

### 13. Собеседование. Работа.

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо, пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики, профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности\неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

### 14. Средства массовой информации.

Коммуникативные задачи: слушать\читать новости, обсудить, прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование participe passé в роде и числе. Passé immédiat.

Фонетика: произношение форм participe passé.

### 15. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме, рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет\попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

### 16. Досуг студентов.

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль, фильм, кафе, ресторан. Заказать столик, купить\забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе\ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения *celle, celles, celui, ceux*, Степени сравнения прилагательных (повторение).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

## 17. Решение проблем.

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов\людей, разрешить\запретить что-либо, высказать\написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Французский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей французской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные особенности системы образования Франции;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Продолжение изучения французского языка

Коммуникативные задачи: рассказать о себе, представить кого-то, выразить свое мнение.

Лексика: фразы-клише для выражения мнения, портрет, физические и моральные качества человека.

Грамматика: конструкции *c'est – il\elle est, passé composé, imparfait*.

Фонетика: интонация, сцепление, связывание.

#### 2. Приглашение друзей

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки. Блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты. Фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, прилагательные местоимения *cod, soi* (повт.).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

#### 3. Учеба

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии. Система образования во Франции.

Грамматика: *le futur* и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое *e* в формах будущего времени, носовые звуки.

#### 4. Поиск работы

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо. Пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики. Профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности/неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

#### 5. Средства массовой информации

Коммуникативные задачи: слушать/читать новости, обсудить/прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование participe passé в роде и числе. Passé immédiat.

Фонетика: произношение форм participe passé.

#### 6. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме. Рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет, попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

#### 7. Досуг студентов

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль/фильм, кафе/ресторан. Заказать столик, купить/забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе/ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения celle, celles, celui, ceux. Степени сравнения прилагательных (повт.).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

#### 8. Решение проблем

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов/людей. Разрешить/запретить что-либо, высказать/написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

#### 9. Знакомство с франкоговорящими странами

Коммуникативные задачи: найти информацию об интересующей стране, рассказать о географическом положении, климате, туристических местах, традициях. Рассказать/написать о своем путешествии.

Лексика: географические термины, климат, пейзаж, обычаи и традиции.

Грамматика: faire + inf., степени сравнения наречий, согласование времен.

Фонетика: произношение групп с наречиями plus/moins.

#### 10. Бытовая кооперация студентов

Коммуникативные задачи: выразить необходимость/отсутствие чего-либо. Договориться с друзьями о распределении обязанностей по содержанию жилья, покупке продуктов, приготовлении еды. Обсудить правила общежития.

Лексика: домашние дела, бытовая лексика. Прилагательные, обозначающие черты характера человека.

Грамматика: придаточные условия, образование наречий, повелительное наклонение глаголов avoir, être, savoir, vouloir.

Фонетика: произношение форм Subjonctif.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Французский язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей французской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные особенности зарубежной системы образования;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне B1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- современными техническими средствами и технологиями получения и обработки информации при изучении иностранного языка.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Совершенствование французского языка**

Коммуникативные задачи: развивать и совершенствовать навыки аудирования, чтения и понимания письменных текстов, свободного общения. Структурировать текст, использовать сложные конструкции.

Лексика: слова-коннекторы, фразы-клише для поддержания разговора.

Грамматика: различные регистры речи, синонимы/антонимы.

#### **2. Работа со средствами массовой информации**

Коммуникативные задачи: понимать газетные/журнальные статьи, выражать свое мнение, комментировать информацию. Написать комментарий в социальных сетях.

Лексика: газетная лексика, политические/экономические термины.

Грамматика: le conditionnel présent. Выражения сомнения, уверенности.

#### **3. Создание своего образа**

Коммуникативные задачи: давать советы/рекомендации. Рассказать о своем образе жизни, ответить на вопросы интервью. Выразить боязнь, опасения. Подбодрить кого-нибудь.

Лексика: одежда, спорт и здоровье, советы.

Грамматика: le futur antérieur, вопросительные предложения.

#### **4. Путешествия**

Коммуникативные задачи: подготовиться к путешествию, обсудить детали, решить проблемы во время путешествия.

Лексика: транспорт, автомобиль, знаки дорожного движения, предосторожности в пути, возможные опасности и проблемы и способы их решения.

Грамматика: le plus-que-parfait, le subjonctif passé.

#### 5. Дружба. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: рассказать о своем детстве, описать друзей, их поведение, черты характера, проблемы в отношениях. Рассказать о ссорах, примирениях. Написать дружеское письмо, e-mail.

Лексика: черты характера, манера поведения, фразы-клише для урегулирования спора/ссоры.

Грамматика: согласование времен, le conditionnel passé.

#### 6. Экология. Экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: рассказать об экологии страны, о проблемах, записаться в экологическую ассоциацию, написать статью об актуальных проблемах.

Лексика: экологические термины, инновационные технологии, современное искусство.

Грамматика: придаточные предложения причины, цели, следствия.

#### 7. Работа. Коллектив. Взаимоотношения с коллегами.

Коммуникативные задачи: познакомиться с новым коллективом, рассказать о своей профессиональной карьере, описать рабочее место, профессиональные обязанности.

Лексика: профессии, виды предприятий, CV, трудовой контракт.

Грамматика: сложные относительные местоимения, местоимение dont.

#### 8. Занятия в свободное время. Книги.

Коммуникативные задачи: рассказать о прочитанных книгах, выбрать книгу в магазине, прочитать и понять инструкцию к игре.

Лексика: жанры литературы, известные писатели/поэты, игры.

Грамматика: l'antériorité, la postériorité, la simultanéité, пассивный залог (повт.).

#### 9. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: делать покупки, расспросить про товар, оценить товар, выбрать нужную вещь/услугу, вести банковские операции, договариваться, торговаться.

Лексика: реклама, свойства товаров, покупки, рекламации. Фразы-клише для ведения переговоров.

Грамматика: выражения оценки (si...que, tant...que), выражения ограничений.

#### 10. Участие в социальной жизни

Коммуникативные задачи: участвовать в опросах, комментировать результаты опроса, защищать свое мнение, возражать, предлагать свои проекты.

Лексика: политические термины, фразы-клише для возражений, защиты, предложений.

Грамматика: выражение количества (неопределенные прилагательные/местоимения), выражения противопоставления.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Химическая физика: лабораторный практикум**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с основами химической термодинамики и химической кинетики в сфере наукоемких технологий и их практическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области перспективной энергетики, материаловедении, технологии наноматериалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями химической физики;
- приобретение обучающимися практических умений и навыков в области исследований молекулярных систем;
- освоение основных навыков лабораторного эксперимента в химической физике.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и теории химической термодинамики и кинетики;
- численные значения мировых констант и основных величин, употребляемых в химической физике;
- основные термодинамические потенциалы и их физический смысл;
- условия термодинамического равновесия, в т.ч. фазового, химического;
- законы действующих масс и действующих поверхностей.

##### **уметь:**

- использовать лабораторное оборудование, методики выполнения измерений, реактивы;
- делать выводы из сопоставлений результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в рассматриваемых задачах и проблемах;
- видеть физическую суть технических задач;
- планировать проведение сложного эксперимента;
- получить наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень достоверности полученных результатов;
- выяснить источники погрешностей выполненных измерений;
- пользоваться справочной литературой для поиска необходимых физико-химических данных и понятий.

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками освоения больших объемов информации;
- культурой постановки и анализа физических задач;
- методами составления и решения кинетических уравнений химических систем;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления их с теоретическими значениями и табличными данными.

**Темы и разделы курса:**

1. Вводное занятие. Техника безопасности в лаборатории

Вводное занятие посвящено изучению техники безопасности при работе в физико-химической лаборатории.

