

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### Аналитическая геометрия

#### Цель дисциплины:

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

#### Задачи дисциплины:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

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

**владеть:**

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

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

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

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

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

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

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

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

**2. Метод координат**

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

**3. Прямая и плоскость**

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

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

#### 4. Линии и поверхности второго порядка

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

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

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

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

#### 5. Преобразования плоскости

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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. Случай 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

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

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Тенденции

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

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

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

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

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

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

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

## 2. Невероятные истории

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

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

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

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

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

## 3. Навыки жизни

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

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

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

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

Письмо: написать параграф-мнение в поддержку идеи.

#### 4. Пространство для жизни

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

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

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

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

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

#### 5. Развлечения

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

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

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

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

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

## 6. Под контролем

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

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

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

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

Письмо: написать официальное электронное письмо согласно правилам формального письма.

## 7. Амбиции

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



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

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

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

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

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

## 8. Проблема выбора

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

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

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

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

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

## 9. Внешний вид

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать интернет-блог.

## 10. Состязание и сотрудничество

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

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

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

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

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

## 11. Последствия

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

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

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

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

Разговорные клише: фразы для обсуждения проблемы при принятии решения.

Письмо: выразить извинения в формальном и неформальном электронном письме.

## 12. Влияние

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

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

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

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

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

## 13. Старое и новое

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

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

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

Грамматика: относительные придаточные предложения, причастный оборот.

Письмо: написать онлайн отзыв о недавно посещенном мероприятии.

## 14. Ночная жизнь

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

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

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

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

Письмо: написать отчет о проведенной встрече.

## 15. Медиа

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

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

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

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

Письмо: написать эссе-мнение.

## 16. Стадии жизни

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

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

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

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

Письмо: написать биографию знаменитой или вдохновляющей личности.

## 17. Общение

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

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

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

Грамматика: видовременные формы глаголов. Глаголы с предлогами.

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

## 18. Уединение (Путешествия)

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

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

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

Грамматика: эмфаза. Past Perfect.

Письмо: написать о путешествии своей мечты.

## 19. Инвестирование

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

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

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

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

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

## 20. Правила

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

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

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

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

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

## 21. Мышление

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

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

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

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

Письмо: реферирование статьи с русского на английский по теме.

## 22. Общество

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

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

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

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

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

### 23. Восприятие

Органы чувств. Чувство юмора. Ассимиляция пищевых привычек.

Коммуникативные задачи: обсудить спектакль или иное представление, или фильм. Разговор об актерах. 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Английский язык (уровень С1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**



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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне С1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Коммуникация

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

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

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

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

Фонетика: вспомогательные глаголы have, been.

Письмо: написать личное письмо другу.

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

## 2. Путешествия

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

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

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

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

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

Письмо: написать письмо жалобу.

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

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

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

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

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

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

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

Письмо: написать эссе-мнение.

#### 4. Способность к творчеству

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

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

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

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

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

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

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

#### 5. Разум

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

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

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

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

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

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

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

Чтение: распознавание фраз, используемых для логической организации текста.

## 6. Сообщество

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

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

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

Грамматика: артикли; детерминативы, квантификаторы.

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

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

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

## 7. Правила, нормы

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

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

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

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

Фонетика: ударение в многосложных словах, словах с приставками.

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

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

## 8. Старое и новое

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

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

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

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

Фонетика: интонирование предложения.

Письмо: написание в интернете обзора о недавно посещенном мероприятии.

ЕАР: причастные обороты в научно-техническом тексте.

## 9. Ночная жизнь

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

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

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

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

Фонетика: интонационное построение вежливого предложения.

Письмо: написание доклада (отчета).

ЕАР: вводные конструкции в научно-техническом тексте.

## 10. Чувства

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

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

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

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

Фонетика: интонация в вопросительных и условных предложениях.

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

ЕАР: союзные предложения в научно-технической литературе.

## 11. Средства массовой информации

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

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

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

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

Фонетика: произношение сложноподчиненных предложений.

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

ЕАР: сложноподчиненные предложения в научно-технической литературе.

## 12. Этапы жизни

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

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

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

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

Фонетика: произношение сложных прилагательных.

Письмо: написать изложение по предложенной статье.

ЕАР: сложные слова в научно-технической литературе.

## 13. Изменение

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

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

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

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

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

#### 14. Подвиги

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

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

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

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

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

#### 15. Команда

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

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



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

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

Письмо: написать предложение об улучшении работы компании.

## 16. Ответственность

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

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

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

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

Письмо: написать эссе, представляющее двусторонние аргументы.

## 17. EAP (Английский для академических целей)

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

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

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

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

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

## 18. Власть

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

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

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

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

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

## 19. Игра

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

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

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

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

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

## 20. Эмоции и рацию

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

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

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

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

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

## 21. Пластик

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

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

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

Грамматика: participle clauses (конструкции с причастием).

Письмо: написать эссе «проблема-решение».

## 22. EAP (Английский для академических целей)

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Безопасность жизнедеятельности**

#### **Цель дисциплины:**

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

Цель данной дисциплины также состоит в формировании представлений:

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

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство студентов с теоретическими основами и практическими вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами подходов и методов системного анализа сложных, комплексных, междисциплинарных проблем, к которым относится обеспечение безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, закономерностей, концепций, методов и моделей) в области БЖД;
- развитие у студентов представлений о связях и возможностях использования гуманитарных, социальных, экономических и естественнонаучных, качественных и количественных подходов и методов при анализе и решении задач обеспечения БЖД.
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области БЖД;

- формирование представлений у студентов о связи своей профессиональной деятельности и задач обеспечения БЖД;
- формирование у студентов представлений о значимости личной жизненной позиции и индивидуального поведения для обеспечения индивидуальной и коллективной безопасности, в том числе для обеспечения безопасности социума, включая такой актуальный аспект, как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

- системным подходом к анализу современных проблем обеспечения БЖД и к вопросам защиты производственного персонала и населения от возможных последствий чрезвычайных ситуаций: аварий, стихийных бедствий, катастроф;
- принципами и основными навыками безопасного поведения в быту и при осуществлении профессиональной деятельности, в частности, при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях, коррупционных нарушениях и террористических актах;
- навыками самостоятельного физического воспитания и укрепления здоровья, необходимыми для ведения здорового образа жизни.
- навыками применения основ правового регулирования в различных его отраслях в сферах, направленных на противодействие коррупции, противодействие терроризму и экстремизму.

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

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

Взаимодействие биосистем и человека современного индустриального общества с компонентами среды обитания - биосферой, техносферой и социальной средой. Человек, природа и экономика. Экологический подход к анализу потребностей человека.

Человечество и человек как большие системы. Классификация и иерархия потребностей человека. Экология, физика и безопасность жизнедеятельности.

Факторы, влияющие на безопасность жизнедеятельности.

Условия обеспечения безопасности. Гомеостаз. Динамическое состояние человеческого организма, характеризующееся полной психофизической и социальной гармонией в нормальных условиях и экстремальные условия жизнедеятельности. Критерии оценки здоровья населения и стандарты качества окружающей среды. Механизмы адаптации человеческого организма к потокам энергии, вещества и информации и пределы его выживаемости. Неспецифические реакции организма человека на внешние воздействия. Стресс.

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

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.

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 и стратегические риски России.

Понятие, факторы, сферы возникновения и классификации опасности.

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

Классификации опасности:

- по происхождению факторов: природные, социальные, военные, техногенные, экологические и смешанные;
- по механизмам реализации: физические, химические, биологические и психофизиологические (по официальному стандарту (ГОСТ 12.1.0.003-74));
- по формам проявления: стихийные бедствия (землетрясения, сели, ураганы, смерчи и др.), промышленные и транспортные аварии, случайные отравления и др.

- по видам: природная, пожарная, химическая, радиационная, промышленная, демографическая, социальная, астероидно-кометная и др.
- по локализации: опасности связанные с литосферой, гидросферой, атмосферой и космосом.
- по видам ущерба: социальным, техническим, экологическим и др.
- по масштабу распространения и размерам ущерба

Риск как мера опасности.

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

Стратегические риски России.

Состояние безопасности современной России. Стратегические риски России: в политической сфере; в экономической сфере; в социальной сфере; в научно-технической сфере; в природной и техногенной сферах. Прогноз изменения стратегических рисков России и меры по их снижению.

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. Чрезвычайные ситуации.

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.

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.
- 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.

Антропогенная деятельность, техносфера и безопасность.

Реакция организма человека в техносфере на потоки электромагнитных полей, шумов, радиации, искусственного освещения. Методы защиты. Химические угрозы Биологические угрозы: инфекционные заболевания, инвазии. Качество воздуха и питьевой воды, причины загрязнения, способы очистки. Канцерогенные вещества, пределы допустимых концентраций (ПДК), методы защиты. Экологические опасности аварийных, бытовых отходов и выбросов. Современные технологии утилизации жидких, газообразных и твердых отходов.

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

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 программы в области социально-экономического развития России и обеспечение БЖД.

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.

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.

Интенсивность смерти и гипотезы ее причинно-следственных зависимостей: генетическая, экологическая, социокультурная (для человека) и адаптационная детерминации. Возрастная зависимость интенсивности смерти и ее количественные, в том числе и параметрические, описания: приближения Гомперца, Гомперца–Мейкема и др. Интенсивность смерти и ее видовые, половые, географические и социокультурные (для человека) различия. Младенческая смертность. Историческое изменение возрастной смертности и продолжительности жизни в человеческом обществе. Взаимосвязь интенсивности смерти и возрастной структуры с общим коэффициентом смертности и средней продолжительностью жизни. Связь характеристик смертности для человека с экономическими и социально-политическими условиями, с культурным уровнем населения и уровнем развития медицины и системы здравоохранения.