2. Определение теплоты растворения соли в растворе методом калориметрии

Выполнение лабораторной работы, иллюстрирующей закон Гесса: "Определение теплоты растворения соли в растворе методом калориметрии". Коллоквиум по результатам выполнения работы.

3. Определение константы диссоциации молекулы рН-индикатора методом спектрофотометрии

Выполнение лабораторной работы: "Определение теплоты растворения соли в растворе методом калориметрии". Коллоквиум по результатам выполнения работы.

4. Построение фазовой диаграммы системы нитрат калия - нитрат натрия

Выполнение лабораторной работы, "Построение фазовой диаграммы системы нитрат калия - нитрат натрия". Коллоквиум по результатам выполнения работы.

5. Потенциометрическое определение коэффициента активности соляной кислоты

Выполнение лабораторной работы "Потенциометрическое определение коэффициента активности соляной кислоты". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

6. Определение константы диссоциации уксусной кислоты методом кондуктометрии

Выполнение лабораторной работы "Определение константы диссоциации уксусной кислоты методом кондуктометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

7. Изучение кинетики реакции сольволиза трет-бутилхлорида методом кондуктометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение кинетики реакции сольволиза трет-бутилхлорида методом кондуктометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

8. Изучение кинетики ионного обмена в полиэлектролитах методом потенциометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение кинетики ионного обмена в полиэлектролитах методом потенциометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

9. Изучение кинетики реакции иодирования ацетона методом титрования

Выполнение лабораторной работы "Изучение кинетики реакции иодирования ацетона титриметрическим методом". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

10. Изучение кинетики окисления щавелевой кислоты перманганатом калия методом спектрофотометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение кинетики окисления щавелевой кислоты перманганатом калия методом спектрофотометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

11. Изучение специфического действия глюкозооксигеназы на различные углеводы методом спектрофотометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение специфического действия глюкозооксигеназы на различные углеводы методом спектрофотометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

12. Изучение кинетики реакции азосочетания методом спектрофотометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение кинетики реакции азосочетания методом спектрофотометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

13. Изучение концентрационных колебаний в реакции Белоусова-Жаботинского методом спектрофотометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение концентрационных колебаний в реакции Белоусова-Жаботинского методом спектрофотометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

14. Изучение изотерм ионного обмена методом потенциометрии

Выполнение лабораторной работы "Изучение изотерм ионного обмена методом потенциометрии". Коллоквиум по результатам выполнения лабораторной работы.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Химическая физика

#### Цель дисциплины:

- ознакомление обучающихся с основами химической физики (химической термодинамики и химической кинетики) в сфере наукоемких технологий и их практическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области энергетики, материаловедении, технологии наноматериалов.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями химической физики;
- приобретение обучающимися теоретических знаний, практических умений и навыков в области исследований молекулярных систем;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственных теоретических и экспериментальных исследований.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные физические подходы, используемые при изучении химических превращений вещества.

##### уметь:

- применять современные методы аналитического анализа физико-химических процессов, результатов проведения исследований с использованием современного математического аппарата; делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных и планировать последующую научную работу; делать оптимальный выбор методов для решения поставленных задач.

##### владеть:

- основными принципами использования фундаментальных научных знаний в сфере профессиональной деятельности, методами исследований, опираясь на фундаментальные

основы химической физики и базовый аппаратный парк; стандартной терминологией и определениями.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Предмет химической физики и его место в области естественных наук

Химическая физика – наука, исследующая химические свойства и превращения вещества путем применения теоретических и экспериментальных методов физики. Исторический экскурс – великие ученые основатели химической физики. Основные вехи становления и развития химической физики. Наиболее значимые достижения современной химической физики.

#### 2. Необходимые сведения из математики, физики и химии

Формулы комбинаторики и теории вероятности. Матрицы и определители. Формулы аналитической геометрии и линейной алгебры. Производные, интегралы и ряды Тейлора элементарных функций. Теоремы Стокса и Гаусса-Остроградского. Формулы векторного анализа. Решения некоторых дифференциальных уравнений математической физики.

Принцип наименьшего действия. Уравнения движения Лагранжа и Гамильтона. Основное уравнение термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы. Электродинамические уравнения Максвелла. Уравнение Шредингера.

Основные химические элементы, классы химических соединений и их химические свойства.

#### 3. Квантовая теория строения атомов и молекул

Основы квантовой теории многоэлектронных систем. Адиабатическое приближение Борна—Оппенгеймера. Свойства симметрии многоэлектронной волновой функции. Основное и возбужденное состояния атома гелия. Многоэлектронные атомы и периодическая система элементов. Понятие о методе самосогласованного поля. Уровни энергии многоэлектронных систем.

Основные принципы теории валентности. Электронное строение молекул. Гибридизация атомных волновых функций. Метод молекулярных орбиталей. Электронное строение координационных соединений. Донорно-акцепторные комплексы. Водородная связь. Межмолекулярное взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Теория кристаллического поля. Спин-орбитальное взаимодействие.

Химическая радиоспектроскопия, ЯМР и ЭПР. Времена релаксации и форма резонансной линии. Гамильтониан магнитных взаимодействий. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие в ЯМР. Сверхтонкая структура спектров ЭПР. Интерпретация тензоров сверхтонкого взаимодействия и g-тензора. Возможности методов магнитного резонанса для исследования скоростей молекулярных и химических процессов.

#### 4. Строение и свойства конденсированного вещества

Строение и свойства твердого тела. Природа сил взаимодействия в кристаллах. Колебания и волны в одномерной решетке. Колебания атомов трехмерной кристаллической решетки. Нормальные колебания. Электрон в периодическом поле. Приближение слабо и сильно связанных электронов. Зоны Бриллюэна. Структура энергетических зон. Локализованные состояния электронов в кристалле. Основы теории жидкого состояния вещества. Химические превращения в конденсированном веществе.

#### 5. Термодинамика химических реакций

Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Химический потенциал и химическое сродство. Энтальпия и энтропия химической реакции. Термодинамическое равновесие при наличии химических реакций. Химические и фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Теория термодинамической устойчивости вещества. Критические явления. Термодинамическая теория растворов. Концентрации и активности. Поверхностные явления.

#### 6. Элементарные атомно-молекулярные процессы

Упругие столкновения атомов. Полное и дифференциальное сечения рассеяния. Неупругие столкновения. Вероятности переходов, сечения и константы скорости прямых и обратных процессов. Поверхность потенциальной энергии для системы трех атомов. Метод переходного состояния. Неадиабатические процессы. Мономолекулярные реакции. Статистическая модель мономолекулярных реакций. Термический распад двухатомных молекул. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса. Распределение энергии в бимолекулярных реакциях. Обмен энергии при молекулярных столкновениях. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях. Взаимодействие электронов с атомами и молекулами. Возбуждение атомов и молекул электронным ударом. Ионизация атомов и молекул электронным ударом. Фотоионизация. Рекомбинация электронов и атомов.

Фотохимические и радиационно-химические реакции. Возбужденные состояния. Поглощение и испускание света. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Теория и методы расчета электронно-колебательных спектров многоатомных молекул. Приближения Франка—Кондона и Герцберга—Теллера. Потенциальные поверхности электронно-возбужденных состояний. Переходы между состояниями. Матричные элементы переходов. Релаксация. Взаимодействия в возбужденных состояниях, комплексы с переносом заряда, эксимеры и эксиплексы. Безызлучательные электронные переходы. Неадиабатическое взаимодействие. Перенос заряда. Перенос энергии электронного возбуждения. Индуктивно-резонансный механизм. Теория Ферстера-Декстера.

#### 7. Кинетика химических реакций

Механизм и скорость химической реакции. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости. Закон Аррениуса. Кинетика сложных реакций. Обратимые, последовательные, параллельные процессы. Прямая и обратная кинетическая задача. Метод квазистационарных концентраций. Лимитирующая стадия сложного химического процесса. Кинетика химических реакций в открытых системах. Стационарные режимы. Химические реакции в жидкой фазе. Роль среды в элементарном акте химической реакции. Влияние диффузии на скорость реакции. Клеточный эффект. Влияние диэлектрической

постоянной и ионной силы на скорости химических реакций в растворах. Влияние магнитного поля на скорость химической реакции.

Сопряженные реакции. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Механизм гомогенного катализа. Кинетика гомогенно-каталитических реакций. Кислотно-основный катализ. Ферментативный катализ. Автокатализ. Гетерогенный катализ. Механизмы гетерогенного катализа.

Кинетика фотохимических реакций. Законы фотохимии. Классификация фотохимических реакций.

Кинетика цепных химических реакции. Тепловой взрыв. Разветвленно-цепные реакции. Реакции с энергетическим и вырожденным разветвлением цепей. Автокаталитические реакции. Автоколебательные реакции.

Макрокинетика. Химические реакции в системах с пространственным переносом тепла и вещества.

## 8. Линейная неравновесная термодинамика

Принцип локального термодинамического равновесия. Уравнения баланса и законы сохранения. Уравнение Умова. Производство энтропии, потерянная работа и некомпенсированная теплота при неравновесных процессах. Функция диссипации. Соотношение взаимности Онзагера и принцип Кюри. Устойчивость стационарного термодинамического состояния. Вариационные принципы неравновесной термодинамики.

## 9. Нелинейная теория открытых систем

Вынужденный порядок в открытых физических системах. Принцип Пригожина-Гленсдорфа минимума производства энтропии. Самоорганизация. Нелинейная динамика. Пространственные и временные диссипативные структуры. Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода. Пространственно-временные диссипативные структуры в химии. Реакция Белоусова-Жаботинского. Турбулентное движение и структура хаоса.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Химические методы анализа: лабораторный практикум**

#### **Цель дисциплины:**

обучить студентов теоретическим и практическим основам химических, физико-химических и физических методов количественного анализа и идентификации веществ.

#### **Задачи дисциплины:**

на основании полученных теоретических знаний и практического овладения методами анализа, а также методами расчета результатов эксперимента, студенты могли правильно выбирать методы исследования веществ в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы различных методов количественного анализа;
- методы выделения, разделения и концентрации веществ;
- методы обнаружения и количественного определения анализируемых веществ;
- преимущества и недостатки основных методов анализа;
- основные методы количественного химического и физико-химического анализа веществ, материалов и сред.

##### **уметь:**

- ориентироваться в различных методах анализа веществ;
- проводить анализ по обнаружению анализируемого вещества;
- определять содержание веществ в растворах, материалах, средах химическими, некоторыми физико-химическими и физическими методами;
- пользоваться основными средствами измерений, испытательного и вспомогательного оборудования, используемого в аналитической химии;
- приготовить растворы нужной концентрации;

- решать типовые задачи в пределах дисциплины;
- обрабатывать результаты анализа.

**владеть:**

- навыками работы с аналитической посудой, оборудованием;
- навыками обращения с химическими реактивами, стандарт-титрами, стандартными образцами;
- навыками проведения анализов конкретных объектов;
- навыками грамотной обработки результатов исследования;
- навыками приготовления растворов реактивов, установления их точной концентрации;
- навыками определения концентрации веществ в материалах и средах.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные принципы количественного анализа

Задачи количественного анализа, принципы аналитических определений. Методы количественного анализа: основные определения. Основные условия проведения количественного анализа.

2. Метрология. Оборудование. Пробоотбор

Задачи химической метрологии. Отбор проб для анализа. Аналитические измерительные приборы. Весы. Измерительная аналитическая посуда. Системы химических единиц. Расчеты концентраций в химическом анализе. Математическая обработка результатов анализа. Планирование эксперимента в аналитической химии и оптимизация условий анализа.

3. Методы кислотно-основного титрования (нейтрализации)

Теоретические основы кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Кривые кислотно-основного титрования. Анализ кривых титрования. Ошибки кислотно-основного титрования. Титранты и стандарты кислотно-основного титрования. Применение кислотно-основного титрования.

4. Методы осадительного титрования. Методы комплексометрического титрования

Теоретические основы методов осадительного титрования. Кривые осадительного титрования. Индикаторы осадительного титрования. Аргентометрия. Сульфатометрия. Ошибки осадительного титрования. Комплексометрическое титрование. Кривые комплексометрического титрования. Ошибки комплексометрического титрования. Применение комплексометрического титрования.

5. Методы окислительно-восстановительного титрования (редокс-метрии)

Теоретические основы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Йодометрия.

#### 6. Фотометрический анализ

Фотометрические методы анализа, закон Бугера-Ламберта-Бера. Выбор аналитической длины волны, выбор толщины поглощающего слоя, построение градуировочных характеристик. Фотометрические комплексоны и металлоиндикаторы. Нефелометрия.

#### 7. Поляриметрический анализ

Устройство поляриметра. Применение поляриметрии для анализа оптически активных веществ. Качественный и количественный анализ. Идентификация углеводов. Определение концентрации растворов углеводов

#### 8. Вискозиметрия

Устройство вискозиметра. Применение вискозиметрии для количественного химического анализа и идентификации. Определение плотности вещества.

#### 9. Специальные методы анализа

Определение оптического угла вращения, кинематической вязкости, электропроводности, окислительно-восстановительного потенциала.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Численные методы в физических исследованиях**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических основ компьютерной физики, основанных на подходах теории численных методов и математического моделирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области компьютерной физики;
- приобретение теоретических знаний в области компьютерной физики;
- изучение простейших методов решения уравнений компьютерной физики и постановки задач численного моделирования физических явлений;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерной физики;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов компьютерной физики.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия современной компьютерной физики;
- современные проблемы компьютерной физики и химии;
- основные (базовые) методы компьютерной физики;
- математический аппарат теории численных методов.

##### **уметь:**

- пользоваться численными методами для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемой физической проблеме;

- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и численного моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой компьютерного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Вычислительная физика реагирующих потоков

Численное моделирование реагирующих потоков. Постановка задач и используемые подходы.

2. Имитационное моделирование в динамике газа и плазмы

Общие принципы имитационного моделирования в динамике газа и плазмы.

3. Компьютерная физика плазмы

Математические модели газодинамических, электродинамических и радиационных процессов в равновесной и неравновесной низкотемпературной плазме. Постановка задач и обзор проблем.

4. Метод частиц в ячейках

Моделирование методом частиц в физике бесстолкновительной плазмы, в астрофизике, в физике полупроводников.

5. Методы интегрирования конечно-разностных схем

Основные методы решения конечно-разностных уравнений при неявной аппроксимации. Разностные схемы для многомерных нестационарных модельных уравнений.

6. Методы конечных элементов и объемов

Методы конечных элементов. Методы конечных объемов. Примеры построения расчетных соотношений.

7. Модельные уравнения компьютерной физики

Происхождение модельных уравнений в частных производных. Классификация численных методов: конечно-разностные методы, конечно-элементные методы, методы стохастического моделирования.

8. Особенности численного моделирования медленных течений

Численное моделирование процессов на основе уравнений Навье-Стокса. Явные и неявные схемы для медленных течений. Различия в схемах для сжимаемых и несжимаемых течений.

#### 9. Фундаментальные свойства конечно-разностных схем

Основные конечно-разностные схемы, используемые при решении конечно-разностных уравнений. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Методы построения конечно-разностных уравнений. Качественные свойства схем 1-го и высших порядков точности.

#### 10. Численное моделирование бесстолкновительных плазменных процессов

Моделирование электростатических плазменных волн. Бесстолкновительные ударные волны и их моделирование.

#### 11. Численное моделирование ударных волн

Численные модели газовой динамики. Ударно-волновые процессы в механике сплошной среды. Моделирование физико-химической кинетики в ударных волнах.