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

Воспроизводство населения и демографическая безопасность как важнейшие составляющие национальной безопасности. Рождаемость в популяциях биологических видов и в человеческом обществе. Связь рождаемости и смертности с другими демографическими, социально-экономическими и экологическими характеристиками. Демографические модели и сценарии изменения численности населения. Демографический переход. Коэффициент фертильности и его связь с экономическими, культурными и социально-политическими условиями и экологическими характеристиками. Возрастная структура рождаемости и ее историческая эволюция. Фертильность и демографический переход. Целенаправленные попытки управления рождаемостью. Экономико-демографические модели воспроизводства населения. Проблемы депопуляции населения России и программы повышения рождаемости.

Перспективы и пути продления активной жизни человека

Социальные аспекты и биология продолжительности жизни. «Бессмертие» и специфические характеристики возрастной зависимости интенсивности смерти. Социально-экономические, экологические и биологические детерминанты возрастной зависимости интенсивности смерти и продолжительности жизни. Запрограммированный предел жизни, летальные нарушения синхронизации физиологических процессов как результат роста и развития (гипотеза «биологических часов») или отказы функционирования организма как следствие накопления дефектов в процессе жизнедеятельности. Модели интенсивности смерти. Современная медицина и перспективы продления жизни. Охрана материнства и детства и увеличение средней продолжительности жизни. Выбор здорового образа жизни – реальный путь к увеличению продолжительности жизни.

## 7. Актуальные проблемы обеспечения БЖД

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

Проблемы обеспечения экологической и других видов безопасности и развития, международная деятельность, документы, конвенции и соглашения в этой сфере. Опыт международного сотрудничества и совместного анализа проблем развития и обеспечения безопасности. Конференция по окружающей среде и развитию ООН (КОСР 92) в Рио-де-Жанейро: проблемы, их обсуждение, позиции сторон. Основные итоги и документы. Устойчивое развитие – два взгляда на одну проблему. Защита интересов развитых стран или необходимость перехода к ноосферному мышлению? Государственная политика различных стран и международное сотрудничество в области обеспечения устойчивого развития и экологической безопасности после Рио-де-Жанейро (КОСР 92). 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. Рассмотрение потоков вещества, свободной энергии информации - основа анализа безопасности и устойчивого развития. Эмпирический, “экономический” и “физический” подходы к моделированию будущего. Повестка на XXI век и актуальные проблемы обеспечения безопасности на глобальном и национальном уровнях.

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

Глобальные и национальные проблемы обеспечения безопасности.

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

## 8. Формирование антикоррупционного мировоззрения

Основные направления государственной политики Российской Федерации в области противодействия коррупции на современном этапе. Правовые и организационные основы противодействия коррупции. Международные стандарты государственного управления в области противодействия коррупции. Опыт ведущих иностранных государств по профилактике и противодействию коррупции.

Понятие, виды и основания юридической ответственности. Соотношение понятий коррупции и коррупционного правонарушения в законодательстве Российской Федерации. Дисциплинарная ответственность за коррупционные правонарушения. Административная ответственность за коррупционные правонарушения. Гражданско-правовая ответственность за коррупционные правонарушения.

Полномочия Президента Российской Федерации в сфере противодействия коррупции. Полномочия Федерального собрания, Правительства РФ, иных органов. Правоохранительные органы. Антикоррупционная экспертиза нормативно-правовых актов, как форма противодействия коррупции. Комиссии по соблюдению требований к служебному поведению и урегулированию конфликта интересов. Проверки по вопросам противодействия коррупции. Информационные технологии в профилактике коррупционных правонарушений.

Коррупционная преступность и иные коррупционные правонарушения. Коррупция и организованная преступность. Виды коррупционных преступлений и их юридическая характеристика (злоупотребление служебным положением, дача взятки, получение взятки, злоупотребление полномочиями, коммерческий подкуп либо иное незаконное использование физическим лицом своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства в целях получения выгоды в виде денег, ценностей, иного имущества или услуг имущественного характера, иных имущественных прав для себя или для третьих лиц либо незаконное предоставление такой выгоды указанному лицу другими физическими лицами; совершение вышеуказанных действий от имени, или в интересах юридическо-го лица)

Понятие коррупции в российском законодательстве: системообразующие элементы коррупции. Определение сущности и характерных черт коррупции как социально-правового явления. Содержание и реализация Национальной стратегии противодействия коррупции и Основные концепции к определению понятия коррупция. Система противодействия коррупции в Российской Федерации. Признаки коррупционных правонарушений на государственной и муниципальной службе. Роль антикоррупционных технологий на государственной и муниципальной службе в создании правового государства. Система государственных органов, осуществляющих противодействие коррупции и их правовое регулирование.

Причины и условия возникновения и развития коррупции в государственных органах и органах местного самоуправления. Формы проявления коррупции. Социальные, экономические и политические последствия коррупции в системе государственных и муниципальных органов.

Выявление причин и условий коррупционных проявлений: мониторинг коррупционных правонарушений в целом и отдельных их видов; разработка антикоррупционных

стандартов, препятствующих возникновению или ограничивающих интенсивность либо сферу действия явлений, способствующих совершению коррупционных правонарушений; пропаганда антикоррупционных стандартов; содействие гласности и открытости решений, принимаемых лицами, имеющими публичный статус, если иное прямо не предусмотрено законом; опубликование отчётов о состоянии коррупции и реализации мер антикоррупционной политики; антикоррупционное образование и воспитание и др.

Формы противодействия коррупции: официальное предостережение о не-допустимости совершения коррупционных правонарушений; представление органа дознания, следователя, прокурора и частного определения (постановление) суда по уголовным делам о необходимости устранения причин и условий, способствовавших совершению коррупционных преступлений; иные меры, предусмотренные законодательством.

Конституция Российской Федерации как источник права, регулирующий вопросы противодействия коррупции. Международные нормативные правовые акты как источники права, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Федеральные законы как источники права, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Нормативные правовые акты федеральных органов государственной власти, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Конституции (уставы), законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Муниципальные нормативные правовые акты, регулирующие вопросы противодействия коррупции на муниципальной службе.

Противодействие коррупции на государственной и муниципальной службе – направление реализации реформы системы государственной службы и муниципальной службы. Задачи, решаемые в процессе проведения антикоррупционной политики. Мотивы коррупционных проявлений в системе государственной службы и на муниципальной службе. Основные меры противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе. Правовые основы использования информационных технологий по профилактике коррупции.

Формирование организационных основ противодействия коррупции. Антикоррупционная экспертиза нормативных правовых актов и их проектов. Повышение подотчетности и прозрачности деятельности государственных и муниципальных служащих. Организация проведения проверки и анализа представляемых сведений о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера. Порядок проведения проверки достоверности и полноты сведений о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера. Комиссии по соблюдению требований к служебному поведению гражданских служащих и урегулированию конфликтов интересов: порядок и обеспечение их функционирования.

Развитие законодательства Российской Федерации о противодействии коррупции. Совершенствование деятельности государственных органов, органов местного самоуправления по обеспечению соблюдения государственными и муниципальными служащими ограничений и запретов, требований к служебному поведению, направленных на предотвращение и урегулирование конфликта интересов. Совершенствование кадровой работы с использованием современных информационных технологий противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе. Совершенствование мер ответственности за правонарушения коррупционной направленности.

Особенности осуществления противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе. Соблюдение служебной этики на государственной и муниципальной службе. Основные принципы управления конфликтом интересов и способы его урегулирования на государственной и муниципальной службе. Особенности методики диагностики коррупционных угроз. Судебная практика по вопросам противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе.

Дисциплинарные правонарушения коррупционной направленности. Административные правонарушения коррупционной направленности

Уголовные преступления коррупционной направленности.

Концептуальные подходы к выработке системы мер по противодействию коррупции. Механизмы эффективного взаимодействия государства и институтов гражданского общества в сфере противодействия коррупции. Зарубежный опыт противодействия коррупции в сфере государственной службы.

## 9. Террористическая опасность и борьба с терроризмом.

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

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

Правовые аспекты и меры противодействия терроризму и экстремизму в РФ

Понятие терроризма и экстремизма в российском законодательстве, терроризм как политическое явление и террористический акт как конкретное преступление. Основопологающие нормативные и правовые акты РФ в сфере противодействия терроризму и экстремизму: Указ Президента Российской Федерации от 15 февраля 2006 года № 116 «О мерах по противодействию терроризму», Федеральный закон от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ «О противодействии терроризму», Указ Президента Российской Федерации от 13.04.2010 № 460 «О Национальной стратегии противодействия коррупции и Национальном плане противодействия коррупции на 2010-2011 годы», Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2010 № 925 «О мерах по реализации отдельных положений Федерального закона «О противодействии коррупции» Федеральный закон от 7 августа 2001 года № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных

преступным путем, и финансированию терроризма». (в части, касающейся изменения основных понятий, используемых в настоящем Федеральном законе; расширения круга участников экстремистской деятельности; а также оснований включения иностранных и международных организаций в список организаций, операции с денежными средствами или иным имуществом которых подлежат обязательному контролю в случае признания их судами Российской Федерации террористическими). Федеральный закон от 25 июля 2002 года № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности», Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 153-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О ратификации Конвенции Совета Европы о предупреждении терроризма» и Федерального закона «О противодействии терроризму» (направлен на дальнейшее развитие государственной системы противодействия терроризму, на комплексное решение проблем противодействия террористической опасности в различных сферах и вносит согласованные изменения в пятнадцать действующих законов, в том числе в 4 кодекса) и другие нормативные, правовые и иные акты в сфере противодействия терроризму и экстремизму. Государственная система противодействия терроризму и экстремизму: сферы, структуры и меры противодействия терроризму и экстремизму на международном, федеральном и местном уровнях (экономические, политические, организационные и др.). Профилактические меры противодействия терроризму: опыт Советского Союза и Российской Федерации. Программы организации антитеррористической защиты в производственных организациях различного типа. Защита особо опасных объектов от террористической угрозы. Роль информационной среды в противодействии терроризму. Культура межнационального и межконфессионального общения как фактор противодействия терроризму и экстремизму.