#### 12. Численное моделирование уравнений Навье-Стокса

Численное моделирование процессов на основе уравнений Навье-Стокса. Уравнения в естественных и динамических переменных.

#### 13. Численное моделирование электроразрядных явлений

Диффузионно-дрейфовые модели в физике плазмы.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Численные модели физической механики

#### Цель дисциплины:

- изучение теоретических основ физической механики, основанных на подходах теории численных методов и математического моделирования.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области физической механики;
- приобретение теоретических знаний в области компьютерной физики и применение их к задачам физической механики;
- изучение простейших методов решения уравнений компьютерной физики и постановки задач численного моделирования физических явлений;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерной физики;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов компьютерной физики.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия современной компьютерной физики;
- современные проблемы компьютерной физики и химии;
- основные (базовые) методы компьютерной физики;
- математический аппарат теории численных методов.

##### уметь:

- пользоваться численными методами для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики;
- производить численные оценки по порядку величины;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемой физической проблеме;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и численного моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой компьютерного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Развитие компьютерных моделей физической механики

Развитие компьютерных моделей и программных комплексов, предназначенных для проведения фундаментальных и прикладных исследований физики и механики нелинейных и неравновесных сплошных сред, основанных на сопряжении *ab-initio*- и классических подходов физической механики.

2. Использование нового поколения вычислительных методов.

Использование нового поколения вычислительных методов и алгоритмов в разработке сопряженных двух- и трехмерных физико-химических и радиационно-газодинамических моделей на основе полных уравнений Навье-Стокса и моделей переноса селективного теплового излучения для перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов.

3. Применение подходов физической механики.

Применение подходов физической механики для анализа явлений геофизики, астрофизики и физики высоких плотностей энергии.

4. Анализ результатов расчетных и экспериментальных исследований.

Анализ результатов расчетных и экспериментальных исследований, которые могут быть предложены для формулировки тестовых задач (верификация и валидация) компьютерной физической и химической механики.

5. Создание новых моделей.

Создание новых моделей физико-химической кинетики для компьютерного моделирования течений неравновесных сред.

6. Уравнения химической кинетики.

Методы решений уравнений химической кинетики различных порядков.

7. Численное моделирование электроразрядных явлений

Обзор и классификация физико-математических моделей, используемых при численном моделировании электро-разрядных явлений. Использование конечно-разностных методов и методов стохастического моделирования.

#### 8. Двухмерная численная модель тлеющего разряда

Вывод уравнений диффузионно-дрейфовой тлеющего разряда в осесимметричной геометрии. Конечно-разностная аппроксимация уравнений диффузионно-дрейфовой модели. Явные и неявные схемы.

#### 9. Модели переноса селективного теплового излучения для перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов

Обзор и классификация моделей переноса теплового излучения. Использование конечно-разностных методов и методов стохастического моделирования при численном моделировании излучения струй продуктов сгорания перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов.

#### 10. Двухмерная численная модель тлеющего разряда в магнитном поле

Вывод уравнений диффузионно-дрейфовой тлеющего разряда в магнитном поле в осесимметричной геометрии. Конечно-разностная аппроксимация уравнений диффузионно-дрейфовой модели. Явные и неявные схемы, консервативность. Параметр Холла.

#### 11. Модифицированная диффузионно-дрейфовая модель пеннинговского разряда

Описание физико-химических процессов, протекающих в плазме пеннинговского разряда. Формулировка уравнений модифицированной диффузионно-дрейфовой модели. Аппроксимация уравнений диффузионно дрейфовой модели.

#### 12. Численная модель расчета направленной спектральной излучательной способности горячих объемов газа

Обзор и классификация моделей расчета направленной спектральной излучательной способности. Описание метода Монте-Карло.

#### 13. Численная модель для параболизированной системы уравнений Навье-Стокса

Формулировка уравнений параболизированной системы уравнений Навье-Стокса. Использование конечно-разностной модели при решении системы уравнений Навье-Стокса.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Экология**

#### **Цель дисциплины:**

- научиться анализировать реальные экологические ситуации, включая формулирование модели на основе описания реальной ситуации, получение результатов в терминах математического описания модели, применение полученных результатов к исходной реальной ситуации и их критический анализ.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний по экологии;
- приобретение теоретических знаний по анализу экологических ситуаций и общих подходов к описанию явлений жизнедеятельности;
- приобретение навыков самостоятельной работы по выбору актуальных экологических ситуаций и их анализу.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия, представления и подходы экологии к экосистемам;
- основы физики и химии биосферы, определяющие потоки энергии и вещества в ней и формирующие биотические и абиотические факторы экосистем;
- характеристики природных ресурсов и динамика их использования;
- основные факторы и механизмы антропогенных воздействий;
- проблемы и ограничения классических подходов в экологии.

##### **уметь:**

- анализировать структуру трофических цепей и оценивать их продуктивность;
- анализировать структуру популяций и строить простейшие модели популяционных отношений;
- анализировать антропогенную деятельность и эколого-экономические проблемы;

- строить алгоритм анализа рассматриваемой экологической ситуации и представить соответствующую логическую схему;
- использовать основное представление при описании жизнедеятельности (схема воспроизводства) и выражать в этом представлении основные типы ограничений жизнедеятельности (текущее воспроизводство, регуляция, эволюция);
- оценивать корректность постановок задач и предлагаемых решений, самостоятельно видеть следствия полученных результатов, точно представлять получаемые результаты.

**владеть:**

- системным подходом к анализу современных экологических и эколого-экономических проблем;
- навыками подбора информации для решаемых задач и навыками самостоятельной работы;
- навыками редактирования логических схем решения задач и представлений полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Экология - основные понятия и определения.

Описывается краткая история развития данной науки, ее современное состояние. Характеризуются основные цели, задачи и объекты изучения экологии. Дается основная терминология и определения предмета.

2. Концепция экосистемного подхода к изучению среды обитания и взаимодействия биоты.

Взаимосвязь факторов среды обитания на примере изучения строения и формирования состава атмосферы, гидросферы, литосферы.

3. Концепция сообществ Уиттекера. Биота. Биомы. Экологическая ниша.

Типы и динамика экосистем. Биотическое взаимодействие хищник-жертва. Экологическая ниша. Пределы роста популяций и ресурсов среды обитания. Разнообразие биоты. Характеристика биомов. Стратегии Раменского. Роль пожаров в формировании климаксовых сообществ.

4. Антропогенный фактор воздействия на экосистему Земли.

Глобальный след и емкость Планеты Земли. Краткий обзор современного состояния экосистемы Земли. Технологии контроля за составом воды, воздуха, почв. Концепция ПДК, ПДВ и т.д. Альтернативные технологии получения энергии. Правовые основы экологии. Осуществление декларации «Право на чистый воздух, воду и окружающую среду» Уровни рекреационной нагрузки. Основные принципы формирования заповедников и ООПТ. Современный мониторинг окружающей среды. Внедренные технологии утилизации отходов и способы реабилитации нарушенных экосистем. Стратегии экобезопасности всех сред. Скрининг урбаноэкосистем. Концепция устойчивого развития.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Экспериментальная аэродинамика

#### Цель дисциплины:

- изучение основ современной экспериментальной аэродинамики, описания измерительных устройств и методов расчета и проектирования аэродинамических установок, а также способов определения различных аэродинамических характеристик.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области прикладной аэродинамики;
- приобретение знаний в областях аэродинамического расчета;
- изучение принципов устройства и работы аэродинамических труб, измерительных приборов и устройств;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области экспериментальной аэродинамики;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов прикладной аэродинамики.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия современной экспериментальной аэродинамики;
- современные проблемы экспериментальной аэродинамики;
- основные методы функционирования газодинамических стендов;
- основные методы экспериментальной регистрации физических величин.