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

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

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

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

10. Космические информационные системы - мощное средство контроля состояния и изменения природной среды и техногенных процессов.

Климат, состояние природной среды на глобальных и региональных масштабах и проблемы жизнедеятельности. Климатическая система Земли. Система «Солнце-Земля».

Роль и место авиакосмических методов и средств в системе мониторинга и контроля текущего состояния и изменения атмосферы, поверхности Земли околоземного космического пространства.

Космические информационные системы. Пассивные и активные системы дистанционного зондирования. Научные и прикладные системы космического ДЗ.

Теория переноса излучения – физическая основа космических методов ДЗ. Обзор методов решения обратных задач ДЗ применительно к проблеме восстановления параметров природной среды.

Примеры глобальных проблем, для решения которых ДЗ крайне эффективно:

- El Nino – La Nino;
- Океан;
- Глобальная температура (модели потепления);
- Взаимодействие в системе «Океан-атмосфера»;
- Атмосфера;
- Геофизика (геология, вулканология);
- Парниковый эффект;
- Озоновая проблема;
- Лесные пожары.

11. 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 и аппаратура контроля радиационной безопасности.

Тема 3

Химическая и биологическая опасность. Сильно действующие ядовитые вещества. Средства защиты и обеспечение 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.

### Требования к реферату

1. Тема реферата по курсу предлагается преподавателем, читающим лекции, каждому студенту индивидуально (или предлагается самим студентом, 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 Лопиталю;
- 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. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида.

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

#### 5. Первообразная и неопределенный интеграл

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

#### 6. Дифференциальная геометрия

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

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

## 7. Комплексные числа

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Введение в микроэлектронику. Основы схемотехники**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение студентами особенностей построения и работы аналоговых и цифровых схем.

#### **Задачи дисциплины:**

- обладать базовыми знаниями в области интегральной микроэлектроники;
- знать принципы работы основных цифровых и аналоговых интегральных схем;
- знать и уметь применять на практике метод исследования аналоговых электронных устройств, работающих в режиме малых сигналов;
- знать сущность отрицательной и положительной обратной связи (ОС) в электронных устройствах и принципы построения схем с ОС;
- уметь выполнять расчеты по обеспечению требуемого режима работы и показателей изучаемых электронных устройств;
- иметь представление о компьютерном моделировании, проектировании и оптимизации цифровых и аналоговых электронных устройств.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы, особенности и возможности интегральной схемотехники;
- методы системо- и схемотехнического проектирования на основе ИС.

##### **уметь:**

- характеризовать современные тенденции проектирования различных видов ИС;
- характеризовать специфические особенности проектирования ИС;
- анализировать аналоговые и цифровые интегральные микросхемы с использованием методов машинного проектирования.

**владеть:**

- навыками инженерного проектирования и расчета;
- навыками моделирования и экспериментального исследования интегральных схем.

**Темы и разделы курса:****1. Практика проектирования аналоговых ИС. Аналоговые и дискретные сигналы и цепи.**

Рассматривается как теоретические, так и практические аспекты разработки ИС. Кратко затрагиваются технологии изготовления. Предметом настоящей лекции является рассмотрение ряда основных теоретических положений аналоговых и дискретных сигналов и цепей.

**2. Элементная база микроэлектроники. Состав и принципы работы.**

В этой лекции рассматривается современная элементная база микроэлектроники:

активные компоненты – транзисторы, тиристоры и диоды; пассивные компоненты – резисторы, конденсаторы, индуктивность. Разбираются принципы работы и состав элементной базы микроэлектроники.

**3. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 1).**

В данной лекции приводятся основные понятия цифровой схемотехники. Рассматриваются различные цифровые схемы. Предметом этой лекции являются элементы комбинационной логики, которые составляют основу понимания работы цифровых схем. Элементы комбинационной логики: инверторы, и-не / или-не, сложные комбинационные элементы – и-или / или-и.

**4. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 2).**

В этой лекции рассматривается теоретические и практические принципы работы более сложных цифровых схем. В этой лекции рассматриваются триггеры, их классификация, способы их применения.

**5. Малосигнальный анализ в моделировании АИС. Малосигнальные эквивалентные схемы.**

Предметом настоящей лекции является рассмотрение с теоретической и практической сторон малосигнального анализа. Типы узлов: каскад с общим истоком, коэффициент усиления каскада с общим затвором, каскад с общим стоком, транзистор в диодном включении, каскод и дифференциальный усилитель.

**6. Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 1).**

В этой лекции рассматривается состав операционных усилителей, а также принципы работы базовых функциональных блоков, дифференциальных пар, источников тока и токовых зеркал.

**7. Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 2).**

Виды ОС. Основные способы обеспечения отрицательной ОС и ее влияние на показатели и характеристики усилителей аналоговых сигналов. Устойчивость усилителей, охваченных

отрицательной ОС. Оценка устойчивости усилителя на основе физических представлений (баланс амплитуд и фаз). Частотный критерий Найквиста. Запасы устойчивости.

#### 8. Проектирование компараторов напряжения.

Предметом рассмотрения этой лекции будут компараторы, основные параметры компараторов, блоки компараторов. Будут рассмотрены примеры построения предусилителя, блоков принятия решения, выходного буфера и электрических схем компараторов.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Введение в сверхпроводимость и сверхпроводниковую электронику**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов базы знаний по основам сверхпроводимости и вопросам анализа, функционирования и расчета устройств сверхпроводниковой электроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с физическими основами явления сверхпроводимости и сверхпроводниковой электроники;
- дать студентам знания в области наиболее важных практических приложений в науке, технике и технологиях;
- привить студентам навыки к развитию новых подходов к постановке и решению задач фундаментального и прикладного значения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- природу явления сверхпроводимости и физические процессы и основополагающие закономерности элементов и устройств сверхпроводниковой электроники.

##### **уметь:**

- самостоятельно ставить и решать задачи по теоретическому исследованию особенностей поведения элементов и устройств сверхпроводниковой электроники.

##### **владеть:**

- навыками проведения экспериментальных исследований физических процессов в элементах и устройствах сверхпроводниковой электроники.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Введение. Обнаружение и исследование явления сверхпроводимости

Введение. Историческая справка: обнаружение и исследование явления сверхпроводимости. Теоретические исследования: теории Лондонов, Гинзбурга-Ландау-Абрикосова-Горькова, Бардина-Купера-Шриффера. Макроскопические квантовые эффекты (квантование магнитного потока, эффекты Джозефсона). Туннельные сверхпроводниковые переходы. Практическое значение сверхпроводимости: сверхпроводниковые электронные устройства. Высокотемпературная сверхпроводимость – проблемы и перспективы.

## 2. Основные экспериментальные факты – характеристики сверхпроводимости

Отсутствие электрического сопротивления на постоянном токе в состоянии сверхпроводимости. Разрушение сверхпроводимости магнитным полем. Выталкивание магнитного потока (эффект Мейсснера). Скачок теплоемкости при переходе в сверхпроводящее состояние. Изотопический эффект.

## 3. Проникновение магнитного поля в сверхпроводник. Уравнения Лондонов

Уравнения Лондонов. Проникновение магнитного поля в сверхпроводник.

Глубина проникновения магнитного поля. Промежуточное и смешанное состояние сверхпроводников.

## 4. Термодинамика сверхпроводников

Термодинамика сверхпроводников. Фазовый переход «нормальное состояние – сверхпроводящее состояние» в отсутствие и при наличии магнитного поля. Энтропия сверхпроводника. Теплоемкость. Свободная энергия.

## 5. Теория Гинзбурга-Ландау. Длина когерентности. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода

Уравнения Гинзбурга-Ландау. Длина когерентности. Эффект близости (явления в области S-N границы). Критическое магнитное поле тонкой пленки. Критический ток тонкой пленки. Образование сверхпроводящих зародышей внутри массивного образца при уменьшении магнитного поля. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Образование зародышей вблизи поверхности образца (поверхностная сверхпроводимость).

## 6. Структура изолированного вихря в сверхпроводнике 2-го рода. Первое и второе критические поля. Смешанное состояние. Резистивное состояние

Структура изолированного вихря в сверхпроводнике 2-го рода. Первое и второе критические поля. Смешанное состояние. Динамика смешанного состояния при увеличении магнитного поля от  $H_{c1}$  до  $H_{c2}$ . Критический ток в сверхпроводниках. 2-го рода. Взаимодействие вихрей с центрами пиннинга. Резистивное состояние.

#### 7. Электрон-фононное взаимодействие. Микроскопическая теория сверхпроводимости

Микроскопическая теория сверхпроводимости. Электрон-фононное взаимодействие. Основное состояние сверхпроводника. Спектр электронных возбуждений в сверхпроводнике. Энергетическая щель. Зависимость энергетической щели от температуры.

#### 8. Квазичастичное туннелирование в структурах S-I-N и S-I-S

Квазичастичное туннелирование в структурах сверхпроводник-изолятор-нормальный металл (S-I-N) и сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник (S-I-S).

#### 9. Слабая сверхпроводимость.

Слабая сверхпроводимость. Эффекты Джозефсона.

#### 10. Сверхпроводниковые детекторы слабых электромагнитных излучений, генераторы, усилители и спектрометры

Сверхпроводниковые детекторы слабых электромагнитных излучений, генераторы и усилители. Эталон Вольта с использованием эффекта Джозефсона.

Спектроскопия электромагнитного излучения на основе эффекта Джозефсона.