##### уметь:

- пользоваться методами экспериментального моделирования для решения фундаментальных и прикладных задач в области газодинамики;
- производить оценки погрешностей получаемых результатов;
- делать качественные выводы в изучаемой физической проблеме;

получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и проведения экспериментального моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментального моделирования и сопоставления с другими экспериментальными и теоретическими данными;
- практикой экспериментального исследования и решения прикладных задач газодинамики.

**Темы и разделы курса:**

1. Принципы устройства и работы аэродинамических установок

История создания и развития установок, основные понятия, классификация аэродинамических труб, основные требования. Трубы дозвуковых скоростей. Незамкнутые/замкнутые аэродинамические трубы. Трубы околозвуковых скоростей. Установки с низкой турбулентностью и переменной плотностью. Сверхзвуковые аэродинамические трубы. Трубы кратковременного действия, установки адиабатического сжатия, расчет параметров и принцип работы. Импульсные аэродинамические установки. Описание, принципы работы и технические характеристики. Ударные трубы. Устройство, принцип работы, расчет параметров.

2. Моделирование в аэрофизическом эксперименте

Критерии моделирования, условия динамического подобия потоков. Подобие сил давления и сил инерции. Условия подобия сил давления и сил инерции. Подобие сил давления и сил инерции. Условия подобия в несжимаемой/сжимаемой жидкости. Подобие аэродинамических сил и сил упругости. Рассмотрение коэффициентов подобия аэродинамических сил. Тепловое подобие потоков. Рассмотрение теплового подобия потоков. Моделирование при гиперзвуковых скоростях. Сопла сверхзвуковых труб, рабочие части гиперзвуковых аэродинамических установок. Идеальное течение в сверх- и гиперзвуковых трубах. Описание течений и принципов функционирования элементов конструкции установок. Баллистические трассы. Описание течений и принципов функционирования элементов конструкции установок. МГД ускорение потоков воздуха. Описание течений и принципов функционирования элементов конструкции установок.

3. Измерительные приборы и устройства

Измерение давления. Манометры. Способы и средства измерения физических величин. Виды манометров, принцип работы. Измерительные приборы и устройства. Измерение Разрежения. Вакуумметры. Виды вакуумметров, принцип работы. Измерение давления в ходе эксперимента. Датчики давления. Типы датчиков, принцип их работы. Применики давления газа. Применики статического и полного давлений. Измерение скорости потока.

Термоанемометры, пленочные датчики, измерение турбулентности и определение направления потока. Приборы для тепловых измерений в аэродинамических трубах.

Способы и средства измерения тепловых величин во время эксперимента. Измерение аэродинамических характеристик. Основные понятия. Внешние аэродинамические весы.

Измерение аэродинамических характеристик. Внутренние аэродинамические весы.

Методы визуальной регистрации газодинамических параметров. Описание оптических методов, средств и приборов измерений. Методы визуальной регистрации газодинамических параметров.

Теневые методы. Методы визуальной регистрации газодинамических параметров.

Интерферометры. Методы визуальной регистрации газодинамических параметров.

Тепловизоры.

#### 4. Модели ударно-волнового взаимодействия

Модели ударно-волнового взаимодействия геометрических примитивов. Особенности течения около модели конуса в сверхзвуковом потоке. Особенности течения около модели клина в сверхзвуковом потоке. Модели ударно-волнового взаимодействия геометрических элементов летательного аппарата. Особенности течения около геометрических моделей элементов перспективных высокоскоростных летательных аппаратов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Экспериментальная физика плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

-освоение студентами фундаментальных знаний в области экспериментальной физики плазмы, экспериментальных методов исследования плазменных процессов, происходящих в наиболее известных плазменных устройствах, а также в природных условиях.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области экспериментальной физики плазмы, освоение студентами методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов и экспериментально-технических средств анализа различных плазменных явлений;
- подготовка студентов к работе на реальных экспериментальных установках по управляемому термоядерному синтезу, физике химически активной плазмы, плазменных медицинских аппаратах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- требования к параметрам горячей плазмы для управляемого термоядерного синтеза (УТС);
- схемы использования термоядерной энергии в энергетическом реакторе;
- современное состояние экспериментальных научно – исследовательских программ по УТС в мире и в России;
- классификация плазменных установок по принципу удержания плазмы;
- системы и установки с магнитным удержанием высокотемпературной плазмы в открытых магнитных ловушках. Современное состояние исследований с открытыми ловушками;
- системы и установки с магнитным удержанием высокотемпературной плазмы в тороидальных магнитных ловушках. Развитие, современное состояние и перспективы экспериментальных физических и инженерных исследований, проектных разработок по токамакам;

- импульсные системы магнитного удержания и нагрева плазмы. Термоядерные и прикладные аспекты Z-пинчей, лайнеров и пучковых систем;
- схемы инерциального термоядерного синтеза. Современное состояние и перспективы лазерного и Z-пинчевого методов инициирования термоядерного микровзрыва;
- схемы плазменных движителей космических аппаратов, энергетику космического полета. Плазменные методы преобразования ядерной и тепловой энергии в электрическую;
- сопутствующие физико-технические разработки и направления (разделы материаловедения, диагностики излучений, лазерной техники, физики газового разряда, высоковольтной техники, техники сильных магнитных полей).

**уметь:**

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицированно анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведенной научной работы.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям.

**Темы и разделы курса:**

1. Экспериментальная физика плазмы – эффективно развивающееся направление современной экспериментальной и прикладной физики

Экспериментальная физика плазмы – эффективно развивающееся направление современной экспериментальной и прикладной физики. Универсальность и многоаспектность плазменного эксперимента. Управляемый термоядерный синтез как одна из целей экспериментальной физики плазмы. Экспериментальная физика плазмы и плазменные технологии.

2. Требования к параметрам горячей плазмы для управляемого термоядерного синтеза (УТС)

Требования к параметрам плазмы для УТС (температура, плотность, критерий Лоусона, роль примесей, магнитное и инерциальное удержание плазмы).

3. Схема использования термоядерной энергии в энергетическом реакторе. Сопоставление с ядерным реактором. Энергетика, экология, политика

Схема использования термоядерной энергии в энергетическом реакторе. Сопоставление с ядерным реактором (энергетика, безопасность, экологические особенности, гибридные реакторы). Сопоставление с ядерным и термоядерным взрывом.

4. Краткий обзор современного состояния научно – исследовательских программ по УТС в мире и в России

Краткий обзор современного состояния научно – исследовательских программ по УТС в мире и в России.

5. Классификация плазменных установок по принципу удержания плазмы

Классификация плазменных установок по принципу удержания плазмы. Основные элементы и системы плазменной установки (ловушка, системы создания и нагрева плазмы, вакуумная система и реакторная камера, системы энерго- и ресурсоснабжения, автоматика, диагностические системы, средства обеспечения безопасности).

6. Системы с магнитным удержанием высокотемпературной плазмы в открытых магнитных ловушках. Современное состояние исследований с открытыми ловушками

Открытые магнитные ловушки. Адиабатический инвариант и удержание плазмы в пробочной геометрии. Кулоновские столкновения, конус ухода, длительность удержания плазмы. Термоядерные возможности пробкотрона. Устойчивость плазмы в пробкотроне. Методы нагрева и накопления заряженных частиц в пробкотроне (инжекция и захват ионов и нейтралов, адиабатическое сжатие, ВЧ- и СВЧ– нагрев, токовый нагрев) Многообразие вариантов открытых магнитных ловушек (палки Иоффе, антипробкотроны, бейсбол, уап-уп, амбиполярные и гофрированные ловушки, ГДЛ). Современное состояние исследований с открытыми ловушками. Тороидальные магнитные ловушки. Тороидальный дрейф как следствие искривления магнитных силовых линий. Подавление тороидального дрейфа посредством вращательного преобразования. Стелларатор и токамак.

Конфигурация магнитных полей в токамаке, их роль в удержании плазмы. Устройство токамака, многообразие конкретных экспериментальных решений.

Критерий устойчивости Шафранова и связь параметров токамака с ним. Энергетическое время жизни плазмы в токамаке. Классическая, бомовская и неоклассическая диффузии плазмы в токамаке.

7. Системы с магнитным удержанием высокотемпературной плазмы в тороидальных магнитных ловушках. Развитие, современное состояние и перспективы эксперимент

Критерий устойчивости Шафранова и связь параметров токамака с ним. Джоулев и дополнительные методы нагрева плазмы в токамаке. Примеси, роль первой стенки, диверторы. L- и H – режимы удержания. Неустойчивости срыва, новые тенденции и подходы. Энергетическое время жизни плазмы в токамаке. Классическая, бомовская и неоклассическая диффузии плазмы в токамаке.

8. Импульсные системы магнитного удержания и нагрева плазмы. Схема и основные физические принципы сильноточных самосжатых разрядов

Схема и основные физические принципы сильноточных самосжатых разрядов. Z- и  $\Theta$ -пинч, сжатие лайнера. Электрофизическая схема эксперимента с Z-пинчем. Временные зависимости основных параметров пинча. Равновесие и неустойчивость пинча. Развитие идеологии пинчей (перетяжки, стабилизация магнитным полем, плазменный фокус, турбулентный нагрев).

9. Инерциальный термоядерный синтез (ИТС). Современное состояние и перспективы лазерного и Z-пинчевого методов инициирования термоядерного микровзрыва

Инерциальное удержание плазмы. Имплузия мишени – необходимое условие инициирования термоядерного микровзрыва. Метод непосредственного облучения мишени, метод хольраума.

10. Экспериментальная физика плазмы и газового разряда как научный и технический базис развития прикладных и технологических программ

Плазменные движители космических аппаратов. Энергетика космического полета. Схемы плазменных движителей. Удельный импульс, тяга плазменного движителя. Плазменные методы преобразования ядерной и тепловой энергии в электрическую.

11. Экспериментальная физика плазмы и сопутствующие физико-технические разработки

Экспериментальная физика плазмы и сопутствующие физико-технические разработки (материаловедение, диагностика излучений, наносекундный диапазон измерений, лазерная техника, физика газового разряда, высоковольтная техника, сильные магнитные поля).

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах

### Электронная микроскопия

#### Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области электронной микроскопии, изучение физических основ и возможностей работы просвечивающего электронного микроскопа.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области физического материаловедения;
- приобретение теоретических знаний в области исследования различных процессов, происходящих при взаимодействии электронного пучка с образцом, принципов и физических основ работы просвечивающего электронного микроскопа;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области электронной микроскопии;
- обучение навыков обработки данных, полученных на электронном микроскопе применительно к конкретным образцам – наноматериалам.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- виды приборов электронной микроскопии: просвечивающая электронная микроскопия;
- просвечивающая растровая(сканирующая) электронная микроскопия (ПРЭМ);
- растровая (сканирующая) электронная микроскопия;
- методики подготовки изучаемых объектов, обработки и анализа результирующей информации;
- численные порядки величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики и химии.

##### уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получить и провести содержательную интерпретацию научного результата;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- методом исследования объектов с помощью потока электронов, позволяющих изучить структуру этих объектов на макромолекулярном и субклеточном уровнях;
- навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности теоретического и экспериментального плана с использованием методов вычислительной математики и информатики;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в дифракцию электронов.

Введение в дифракцию электронов. Кинематическая теория дифракции электронов. Геометрия электронограмм. Интенсивность дифракции. Кинематическая теория контраста.

Динамическая теория контраста на изображении.

Эффекты диффузного рассеяния на электронограммах. Форма узлов. Тонкие пластинки. Игольчатые выделения. Дифракционный контраст. Эффекты, связанные с наличием упругой деформации. Диффузное рассеяние. Экстинционные контуры. Качество изображения и разрешение.

2. Волны и интерференция. Волновая механика и формирование изображения.

Когерентная длина. Волновой пакет. Интенсивность волны. Волновая механика и формирование изображения.

3. Идеальные или гауссовы изображения.

Сила Лоренца. Линзы. Формула линзы. Ход лучей в микроскопе. Диафрагмы. Аберрации.

4. Коллективные возбуждения и энергетические потери в твердых телах.

Коллективные возбуждения и энергетические потери в твердых телах.

Плазменное возбуждение. Нагрев образца и радиационные нарушения. Неупругие столкновения.

5. Сечения рассеяния.

Дифференциальное эффективное сечение. Эффективная толщина. Кривая распределения интенсивности. Однократное и многократное рассеяние.

6. Темнопольная микроскопия.

Темнопольная микроскопия. Стереомикроскопия и анализ следов.

Кристаллографические данные, получаемые из электронограмм. Эффект формы. Двойники. Экстра –рефлексы. Лоренцева микроскопия магнитных доменов.

7. Электронная микроскопия высокого разрешения.

Электронная микроскопия высокого разрешения. Особенности современных просвечивающих электронных микроскопов. Дополнительные приставки к электронному микроскопу.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Электрофизические и физико-химические свойства нанокomпозиционных материалов**

#### **Цель дисциплины:**

• с одной стороны продемонстрировать, как знания, полученные при изучении курсов теоретической физики можно использовать при решении конкретных «нанотехнологических» задач, а с другой – помочь студентам достаточно свободно ориентироваться в электрофизических и физико-химических свойствах нанокomпозиционных материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области физического материаловедения;
- приобретение теоретических знаний в области изучения свойств наноструктур и квантово-механических аспектов измерения на атомных масштабах;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области нанокomпозиционных материалов;
- приобретение знаний необходимых для изучения электрофизических и физико-химических свойств нанокomпозиционных материалов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- квантовые явления, наблюдаемые при изучении электрофизических и физико-химических свойств нанокomпозиционных материалов;
- теоретические и экспериментальные основы электрофизических и физико-химических свойств нанокomпозиционных материалов.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

**Темы и разделы курса:**

1. Взаимодействие наночастиц с электромагнитным излучением.

Вероятность поглощения фотонов, двухуровневая система – точное решение, матрица плотности, релаксация; поглощение света в прямоугольной яме.

2. Влияние магнитного поля на перенос заряда в композитах.

Общие положения и намагниченность при низких температурах, намагниченность при высоких температурах, намагниченность гранулярных ферромагнитных металлов с

несферическими гранулами, релаксация намагниченности, наноккомпозит как спиновое стекло, зависимость проводимости от концентрации металлических гранул, порог перколяции, температурная зависимость проводимости в присутствии магнитного поля, манитосопротивление. магнитополевая зависимость проводимости.

### 3. Диэлектрические свойства наноккомпозитов.

Диэлектрические свойства веществ, полярные и неполярные диэлектрики, диэлектрическая спектроскопия, поляризация, теория Дебая комплексной диэлектрической проницаемости, феноменологические выражения, описывающие диэлектрическую проницаемость, нефеноменологическая модель комплексной диэлектрической проницаемости.

### 4. Модельные, точно решаемые задачи квантовой механики. Моделирование поведения электрона в наночастице.

Уравнение Шредингера, атом водорода, частица в прямоугольной потенциальной яме, центрально-симметричная потенциальная яма.

### 5. Перенос энергии и заряда в твердом теле и наносистемах.

Константа скорости переноса энергии, перестройка молекул и среды, зонная структура, экситоны, электроны проводимости, туннельный перенос заряда из ямы в яму, перестройка молекул при возбуждении светом.

### 6. Сведения из теории переходов и статистической физики, необходимые для описания процессов протекающих в наносистемах.

Теория возмущений, возмущения не зависящие и зависящие от времени, вероятность перехода в единицу времени, константа скорости (Золотое правило Ферми), статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака, ширина линии, матрица плотности, времена релаксации.