#### 11. СКВИДы. Высокочувствительные измерения слабых магнитных полей

Квантование магнитного потока. Сверхпроводящие квантовые интерферометры (СКВИДы). Высокочувствительные измерения слабых магнитных полей.

#### 12. Сверхпроводниковые элементы памяти и логики

Сверхпроводниковые элементы памяти и логики. Основные виды, методы изготовления, применение.

#### 13. Высокотемпературные сверхпроводники

Использование высокотемпературных сверхпроводников в сверхпроводниковой электронике.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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) Рунге;
- 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости, признак Вейерштрасса. Признак Дирихле. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру несобственных интегралов. Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению определенных интегралов. Интегралы Дирихле и Лапласа. Интегралы Эйлера - гамма и бета-функции.

Выражение бета-функции через гамма-функцию.

#### 7. Интеграл Фурье.

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

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

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

#### 9. Преобразование Фурье обобщенных функций.

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

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Избранные вопросы теории твердого тела**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ теории твердого тела.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными методами и приближениями в теории твердого тела;
- изучение квантового характера движения электронов в сильном магнитном поле;
- рассмотрение основных явлений переноса в полупроводниках;
- исследование механизмов рассеяния носителей заряда в твердых телах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности поведения электронов в квантующих магнитных полях, основные явления переноса во внешних полях и при наличии градиента температуры с учетом нагрева электронного газа, основные механизмы рассеяния носителей заряда в твердых телах.

##### **уметь:**

- решать уравнение Шредингера в приближении эффективной массы, решать кинетическое уравнение и вычислять кинетические коэффициенты для различных явлений переноса, вычислять времена релаксации импульса и энергии электронного газа для основных механизмов рассеяния электронов в твердых телах.

##### **владеть:**

- основными методами построения теории твердого тела, теоретическими моделями, используемыми при анализе явлений переноса и механизмов рассеяния носителей заряда.

#### **Темы и разделы курса:**

### 1. Электроны в кристалле

Общие понятия о движении электронов в кристалле.

### 2. Электроны и дырки во внешних полях

Поведение электронов и дырок во внешних полях без учета рассеяния.

### 3. Квантовый характер движения электронов

Квантовый характер движения электронов и дырок в сильном магнитном поле.

### 4. Явления переноса в полупроводниках и металлах

Явления переноса в полупроводниках и металлах. Электропроводность полупроводников.

### 5. Гальваномагнитные явления

Совокупность эффектов, связанных с воздействием магнитного поля на электрические свойства проводников (металлов и полупроводников), по которым течёт электрический ток.

### 6. Явление переноса в полупроводниках

Явление переноса при наличии градиента температуры.

### 7. Механизмы рассеяния

Механизмы рассеяния носителей заряда.

### 8. Горячие электроны

Подвижные носители заряда в полупроводнике или металле, энергетическое распределение которых смещено относительно равновесного при данной температуре в сторону больших энергий.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Интерферометрия и лазерная гироскопия**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с основами интерферометрии и лазерной гироскопии, явлениями интерференции в лазерной физике, с лазерной интерферометрией и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и навыков в области задач оптической метрологии в лазерной технике, в частности задач интерферометрии и лазерной гироскопии;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин квантовой электроники;
- приобретение навыков в применении явлений интерференции в лазерной физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические принципы интерференции света, временной и пространственной когерентности, функции видности;
- основы двулучевой и многолучевой интерферометрии. Принципиальные схемы интерферометров;
- основные методы расчетов характеристик лазерных резонаторов и лазерных зеркал;
- эффекты Саньяка, Зеемана, Фарадея. Принцип действия кольцевого лазерного гироскопа.

##### **уметь:**

- рассчитать параметры пучка в лазерном резонаторе;
- рассчитать коэффициенты отражения, пропускания и фазовую анизотропию многослойного диэлектрического зеркала косоугольного падения с учетом ошибок напыления слоев;

- рассчитать спектр пропускания и отражения многослойного диэлектрического лазерного зеркала;
- рассчитать спектр мод кольцевого лазерного резонатора с учетом анизотропии резонатора и лазерных зеркал;
- рассчитать масштабный коэффициент лазерного гироскопа.

**владеть:**

- необходимой литературой и пакетами компьютерных программ (MathCad, MathLab и др.) для численного решения задач о расчете параметров резонаторов и зеркал;
- матричными методами расчета параметров лазерных резонаторов, в том числе и кольцевых гироскопических резонаторов и лазерных зеркал;
- навыками двулучевой и многолучевой интерферометрии.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы интерферометрии.

Введение. Интерференция света. Интерференция монохроматического света. Интерференционные опыты по методу деления волнового фронта. Деление амплитуды. Локализация полос. Кольца Ньютона. Интерференция квазимонохроматического света. Временная когерентность. Пространственная когерентность. Функция видности.

2. Двулучевые интерферометры. Оптическая интерференционная профилометрия. Оптическая когерентная томография (ОКТ).

Схемы двухлучевых интерферометров. Опыты Рождественского. Интерферометры Физо и Маха-Цандера. Интерферометр Майкельсона. Понятие оптической профилометрии. Сопоставление оптической профилометрии с другими профилометрическими методами.

Интерференционные микроскопы по схеме Линника. Применение интерферометров «белого света» для оптической профилометрии. Понятие оптической когерентной томографии (ОКТ). Спектральная ОКТ и применение метода в медицине и биологии.

3. Интерференционные многослойные отражающие, просветляющие и светоделительные покрытия.

Оптика тонких пленок. Конструирование интерференционных многослойных оптических покрытий. Эллипсометрические методы определения параметров тонких пленок и многослойных покрытий. Математические модели при решении обратных эллипсометрических задач. Определение показателей преломления и коэффициентов экстинкции тонких пленок.

Спектральные характеристики многослойных интерференционных покрытий. Конструирование узкополосных интерференционных фильтров. Моделирование многослойных интерференционных поляризаторов.

#### 4. Интерференционные фильтры. Интерференционные поляризаторы.

Оптика тонких пленок. Конструирование интерференционных многослойных оптических покрытий. Эллипсометрические методы определения параметров тонких пленок и многослойных покрытий. Математические модели при решении обратных эллипсометрических задач. Определение показателей преломления и коэффициентов экстинкции тонких пленок.

Спектральные характеристики многослойных интерференционных покрытий.

Конструирование узкополосных интерференционных фильтров. Моделирование многослойных интерференционных поляризаторов.

#### 5. Диэлектрические многослойные интерференционные лазерные зеркала.

Матрицы многослойников. Методы численных расчетов параметров лазерных зеркал.

Зеркала косоугольного падения. Коэффициенты отражения и пропускания. Фазовая и амплитудная анизотропия интерференционных покрытий.

Методы расчета и измерений параметров лазерных зеркал. Диссипативные потери лазерных зеркал.

#### 6. Многолучевые интерферометры. Лазерные резонаторы.

Эталон и интерферометр Фабри-Перо. Специальные оптические резонаторы.

Лазерные резонаторы, как многолучевые интерферометры. Теория Фокса и Ли, и интегральные уравнения для расчета поперечного распределения поля и дифракционных потерь в лазерных резонаторах.

Гауссовы пучки и гауссовы моды. Теория Бойда и Когельника. Уравнения для описания резонаторов с внутренней линзой.

Матричный метод расчета лазерных резонаторов. Критерий устойчивости резонаторов.

#### 7. Кольцевые гироскопические лазеры.

Поляризационный расчет анизотропных лазерных резонаторов. Вектора Джонса. Матрицы Джонса. Расчет собственных поляризаций и спектров мод в кольцевых резонаторах с неплоским контуром. Методы и устройства для измерения добротности прецизионных оптических резонаторов. Интерференционные методы измерения коэффициентов усиления и потерь в активных и пассивных лазерных резонаторах.

## 8. Приборы лазерной гироскопии и их применение.

Эффект Саньяка. Лазерные волоконные гироскопы. Кольцевой лазер в режиме измерения угловой скорости вращения. Частотная характеристика кольцевого лазерного гироскопа. Ошибки при измерении угла поворота и скорости вращения с помощью кольцевого лазерного гироскопа.

Взаимодействие встречных волн в реальных кольцевых гироскопических лазерах. Частоты генерации встречных волн кольцевых гироскопических лазеров при наличии связи.

Магнитооптические невзаимные эффекты. Продольный эффект Зеемана. Эффект Фарадея. Линеаризация частотной характеристики кольцевого лазерного гироскопа. Методы измерения порога захвата.

Конструкционные материалы и технологические особенности изготовления He-Ne лазерных гироскопов.

Применения лазерных гироскопов. Перспективы развития гироскопии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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

Бинарный поиск. 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 кэшированием. 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 *mu, mucho*. *Para* + инфинитив.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Испанский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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



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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне A1+ (A2.1);
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;

– Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

### **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лексика: рассказ о каникулах. Городская инфраструктура.

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

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

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

Лексика: покупка одежды. Выражения аргументации при выборе подарка.

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

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

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

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

Грамматика: интенсификаторы *muу, mucho* и *росо*. 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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*. Словосвязки *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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **История**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;

- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;
- понятия и термины, относящиеся к истории России;
- основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки.

Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии. Основные направления современной исторической науки. Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории. Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации. Факторы исторического развития: природно-климатический, этнический, экономический, культурно-политический. Хронология и периодизация мировой истории, ее варианты и принципы выделения этапов истории человечества, концепции исторического развития.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Квантовая механика**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания в области описания различных квантовых физических явлений и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие и непротиворечивость системы постулатов, положенных в основу квантовой теории, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение свойств точно решаемых задач-моделей квантовомеханических систем;
- изучение приближенных методов решения задач квантовой механики;
- изучение методов описания сложных систем, в том числе систем тождественных частиц;
- овладение методами квантовой механики для описания свойств различных физических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы квантовой механики, методы описания квантовых систем, связь состояний и операторов с наблюдаемыми и измеряемыми величинами;
- основные свойства точно решаемых моделей квантовых систем;
- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений;
- методы описания сложных и незамкнутых квантовых систем;
- методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;
- методы описания рассеяния частиц; описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов.