### 7. Сенсорные свойства наноккомпозитов.

Принципы работы сенсоров, основные характеристики сенсорного устройства, чувствительность, эффективность, время отклика, время релаксации, экранирующий слой на поверхности наночастиц, зависимость сенсорного эффекта от температуры, давления водорода и среднего размера наночастиц оксида.

### 8. Химические процессы катализируемые наночастицами.

Методы создания каталитически активного слоя: термическое испарение и конденсация, восстановление из растворов, восстановление в микроэмульсиях, криохимический синтез термическое испарение перегретого металла, лазерное электродиспергирование металлов, зарядовое состояние металлических наноструктур, влияние зарядового состояния наноструктур на их каталитические свойства, экспериментальные исследования каталитической активности наноструктур.

### 9. Электроны и фононы в твердом теле и наносистемах.

Кристалл, зонная структура идеального твердого тела, колебания решетки. Аморфные твердые тела. Теплоемкость и теплопроводность. Роль ограниченности размера.

Квантовые точки и провода. Методы создания, исследования и перспективы применения.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Японский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения японского языка в бакалавриате МФТИ заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А1 для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ее ведения с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;
- 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 Японии;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Японии;
- основные особенности и различия письменной и устной японской речи;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности японского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику японской и родной культур.

#### **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 фонетической, лексико-грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и японского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет-ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне;
- различными межкультурно-коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуры для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- 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. Азбука: ряды а-ка

История и особенности японской смешанной система письма. Особенности японской фонетики, гласные, типы тона в японском языке. Как представить себя по-японски: этикет и главные фразы-клише.

Коммуникативные задачи: ознакомиться с японской фонетикой, основами японского вербального и невербального этикета и самыми частотными фразами-клише по теме «Самопредставление (дзикосё:кай)», ознакомиться с речевыми и этикетными основами самопредставления.

Письмо: прописи рядов а-ка азбук хирагана и катакана. Лексика, соответствующая теме «Самопредставление».

Грамматика: нигори, удлиненные гласные, запись катаканой.

#### 2. Азбука: ряды са-та

Тема «Знакомство»: приветствие, извинения и прощания по-японски. Японские согласные и их произношение. Образование простых словосочетаний типа прилагательное + существительное. Соединительный союз と.

Коммуникативные задачи: научиться использовать фразы-клише в зависимости от коммуникативной ситуации: приветствие коллеги и вышестоящего, извинение, просьба, прощание.

Письмо: прописи рядов са-та азбук хирагана и катакана. Лексика, соответствующая теме «Знакомство».

Грамматика: союз と, части речи в японском языке, запись катаканой (прод.).

### 3. Азбука: ряды на-ха

С о ц и а л ь н а я иерархия в японском обществе: отношения выше с т о я щ и й - равный-нижестоящий, система «свой-чужой». Указательные местоимения (косоадо-котоба) и их социально-этикетная роль.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: изучить основы социальной иерархии в Японии и ее влияние на язык, научиться составлять простые предложения с указательными местоимениями (косоадо-котоба).

П и с ь м о : прописи рядов на-ха азбук хирагана и катакана. Обиходная лексика: цвета, предметы, места, еда.

Г р а м м а т и к а : ханнигори, союз *の*, указательные местоимения косоадо-котоба, запись катаканой (прод.).

### 4. А з б у к а : ряды ма-я

Л и ч н ы е местоимения и числительные. Как назвать время по-японски. Ведение диалога на тему «Время»: обращение к незнакомцу с просьбой узнать время и выражение благодарности.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: ознакомиться с личными местоимениями и числительными и в речи, научиться узнавать время на японском языке.

П и с ь м о : прописи рядов ма-я азбук хирагана и катакана. Лексика по теме «Время».

Г р а м м а т и к а : сочетание *やゆよ* с согласными, союз *の* (нюансы), запись катаканой (прод.).

### 5. Азбука: ряды ра-ва

К а к п р е д с т а в и т ь себя и назвать свой возраст, должность, профессию и национальность. Как представить другого человека и задавать вопросы при знакомстве.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться называть и спрашивать имя, возраст, род деятельности и национальность у с о б е с е д н и к а .

П и с ь м о : прописи рядов ра-ва азбук хирагана и катакана.

Г р а м м а т и к а : *は* с согласными, союз *の* (нюансы).

### 6. Основы японской иероглифики и синтаксиса

И с т о р и я иероглифики, группы иероглифов, основные понятия: онные и кунные чтения, фуригана, окуригана, ключ. Знакомство со структурой бумажных и электронных иероглифических словарей. Основы синтаксиса: структура простых предложений с именным сказуемым. Чтение и перевод диалогов и монологов (практика синтаксиса).

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться представлять себя и отвечать на вопросы о возрасте, должности, месте работы или учебы и национальности.

П и с ь м о : первые наиболее частотные иероглифы.

Г р а м м а т и к а : уровни вежливости, структура предложения, падежный показатель は, частицы, отрицательные и вопросительные предложения, косоадо-котоба (нюансы), суффиксы множественного числа.

## 7. Знакомство

П о в т о р е н и е старого материала. Описание внешности и характера людей, описание мест и окружающего пространства (шумный, спокойный, многолюдный и пр.). Обучение набору японских символов (кана и кандзи) на обычной клавиатуре.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться представлять знакомых (имя, возраст, характер, национальность, должность) по-японски, описывать места.

П и с ь м о : новая лексика и иероглифика, связанные с описанием внешности и характера.

Г р а м м а т и к а : союз の (прод.), косоадо-котоба (прод.), предикативные и полупредикативные прилагательные, суффиксы множественного числа (прод.), составные слова, айдзути, вербальный этикет при обращении.

## 8. Покупки

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться вести диалог с продавцом и покупателем, заказывать услуги и покупать товары, спрашивать стоимость товаров.

П и с ь м о : новая иероглифика по теме «Покупки».

Г р а м м а т и к а : прилагательные в отрицательной форме, наречия.

## 9. Глаголы в японском языке

З н а к о м с т в о с японскими глаголами и их лексико-грамматическими особенностями. Изучение спряжений глаголов, глагольных основ и настоящее-будущего времени.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: ознакомиться с японской фонетикой (углубленно), научиться различать виды японской тонизации, научиться использовать правильную интонацию в предложениях и фразах-клише.

П и с ь м о : новая лексика и иероглифика, связанная с базовыми глаголами в настояще-будущем времени: читать, говорить, покупать, сегодня, завтра, скоро и пр.

Г р а м м а т и к а : глаголы в настояще-будущем времени, спряжения глаголов, именные показатели, структура предложения (нюансы).

## 10. Назначение встречи

К а к назначить дату и время встречи при личной встрече, по телефону и через переписку. Как составить расписание на день. О б у ч е н и е телефонному и письменному этикету.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться назначать встречу в устном и письменном виде, научиться составлять расписание, используя пройденные глаголы.

П и с ь м о : новая лексика и иероглифика по теме «Назначение встречи».

Г р а м м а т и к а : количественные числительные и крупные числа, счетные суффиксы, интонация предложений.

### 11. Расписание и планы

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться описывать по-японски ежедневную рутину, планы и расписание (тема «Назначение даты встречи» в учебнике «Гэнки»).

П и с ь м о : новая лексика и иероглифика по теме «Расписание»: часы и минуты, времена суток и пр.

Г р а м м а т и к а : падежные показатели は и が (нюансы), японский календарь и система датировки в Японии.

### 12. Сезоны

М е с я ц ы и времена года. Японский календарь: особенности, праздники, влияние сезонов на общество. Как спросить у незнакомца дорогу.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: узнать особенности японского календаря и системы времяисчисления, научиться описывать/спрашивать дорогу.

П и с ь м о : новая иероглифика и лексика по теме «Сезоны» - времена года, погода, одежда и пр.

Г р а м м а т и к а : падежные показатели и частицы (нюансы), отрицательные предложения (прод.), глаголы направления 行く/来る.