**уметь:**

- Определять энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- определять средние значения (физические величины) квантовых систем, если известны их волновые функции;
- определять состояния и классифицировать энергетические спектры частицы в симметричных потенциалах, в частности, обладающих аксиальной и центральной симметрией;
- применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей прохождения в одномерных потенциалах;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;
- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможные оптические переходы между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний.

**владеть:**

- Основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

**Темы и разделы курса:****1. Уравнение Шредингера и его свойства.**

Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представление. Временное уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности. Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Нормировка волновой функции в случае дискретного и непрерывного спектра. Стационарное уравнение Шредингера.

**2. Нестационарная теория возмущений. Представление взаимодействия.**

Представление взаимодействия. Хронологизованная экспонента. Теория квантовых переходов. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Переходы в

двухуровневой системе. Переходы в непрерывном спектре. «Золотое правило» Ферми. Внезапные и адиабатические возмущения.

### 3. Стационарная теория возмущений. Метод функции Грина.

Теория возмущений для дискретного спектра. Критерий применимости. Метод функции Грина. Поправки к состояниям и уровням энергии. Случай вырожденных уровней энергии. Правильные волновые функции нулевого приближения. Теория возмущений для непрерывного спектра, борновское приближение в теории рассеяния.

### 4. Основы релятивистской теории.

Релятивистские волновые уравнения. Уравнение Клейна–Гордона–Фока. Уравнение Дирака. Матрицы Дирака и их свойства. Релятивистская инвариантность уравнения Дирака. Орбитальный, собственный и полный момент в теории Дирака. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней атома водорода.

### 5. Системы тождественных частиц. Сложный атом.

Описание сложных систем. Сложение моментов. Коэффициенты Клебша–Гордана. Принцип тождественности (неразличимости) микрочастиц. Симметрия волновой функции относительно перестановки тождественных частиц. Фермионы и принцип Паули. Детерминант Слэтера. Бозоны. Представление чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения. Основные операторы в представлении чисел заполнения.

Атом гелия. Обменное взаимодействие. Основное и возбужденное состояния атома гелия. Пара- и ортогелий.

Приближение центрального поля в атоме. Вариационный метод. Электронные конфигурации. Термы. Правила Хунда. Тонкая структура.

### 6. Система электрических зарядов во внешнем электромагнитном поле.

Уравнение Шредингера во внешнем электромагнитном поле. Уравнение Паули. Калибровочная инвариантность. Движение электрона в однородном магнитном поле. Уровни Ландау. Эффект Зеемана.

### 7. Теория электромагнитного излучения.

Квантование свободного электромагнитного поля. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным излучением. Спонтанное и вынужденное излучение фотонов. Правила отбора.

### 8. Теория рассеяния.

Сечение рассеяния. Амплитуда рассеяния. Упругое рассеяние. Метод парциальных волн в теории рассеяния, амплитуда и фазы рассеяния. Оптическая теорема. Рассеяние тождественных частиц.

### 9. Сложение моментов.

Полный момент релятивистской частицы. Коэффициенты Клебша–Гордана.

### 10. Прием заданий.

### 11. Временная эволюция физической системы

Представление Шредингера и представление 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### Квантовая оптика

#### Цель дисциплины:

- ознакомление слушателей с основами квантовой оптики и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и навыков в области квантовой оптики;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин квантовой электроники;
- приобретение навыков в применении методов квантовой оптики в лазерной физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия квантовой теории света;
- понятие Когерентное состояние – собственное состояние оператора уничтожения, выражение через стационарные состояния, развитие во времени, координатное представление;
- понятие Сжатое состояние, определение, координатное представление, развитие во времени, сжатый вакуум, среднее число частиц и коэффициент сжатия;
- основные факты и формулы для теории излучения абсолютно черного тела-Планка, фотоэффекта Эйнштейна, эффекта Комптона;
- операторы рождения и уничтожения, оператор числа частиц, система стационарных состояний линейного осциллятора.

##### уметь:

- уметь квантовать поле и записывать его в различных представлениях;
- применять понятие силы осциллятора в решении задач по взаимодействию света с атомом;

- рассчитывать объем когерентности и фактор вырождения э-м поля;
- представлять на фазовой плоскости состояния э-м поля в различных представлениях;
- оценивать пространственную и временную когерентность и влиять на них.

**владеть:**

- теорией соответствия для атомных переходов;
- теорией вторичного квантования для различных описаний э-м поля;
- понятием динамической поляризации атома и применять его при расчете сечений поглощения и рассеяния;
- соотношением Крамерса-Кронинга для вычисления мнимой и действительной частей динамической поляризуемости;
- понятием запутанных состояний (парадоксом ЭПР) и получением и применением их в квантовой оптике.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные понятия квантовой оптики

Представление поля в виде совокупности случайных величин.

Квазимонохроматический сигнал. Функция когерентно-спектральная плотность;

- автокорреляционная функция;
- спектральная плотность.

Внутренняя модуляция. Различные режимы генерации когерентного оптического излучения.

2. Корреляционные функции первого порядка

Выражение корреляционных функций высших порядков через КФ-1 для теплового излучения.

КФ-1 как характеристика степени когерентности излучения. Длина продольной и радиус поперечной когерентности поля.

Измерение временной когерентности с помощью интерферометра Майкельсона.

Измерение пространственной когерентности с помощью интерферометра Юнга.

### 3. Квантование поля и различные представления

Объем когерентности  $V_{\text{ког}}$ . Фактор вырождения. Число фотонов в моде и в объеме когерентности.

### 4. Теорема Винера-Хинчина. Теорема Ван Циттерта - Цернике

Теорема Винера-Хинчина. Теорема Ван Циттерта - Цернике. Вывод и применение на практике.

### 5. Пространственная когерентность

Измерение пространственной когерентности второго порядка.

### 6. Канонические переменные

Уравнения, описывающие динамику канонических переменных в механике.

Скобки Пуассона и динамика произвольных функций от канонических переменных.

Схема квантования электромагнитного поля в рамках Гамильтонова формализма.

Определение канонических переменных для описания поля: переход к дискретным полевым переменным через разложение в ряд по системе собственных функций соответствующей краевой задачи выбор линейной комбинации амплитуд, оптимальной с точки зрения регистрации. Вторичное квантование.

### 7. Состояния квантовой системы в обозначениях Дирака

Состояние системы как вектор абстрактного векторного пространства разложение вектора состояния по различным базисным системам координат; представления волновой функции

«бра» и «кэт» векторы, норма вектора свойства базисов:

- полнота;

- ортонормированность.

### 8. Основные типы состояний поля

Состояния с заданным числом фотонов (энергетические). Определение: собственные состояния оператора энергии для одной моды свободного поля и оператора числа фотонов в моде  $N = a^\dagger a$ .

Среднее число фотонов в энергетическом состоянии.

## 9. Когерентные состояния

Собственное состояние оператора уничтожения. Выражение через стационарные состояния. Развитие во времени, координатное представление. Когерентные состояния. Определение: правые и левые собственные состояния операторов  $a$  и  $a^+$  для одной моды поля. Собственные значения: комплексны, образуют непрерывный спектр. Средние от нормально упорядоченных операторов в когерентном состоянии.

## 10. Собственные состояния операторов обобщенной координаты и импульса

Операторы обобщенной координаты и импульса и их собственные состояния. Связь с действительной и мнимой частью аналитического сигнала одномодового излучения.

Собственные значения и собственные состояния. Свойства координатного и импульсного базисов:

- полнота;
- непрерывность;
- ортогональность;
- нормировка.

Представление состояния с заданным импульсом в координатном базисе и представление состояния с заданной обобщенной координатой в импульсном базисе. Схематическое представление на диаграмме состояний.

## 11. Связь координатного и импульсного базисов с когерентным

Средние значения обобщенной координаты и импульса в когерентном состоянии.

Волновые функции когерентных состояний в координатном и импульсном базисах.

Распределение координаты и импульса в когерентном состоянии. Дисперсии обобщенной координаты и импульса в когерентном состоянии. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Схематическое изображение когерентных и энергетических состояний на диаграмме состояний. Временная эволюция когерентных состояний. Понятие сжатого света.

Дисперсии координаты и импульса в энергетическом состоянии. Координатное представление энергетических состояний.

## 12. Атом и его квантовая природа

Атом по Бору. Дискретные и непрерывные спектры атома водорода. Принцип соответствия, сила осциллятора и правило сумм .

## 13. Поляризуемость атома

Смещение электронной плотности в атомах, молекулах, ионах относительно атомных ядер частиц под действием внешнего электрического поля.

## 14. Поляризационное тормозное излучение и динамическая поляризация атома

Метод эквивалентных фотонов Ферми. Сечение ПТИ через эквивалентные фотоны и сечение рассеяния.

## 15. Опыты по обнаружению гравитационных волн

Квантовый предел точности измерений . Квантовонеразрушающие измерения.

## 16. Наблюдение фотона без его уничтожения

Эксперимент на основе трех R .

## 17. ЭПР парадокс и его следствия

Предложение Боба. Неравенства Бэлла. Запутанные состояния и квантовый компьютер.

## 18. Квантование поля

Квантование поля и различные представления. Примеры и решения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Квантовая электроника**

#### **Цель дисциплины:**

- овладение теоретическими и практическими принципами работы и построения различных типов лазеров, применяемых для решения различных физических и технологических задач в современном мире.

#### **Задачи дисциплины:**

- освещение роли различных типов лазеров в современном мире;
- теоретическое изучение основ физики лазеров и принципов их построения;
- выполнение практических работ, направленных на закрепление полученных теоретических знаний;
- овладение базовыми знаниями в области работы с лазерами различных типов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы работы различных типов лазеров и области их применения;
- основные понятия лазерной физики на русском и английском языках, что позволяет понимать профессиональную литературу.

##### **уметь:**

- применять физические и математические методы для описания работы лазеров различного типа;
- эксплуатировать различную исследовательскую и испытательную аппаратуру, в т.ч. специализированную;
- работать и решать поставленные задачи в небольшом исследовательском коллективе;
- представлять результаты проделанной работы.

**владеть:**

- методами работы со специализированным оборудованием;
- способами настройки и эксплуатации лазерной техники.

**Темы и разделы курса:****1. Предмет квантовой электроники и история ее становления.**

Изложение истории становления квантовой электроники как современной отрасли науки, техники и технологии. Развитие предмета квантовой электроники на различных этапах становления. Освещение современного положения предмета, областей его применения и связи с другими отраслями науки и техники. Самостоятельное изучение дополнительной литературы.

**2. Физические основы квантовой электроники. Ширина и форма спектральных линий.**

Изложение физических принципов формирования излучения в различных средах. Формирование представлений об основных свойствах колебательной природы излучения, его спектральных свойствах. Описание физических основ процесса излучения. Изучение различных активных сред, коэффициента усиления, достигаемого с их помощью. Закрепление пройденного материала с помощью решения задач самостоятельно и на занятиях с преподавателем.

**3. Квантовые усилители и генераторы. Методы создания инверсной населенности.**

Изучение лазеров и мазеров как квантовых генераторов. Формирование представлений о квантовых усилителях. Описание различных методов создания инверсной населенности. Ознакомление с лазерами в лабораторных условиях. Самостоятельное закрепление материала.

**4. Типы лазеров (твердотельные, газовые, волоконные, полупроводниковые).**

Освещение основных типов лазеров (твердотельных, газовых, волоконных, полупроводниковых), областей их применения, преимуществ и недостатков. Выполнение лабораторных работ, направленных на ознакомление с различными типами лазеров и методов работы с ними. Выполнение работы на закрепление материала самостоятельно и с преподавателем.

**5. Резонаторы. Пространственные и угловые характеристики излучения лазеров.**

Изучение резонатора как основной составляющей лазера, его функций и влияния на формирование излучения лазера. Методы селекции продольных и поперечных типов колебаний. Проведение лабораторных работ, включающих в себя расчет резонатора для различных типов лазеров. Самостоятельное решение расчетных задач.

6. Динамика излучения лазеров. Кинетические уравнения. Одномодовый и многомодовый режим.

Подробное изучение физических процессов, происходящих в лазере во время его работы. Применение кинетических уравнений для описания этих процессов. Изучение работы лазера в одномодовом и многомодовом режимах генерации. Выполнение самостоятельных и лабораторных работ, направленных на закрепление изложенного материала.

7. Методы управления излучением лазера. Модуляция добротности.

Формирование понятий о методах управления лазерным излучением. Изучение модуляторов и метода модуляции добротности. Выполнение различных лабораторных работ, направленных на ознакомление с различными методами (в т.ч. акустооптическими модуляторами и методом модуляции добротности). Самостоятельное решение задач.

8. Основные нелинейно-оптические эффекты и их применение. Генерация гармоник.

Изучение нелинейно-оптических эффектов, таких как вынужденные рассеяния: комбинационное, Манделштам-Бриллюэновское, самофокусировка. Их применения в различных областях. Генерация гармоник в лазерах на основе нелинейных эффектов.

9. Метод синхронизации мод. Генерация сверхкоротких (фемтосекундных) лазерных импульсов.

Теоретическое изложение метода синхронизации мод и его применения. Изучение методов получения сверхкоротких импульсов, их применения и актуальности в современной физике. Выполнение под руководством преподавателя лабораторной работы по получению сверхкоротких импульсов.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Корпоративные информационные системы**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство студентов с основными типами современных корпоративных информационных систем, их назначением и особенностями применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать первичные навыки моделирования в предметной области и бизнес-процессах с использованием различных методологий и графических нотаций.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные типы современных корпоративных информационных систем, их назначение и особенности применения.

##### **уметь:**

- моделировать предметные области и бизнес-процесс с использованием различных методологий и графических нотаций.

##### **владеть:**

- навыками оценки экономического эффекта от внедрения корпоративных информационных систем.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Базовые понятия о корпоративных информационных системах (КИС).

Основные определения, способы классификации КИС, назначение, область применения, варианты реализации. Отличия корпоративных информационных систем от ПО для индивидуального использования. Транзакционно-учетные системы, хранилища данных, бизнес-аналитика, системы электронного документооборота, электронные архивы,

корпоративные поисковые системы и приложения, основанные на поиске, ERP, ECM, DWH, BI, CRM, SCM, PLM, BPMS. Понятие об архитектуре корпоративных информационных систем, задачи интеграции информационных систем, управление нормативной справочной информацией.

## 2. Введение в теорию организаций.

Организации как открытые социально-экономические системы, виды организационных структур (функциональные иерархии, матричные, сетевые и т.п.), информационные потоки в организациях, понятие о корпоративной культуре, методы исследования организационных структур, междисциплинарные подходы к изучению организаций.

## 3. Описание предметных областей.

Структурное и объектное моделирование, модели сущность-связь, корпоративные онтологии и таксономии.

## 4. Основы моделирования и анализа бизнес-процессов.

Цели и задачи моделирования, нотации IDEF0, DFD, eEPS, BPMN, матрица ответственности, метрики бизнес-процессов.

## 5. Разработка ПО КИС.

Основные этапы в разработке ПО корпоративных информационных систем, понятие жизненного цикла, стандарты разработки ПО. Водопадная и спиральная модели ЖЦ, модель зрелости организации в процессах разработки ПО.

## 6. Основы методологий внедрения КИС.

Базовые сведения об управлении проектами в области внедрения КИС, основные факторы успеха, риски проектов, управление преобразованиями, социально-психологические аспекты внедрения КИС.

## 7. Экономическая эффективность КИС.

Оценка возврата инвестиций (ROI), совокупная стоимость владения (ТСО), функционально-стоимостной анализ (АВС), связь со стратегическими целями организации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Лабораторный практикум по квантовой электронике**

#### **Цель дисциплины:**

- овладение теоретическими и практическими принципами работы и построения различных типов лазеров, применяемых для решения различных физических и технологических задач в современном мире.

#### **Задачи дисциплины:**

- освещение роли различных типов лазеров в современном мире;
- теоретическое изучение основ физики лазеров и принципов их построения;
- выполнение практических работ, направленных на закрепление полученных теоретических знаний;
- овладение базовыми знаниями в области работы с лазерами различных типов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы работы различных типов лазеров и области их применения;
- основные понятия лазерной физики на русском и английском языках, что позволяет понимать профессиональную литературу.

##### **уметь:**

- применять физические и математические методы для описания работы лазеров различного типа;
- эксплуатировать различную исследовательскую и испытательную аппаратуру, в т.ч. специализированную;
- работать и решать поставленные задачи в небольшом исследовательском коллективе;
- представлять результаты проделанной работы.

**владеть:**

- методами работы со специализированным оборудованием;
- способами настройки и эксплуатации лазерной техники.

**Темы и разделы курса:****1. Предмет квантовой электроники и история ее становления.**

Изложение истории становления квантовой электроники как современной отрасли науки, техники и технологии. Развитие предмета квантовой электроники на различных этапах становления. Освещение современного положения предмета, областей его применения и связи с другими отраслями науки и техники. Самостоятельное изучение дополнительной литературы.

**2. Физические основы квантовой электроники. Ширина и форма спектральных линий.**

Изложение физических принципов формирования излучения в различных средах. Формирование представлений об основных свойствах колебательной природы излучения, его спектральных свойствах. Описание физических основ процесса излучения. Изучение различных активных сред, коэффициента усиления достигаемого с их помощью. Закрепление пройденного материала с помощью решения задач самостоятельно и на занятиях с преподавателем.

**3. Квантовые усилители и генераторы. Методы создания инверсной населенности.**

Изучение лазеров и мазеров как квантовых генераторов. Формирование представлений о квантовых усилителях. Описание различных методов создания инверсной населенности. Ознакомление с лазерами в лабораторных условиях. Самостоятельное закрепление материала.

**4. Типы лазеров (твердотельные, газовые, волоконные, полупроводниковые).**

Освещение основных типов лазеров (твердотельных, газовых, волоконных, полупроводниковых), областей их применения, преимуществ и недостатков. Выполнение лабораторных работ, направленных на ознакомление с различными типами лазеров и методов работы с ними. Выполнение работы на закрепление материала самостоятельно и с преподавателем.

**5. Резонаторы. Пространственные и угловые характеристики излучения лазеров.**

Изучение резонатора как основной составляющей лазера, его функций и влияния на формирование излучения лазера. Методы селекции продольных и поперечных типов колебаний. Проведение лабораторных работ, включающих в себя расчет резонатора для различных типов лазеров. Самостоятельное решение расчетных задач.

6. Динамика излучения лазеров. Кинетические уравнения. Одномодовый и многомодовый режим.

Подробное изучение физических процессов, происходящих в лазере во время его работы. Применение кинетических уравнений для описания этих процессов. Изучение работы лазера в одномодовом и многомодовом режимах генерации. Выполнение самостоятельных и лабораторных работ, направленных на закрепление изложенного материала.

7. Методы управления излучением лазера. Модуляция добротности.

Формирование понятий о методах управления лазерным излучением. Изучение модуляторов и метода модуляции добротности. Выполнение различных лабораторных работ, направленных на ознакомление с различными методами (в т.ч. акустооптическими модуляторами и методом модуляции добротности). Самостоятельное решение задач.