### 13. Приглашение

К а к позвать друга на мероприятие. Семья: как по-японски называются чл е н ы семьи, как представить свою семью и как названия родственников связаны с системой «свой-чужой». Повторение всего пройденного материала за семестр. Анализ русско-японских ситуаций межкультурного диалога и путей разрешения межкультурных конфликтов (перез е н т а ц и я ). Решение тестовых заданий в формате «Норёку Сикэн» уровня N5.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: научиться приглашать куда-либо с соблюдением речевого и невербального этикета, научиться рассказывать о своей/чужой семье с соблюдением этикета.

П и с ь м о : новая лексика и иероглифика по темам «Приглашение» и «Семья».

Г р а м м а т и к а : побудительный залог, срединная форма прилагательных, частицы и союзы (нюансы).

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Молекулярная физика и науки о материалах**

### **Японский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения японского языка заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А2 для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ее ведения с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;
- 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 Японии;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Японии;
- основные особенности и различия письменной и устной японской речи;
- основные фонетические, лексико–грамматические, стилистические особенности японского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику японской и родной культур.

#### **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 фонетической, лексико–грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и японского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет–ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне,
- различными межкультурно–коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуры для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- 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. Погода

Повторение пройденного материала. Описание погоды и времен года. Знакомство с географией Японии: основные города, префектуры, острова. Знакомство с лексикой по теме: прогноз погоды, дождливый и пр. Сравнительная и превосходная степень прилагательных.

Коммуникативные задачи: описывать погоду и времена года по–японски. Уметь составлять высказывания с прилагательными в сравнительной и превосходной степени.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «Погода».

Грамматика: сравнительная и превосходная степень прилагательных. Глагол *なる*. Нюансы употребления десяти главных падежных показателей.

#### 2. Экскурсия

Д о с т о п р и м е ч а т е л ь н о с т и Японии и России: как в культурно–исторических памятниках отражается менталитет японцев и русских. Чтение текстов с последующим разбором японского вербального этикета и типичных фраз–клише во время прогулки с разными по статусу собеседниками. Как спросить и указать дорогу: коммуникативные упражнения. Пространственные и временные послелогои. Пословицы и поговорки с лексикой по тем е .

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: уметь описывать окружающее пространство и местоположение предмета, дорогу по карте. Уметь рассказывать об особенностях географии Японии в сравнении с географией России.

П и с ь м о : иероглифика, соответствующая теме (лево, право, в е р х , низ и пр.).

Г р а м м а т и к а : глаголы ある и いる. Выражение неопределенности. Временные и пространственные послелого. Употребление падежных показателей после местоимений.

### 3. Распорядок дня

У г л у б л е н н о е изучение японского летоисчисления и особенностей японского календаря. Дни недели, месяцы, годы и традиционные календарные эпохи. Срединная форма глаголов и описание распорядка дня с перечислением нескольких однородных сказуемых. Вежливая просьба и правила ведения диалога с целью выбора подходящего времени для в с т р е ч и .

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: уметь описывать распорядок дня, назначать встречу и точное время.

П и с ь м о : иероглифика, соответствующая теме «Дни недели».

Г р а м м а т и к а : срединная форма глаголов. Мягкое повеление с глаголом ください. Временное значение показателя に.

### 4. Транспорт

О с о б е н н о с т и транспортной системы в Японии. Как вести себя во время пользования общественным транспортом в Японии. Образование простых форм прошедшего времени у глаголов. Составление подчиненных предложений со значением условия. Нюансы употребления временных послелогов. Выражение предположения с помощью でしょう.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: уметь описывать транспортную систему Японии и сравнивать ее с российской транспортной системой, составлять сложноподчиненные предложения со значением.

П и с ь м о : иероглифика, соответствующая теме «Транспорт».

Г р а м м а т и к а : сложноподчиненные предложения с использованием союза と .

### 5. Гардероб

О п и с а н и е внешнего вида человека, наименования предметов гардероба и цветовые обозначения. Традиционная и современная японская одежда, ее история и отличия японской моды от европейской. Глаголы «надевать», «носить» и «снимать», используемые с разными предметами одежды. Длительный вид глаголов. Как выразить попытку совершить действие. Знакомство с субстантиваторами.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: уметь описывать свой и чужой внешний вид, вкусы при выборе одежды, обуви и аксессуаров.

П и с ь м о : иероглифика, соответствующая теме («одежда», «надевать» и пр.).

Г р а м м а т и к а : длительный вид глаголов. Конструкция て見る, субстантиваторы.

### 6. Телефонный разговор

Э т и к е т ведения телефонного разговора: как здороваться, представляться и прощаться по телефону в повседневной и деловой обстановке. Как обсудить планы и

назначить встречу по телефону. Прошедшие формы прилагательных. Выражение долженствования и потенциальный залог. Субстантиваторы (продолжение). Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: уметь вести диалог по телефону в соответствии с этикетом, уметь соглашаться и отказываться на просьбы.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («вопрос», «ответить» и пр.).

Грамматика: потенциальный залог. Конструкция *なければなりません* с разными частями речи. Субстантиваторы (продолжение). Нейтрально-вежливые и разговорные прошедшие формы прилагательных.

## 7. Прогулка с другом

Углубленное изучение вербального и невербального этикета во время диалога при личной встрече в неформальной обстановке. Продолжение изучения лексики по теме «Погода». Как вежливо попросить разрешения, согласиться или запретить что-либо. Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: уметь вежливо просить дозволения, а также выразить разрешение или запрет в устной и письменной форме.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («фотография», «пасмурный», «ясный» и пр.).

Грамматика: падежный показатель *ремы*. Выражение вежливой просьбы, разрешения и запрещения.

## 8. Японский сервис

Японский сервис: чем известна сфера обслуживания в Японии и как ведут себя клиенты и работники сферы обслуживания. Как вести себя в японском магазине, как планировать и совершать покупки в Японии.

Коммуникативные задачи: уметь рассказывать по-японски об особенностях японского сервиса, вести диалог с целью запланировать с другом поход в магазин.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («покупатель», «магазин», «продажа» и т.д.).

Грамматика: отрицательные формы прилагательных. Выражение желания через конструкции с *ほしい*. Выражение совета через конструкцию *ほうがいい*. Ограничительные частицы. Перечисление нескольких однородных именных членов предложения.

## 9. В японской семье

Особенности устройства японских семей через призму языка и культуры. Традиционный японский дом: архитектура, история и этикет. Как живут современные японцы в больших городах; сравнения японского и российского дома. Пословицы и поговорки, связанные с атрибутами традиционного японского дома.

Выражение одновременности двух действий и сомнений, неопределенности. Глаголы: простые разговорные формы и срединная форма в отрицательной форме. Косвенная речь.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: уметь рассказывать о своей и спрашивать о чужо й семье, вести диалог при знакомстве с японской семьей.

П и с ь м о : иероглифика, соответствующая теме («семья», «династия» и пр.).

Г р а м м а т и к а : предложения с たり / -だり . Отрицательная срединная форма глаголов. Косвенная речь. Одновременность двух действий с по м о щ ь ю ながら .

## 10. Японская кухня

Я п о н с к и й этикет: как вести себя за столом, как правильно есть японские блюда. Сравнение особенностей японской и русской кухни. Пословицы и поговорки, связанные с японской кухней. Условные предложения. Выражение намерения сове р ш и т ь действия и предположения. Продолжение изучения косоадо–котоба и падежных показателей. Ролевые коммуникативные игры по теме.

К о м м у н и к а т и в н ы е задачи: уметь рассказывать об особенностях русской и японской кухни, рассказывать и расспрашивать о вкусовых предпочтениях.

П и с ь м о : иероглифика, соответствующая теме («рыба», «мясо», «вкус» и пр.).

Г р а м м а т и к а : конструкция ことがある . Конструкции для выражения намерения совершить действия. Условные предложения (продолжение).