8. Основные нелинейно-оптические эффекты и их применение. Генерация гармоник.

Изучение нелинейно-оптических эффектов, таких как вынужденные рассеяния: комбинационное, Манделштам-Бриллюэновское, самофокусировка. Их применения в различных областях. Генерация гармоник в лазерах на основе нелинейных эффектов.

9. Метод синхронизации мод. Генерация сверхкоротких (фемтосекундных) лазерных импульсов.

Теоретическое изложение метода синхронизации мод и его применения. Изучение методов получения сверхкоротких импульсов, их применения и актуальности в современной физике. Выполнение под руководством преподавателя лабораторной работы по получению сверхкоротких импульсов.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Лабораторный практикум по нанодиагностике**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с работой приборов нанодиагностики и подготовка к применению полученных знаний и навыков в самостоятельной практической работе по проектированию и изготовлению наносистем.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение учащимися практических умений и навыков в области нанодиагностики;  
- подготовка слушателей к применению полученных знаний и навыков в самостоятельной практической работе.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методику проведения измерений на растровом электронном микроскопе, атомно-силовом микроскопе, оптическом микроскопе, эллипсометре, рентгеновском дифрактометре, просвечивающем электронном микроскопе.

##### **уметь:**

- применять изученные методики для работы с оборудованием и проведения измерений толщин тонких пленок, размерных параметров нанообъектов.

##### **владеть:**

- теоретическими основами работы на растровом электронном микроскопе, атомно-силовом микроскопе, оптическом микроскопе, эллипсометре, рентгеновском дифрактометре, просвечивающем электронном микроскопе умением работать на указанном оборудовании.

#### **Темы и разделы курса:**

### 1. Растровый электронный микроскоп

Лабораторная работа: "Изучение и применение растрового микроскопа для исследования микро- и наносистем".

### 2. Атомно-силовой микроскоп

Лабораторная работа: "Изучение и применение атомно-силового микроскопа для исследования микро- и наносистем".

### 3. Оптический микроскоп

Лабораторная работа: "Изучение и применение оптического микроскопа для исследования микро- и наносистем".

### 4. Эллипсометр

Лабораторная работа: "Изучение и применение эллипсометра для исследования микро- и наносистем".

### 5. Рентгеновский дифрактометр

Лабораторная работа: "Изучение и применение рентгеновского дифрактометра для исследования микро- и наносистем".

### 6. Просвечивающий электронный микроскоп

Лабораторная работа: "Изучение и применение просвечивающего электронного микроскопа для исследования микро- и наносистем".

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Лабораторный практикум по твердотельной электронике**

#### **Цель дисциплины:**

- дать углубленные специализированные знания, необходимые для выполнения научных исследований в рамках дипломных проектов бакалавров и магистров, направленных на изучение новых физических эффектов в твердом теле, применимых для создания новых электронных устройств. При этом основной акцент делается на физику полупроводников и некоторые методы теоретического описания наиболее значимых явлений в твердом теле.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с физическими основами явления сверхпроводимости и сверхпроводниковой электроники;
- дать студентам знания в области наиболее важных практических приложений в науке, технике и технологиях;
- привить студентам навыки к развитию новых подходов к постановке и решению задач фундаментального и прикладного значения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- природу явлений проводимости в твердом теле и его электронных свойств, а также основные методы теоретического описания основополагающих электрофизических свойств твердых тел.

##### **уметь:**

- самостоятельно ставить и решать задачи по теоретическому исследованию особенностей;
- ставить и решать задачи по теоретическому исследованию особенностей электронных явлений в твердых телах.

##### **владеть:**

- навыками и методами теоретического исследования основных параметров электронных свойств твердых тел.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Систематика электронных состояний в кристаллах.

Квазичастицы. Адиабатическое приближение. Кулоновское взаимодействие и приближение самосогласованного поля. Волновые функции электронов в периодическом потенциале, теорема Блоха. Квазиимпульс, обратная решетка, зона Бриллюэна.

#### 2. Электронная зонная структура.

Приближение почти свободных электронов. Приближение сильно связанных электронов. Функции Ваннье. Электронный спектр металлов, полупроводников, диэлектриков. Прямозонные и непрямоzonные полупроводники. Плотность состояний. Динамика блоховского электрона. Эффективная масса и кр-приближение.

#### 3. Приближение эффективной массы в полупроводниках.

Уравнение Шредингера для электронов в методе эффективной массы. Электронная структура примесных атомов. Экситоны Ваннье-Мотта. Уравнение движения электрона в кристалле. Дырки.

#### 4. Статистическое распределение электронов и дырок в полупроводниках.

Металлы: вырожденный электронный газ. Полупроводники: невырожденный электронный газ. Собственные и примесные полупроводники. Компенсированные полупроводники. Температурная зависимость концентрации электронов и дырок и уровня Ферми в полупроводниках. Зависимость концентрации электронов и дырок от концентрации глубокой примеси.

#### 5. Кинетическое уравнение Больцмана.

Кинетическое уравнение Больцмана. Условия применимости. Интеграл столкновений. Взаимодействие носителей заряда с точечными дефектами, фононами и между собой. Время упругого рассеяния и длина свободного пробега, тау-приближение.

#### 6. Статические кинетические свойства металлов и полупроводников.

Электропроводность электронного газа в металлах и полупроводниках. Формула Друде для электропроводности. Вклад электронного газа в термоэлектрические эффекты и теплопроводность.

#### 7. Диэлектрическая проницаемость твердого тела.

Диэлектрическая проницаемость твердого тела. Вычисление линейного отклика по теории возмущений. Пространственная и временная дисперсия. Формула Линдхарда для диэлектрической проницаемости. Предельные случаи: экранирование статического поля, плазменные колебания. Коновская аномалия, фриделевские осцилляции.

#### 8. Кинетические явления в магнитном поле.

Эффект Холла и продольное магнетосопротивление. Классически слабые и сильные магнитные поля.

## 9. Разогрев электронного газа в электрическом поле.

Время рассеяния энергии, длина энергетической релаксации. Горячие электроны, электронная температура.

## 10. Основные эффекты в полупроводниках в сверхсильных электрических полях.

Основные эффекты в полупроводниках в сверхсильных электрических полях.

Лавинное размножение носителей и его основные характеристики. Межзонное туннелирование.

## 11. Контактные явления. Неоднородные электронные системы.

Условия равновесия контактирующих проводников. Электронное сродство, работа выхода и контактная разность потенциалов. Распределение концентрации электронов и электрического поля вблизи контактов металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Длина экранирования электрического поля. Вольтамперная характеристика p-n перехода и ее физическая интерпретация. Размерное квантование и низкоразмерные электронные системы.

## 12. Сверхпроводимость.

Сверхпроводимость. Экранирование межэлектронного взаимодействия электронами и ионами и эффективное притяжение между электронами. Спектр элементарных возбуждений в сверхпроводнике. Незатухающий ток.

## 13. Рекомбинация неравновесных носителей в полупроводниках.

Рекомбинация неравновесных носителей в полупроводниках.

Межзонная излучательная рекомбинация, примесная рекомбинация (рекомбинация Холла-Шокли-Рида), межзонная Оже-рекомбинация. Зависимость скорости рекомбинации Холла-Шокли-Рида от концентрации рекомбинационных центров при слабом отклонении полупроводника от равновесного состояния.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Материаловедение наноструктурированных материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических и химических свойств наноматериалов и ознакомление с принципами работы приборов на их основе.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с электронными свойствами полупроводниковых наноматериалов;
- знакомство с принципами работы наноэлектронных приборов на основе полупроводниковых материалов;
- знакомство с химическими свойствами наноструктурированных материалов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы описания физических свойств наноразмерных материалов;
- принципы работы электронных приборов на основе полупроводниковых наноструктур (полевые транзисторы, полупроводниковые лазеры).

##### **уметь:**

- анализировать работу современных приборов на основе наноструктур.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями, используемыми для описания физических свойств наноструктурированных материалов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Общие представления об изменении свойств твердых тел при переходе от макро- к наномасштабу.

Влияние конечного размера кристалла на электронный спектр. Размерное квантование и его экспериментально измеряемые проявления. Электрическое сопротивление наноструктур. Спектры оптического поглощения и люминесценции наноматериалов. Химическая активность наноматериалов.

2. Принципы работы полевых транзисторов и законы масштабирования.

Эффект поля в полупроводниках. Устройство МДП - транзистора и его характеристики. Технологические операции для создания полевого транзистора на основе кремния: литография, нанесение тонких диэлектрических слоев, легирование, металлизация (обзорно). Схема логического инвертора на основе МДП-транзисторов. Связь максимальной частоты переключения с длиной канала и подвижностью носителей заряда. Зависимости максимальной частоты переключения, напряжения питания и мощности тепловыделения от размера транзистора (законы масштабирования).

3. Ограничения законов масштабирования и новые материалы для полевых транзисторов.

Ограничения законов масштабирования и новые материалы для полевых транзисторов. Эффекты, ограничивающие рост предельной частоты переключения полевых нанотранзисторов: снижение высоты барьера напряжением стока, паразитные емкости, туннельные токи утечки через диэлектрик. Проблема энерговыделения и теплоотвода в быстродействующих интегральных схемах. Ограничение подвижности носителей заряда, связанное с рассеянием на легирующих примесях. Новые материалы с высокой электронной подвижностью. Транзисторы на основе объемных соединений  $A_3B_5$ . Проблема омического контакта и различия электронной и дырочной подвижности. Транзисторы с высокой подвижностью электронов на двумерных электронах. Электронные свойства графена и нанотрубок, квази-релятивистский закон дисперсии электронов, подавление обратного рассеяния как причина высокой электронной подвижности. Экспериментальные методы получения графена. Межзонное туннелирование в графене и проблема закрытого состояния в транзисторах на основе графена. Модификации графена, обладающие запрещенной зоной: двухслойный графен и наноленты. Гетероструктуры на основе слоистых материалов ( $MoS_2$ ,  $BN$ ,  $WS_2$ ) и туннельные транзисторы на их основе.

4. Новые материалы для межсоединений в интегральных схемах.

Новые материалы для межсоединений в интегральных схемах. Оптические и плазмонные межсоединения. Электрическое сопротивление тонких металлических межсоединений. Модель распространения электрического сигнала по RC-цепочке и задержки, вносимые межсоединениями. Фотонные волноводы на основе структур «кремний на изоляторе» для межсоединений на кристалле и ограничения в их масштабируемости. Понятие о плазмонных волноводах, проблема компенсации потерь плазмонов.

5. Полупроводниковые наноструктуры для лазерных применений.

Лазеры на квантовых ямах и квантовые каскадные лазеры. Инверсная населенность в полупроводниках и необходимое условие лазерной генерации. Полупроводниковый лазер на основе сильно легированного p-n-перехода, пороговый ток лазерной генерации. Лазеры на основе гетероструктур и их преимущества: локализация поля, снижение токов утечки. Лазеры на основе квантовых ям и управление частотой межзонного перехода с помощью размерного квантования. Полупроводниковые сверхрешетки и их электрические свойства.

Туннелирование в сверхрешетках. Возможность усиления электромагнитного излучения при переходах между подзонами размерного квантования. Квантовые каскадные лазеры.

#### 6. Лазерные наноструктуры для генерации терагерцового излучения.

Проблема генерации и детектирования терагерцового излучения («терагерцовая щель»). Квантовые каскадные структуры с близко расположенными уровнями для терагерцовой лазерной генерации. Возможность терагерцовой лазерной генерации в узкощелевых и бесщелевых полупроводниках (графен, HgTe). Усиление рекомбинации в узкощелевых полупроводниках и поглощение на свободных электронах как основные проблемы создания терагерцовых лазеров. Подход к генерации терагерцового излучения со стороны радиоэлектронных приборов. Полупроводниковые приборы с высокочастотной отрицательной проводимостью: резонансно-туннельные диоды, пролетные диоды. Плазменные неустойчивости в полевых транзисторах с высокой электронной подвижностью и их использование для генерации терагерцового излучения.

#### 7. Механические свойства материалов.

Наноэлектромеханические системы. Изменение механических свойств материалов при переходе к наномасштабу. Собственные частоты колебаний закрепленной балки. Наномеханические системы для детектирования высокочастотных сигналов: упрощенная RCL – модель. Наноэлектромеханические системы на основе графена.

#### 8. Основы химии наноматериалов.

Материалы для химических сенсоров. Химическая активность наноматериалов и их применения для катализа. Химические сенсоры на основе наноструктур. Изменение электрических и оптических свойств наноматериалов при адсорбции на поверхности. Химически чувствительные полевые транзисторы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Материалы квантовой электроники**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с основами выбора и принципами использования материалов квантовой электроники и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических и конкретных знаний о свойствах активных и пассивных материалов, используемых при создании газовых, твердотельных и полупроводниковых лазеров и приборов на их основе, физических принципах, лежащих в основе подбора таких материалов;
- приобретение знаний в области особенностей получения материалов квантовой электроники с заданными свойствами, необходимыми для создания лазеров различных типов и различного назначения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы формирования электронных уровней изолированных атомов, молекул, примесных кристаллов и полупроводников;
- схему энергетических уровней атома водорода и его спектр;
- идеи формирования электронных оболочек многоэлектронных атомов;
- схему энергетических уровней неон - гелиевого лазера и его особенности;
- особенности спектров элементов с незаполненными d- и f- оболочками и их использование в лазерах;
- свойства основных материалов для твердотельных лазеров: рубина, алюмо-иттриевого граната с неодимом, корунда с титаном;
- специфику использования полупроводников для генерации лазерного излучения;
- примеры эффективных волоконных лазеров с диодной накачкой;

- примеры использования лазерных материалов для генерации УФ видимого и ИК излучения.

**уметь:**

- выбирать необходимые материалы для разработки лазеров различного назначения;
- использовать различные материалы для создания оптических схем, трактов, вспомогательных элементов, в том числе многослойных диэлектрических зеркал, фотоприемников, в лазерных приборах различного назначения;
- оценивать возможности использования различных материалов квантовой электроники в поставленных задачах.

**владеть:**

- навыками работы с научно-технической литературой в области материалов квантовой электроники;
- математическим аппаратом, необходимым для проведения исследований различных материалов;
- методами оптических измерений свойств материалов квантовой электроники.

**Темы и разделы курса:**

1. Роль активных, нелинейных, управляющих материалов в лазерах различных типов

Роль активных, нелинейных, управляющих и других сред и материалов в лазерах различных типов.

2. Спектральные свойства атомов, молекул и кристаллов. Атом водорода

Спектральные свойства различных атомов, молекул и кристаллов. Атом водорода. Уровни энергии и волновые функции. Правила отбора. Тонкая структура спектральных линий атома водорода. Спектры водородоподобных ионов.

3. Многоэлектронные атомы. Спектральные термы. Тонкая структура термов

Многоэлектронные атомы. Самосогласованное поле. Электростатическое и спин-орбитальное взаимодействие электронов в атомах. Спектральные термы. Тонкая структура термов.

4. Периодическая система элементов. Элементы переходных групп с частично незаполненными оболочками

Спектры многоэлектронных атомов. Атом гелия. Периодическая система элементов. Обзор спектров элементов различных групп периодической системы. Роль элементов с незаполненными d и f-оболочками как активных ионов твердотельных лазеров.

5. Эффекты Штарка и Зеемана

Взаимодействие атомов с внешними электрическим и магнитным полями. Эффекты Штарка и Зеемана. Расщепление спектральных линий.

#### 6. Уширение спектральных линий

Уширение спектральных линий переходов в атомах в газообразном и конденсированном состояниях. Уширение линий в кристаллах.

#### 7. Активные материалы для твердотельных лазеров (ТТЛ)

Активные материалы для твердотельных лазеров: рубин, алюмо-иттриевый гранат с неодимом, корунд с титаном и др. Основные особенности.

#### 8. Безызлучательная релаксация электронных уровней и передача энергии возбуждения

Безызлучательная релаксация энергии возбуждения в активированных кристаллах. Её роль в лазерах. Безызлучательная передача энергии возбуждения от одних ионов (атомов) другим. Кристаллы, коактивированные хромом и неодимом как активные элементы твердотельных лазеров. Концентрационное тушение люминесценции.

#### 9. Физические свойства лазерных кристаллов

Основные физические свойства кристаллов для твердотельных лазеров: теплопроводность, термооптические характеристики, стойкость к лазерному излучению.

#### 10. Многослойные диэлектрические покрытия

Показатель преломления прозрачных материалов. Многослойные диэлектрические покрытия в лазерах различных типов. Методы их получения.

#### 11. Материалы для полупроводниковых лазеров

Металлы, полупроводники и диэлектрики. Особенности их спектральных и физических свойств. Материалы для полупроводниковых лазеров, структуры и конструкции таких лазеров, основные параметры и перспективы.

#### 12. Жидкости в квантовой электронике

Жидкости в квантовой электронике: неорганические неодим-содержащие соединения, растворы органических красителей, охлаждающие жидкости. Лазерные стёкла, активированные неодимом и эрбием. Лазеры на стеклах. Волоконно-оптические лазеры и усилители.

#### 13. Специфика требований к материалам ТТЛ с диодной накачкой

Материалы для лазеров с диодной накачкой: специфика накачки, требования к материалам. Особенности лазеров с диодной накачкой.

#### 14. Материалы для фемтосекундных лазеров

Лазерные материалы для генерации фемтосекундных импульсов: титан-сапфир, форстерит, гранат с хромом +4.

#### 15. Среды для УФ и ВУФ лазеров

Лазерные материалы для УФ и ВУФ лазеров.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Методы математической статистики**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение методов математической статистики.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными методами математической статистики;
- изучение особенностей применения методов математической статистики;
- изучение нескольких вариантов программной реализации методов математической статистики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы описания методов математической статистики.

##### **уметь:**

- применять методы математической статистики к решению практических задач.

##### **владеть:**

- теоретической базой математической статистики.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение

Повторение основ теории вероятности.

2. Понятие о случайных величинах

Многомерные случайные величины.

### 3. Элементы математической статистики

Точечные оценки параметров. Доверительные интервалы. Статистические критерии.

### 4. Точечные оценки

Построение точечных оценок параметров в различных пакетах программ.

### 5. Доверительные интервалы

Построение доверительных интервалов в различных пакетах программ.

### 6. Применение компьютерных программ

Проверка статистических критериев в различных пакетах программ.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Методы прикладного физического анализа**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение методов прикладного физического анализа (на примере методологий, применяемых в научном направлении «Квантовая фотосенорика»).

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с основными физическими материалами и методами их синтеза при создании устройств регистрации электромагнитного излучения;
- изучение принципов создания современных фотосенсорных структур;
- ознакомление с новым поколением фотонных матриц ИК-диапазона.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные подходы к созданию современных квантовых фотосенсорных устройств и методологию разработок в этой области;
- современный уровень разработок в этой области науки и техники;
- основные области применения квантовых фотосенсорных устройств в различных отраслях науки и техники;
- вклад основных отечественных и иностранных разработчиков в решение проблем квантовой фотосенсорики.

##### **уметь:**

- выбрать оптимальную структуру построения фотонной матрицы и спрогнозировать ее базовые параметры;
- выбрать оптимальный материал для построения фотонной матрицы;
- найти требуемый материал в литературных источниках и других базах данных.

**владеть:**

- основными теоретическими подходами к проектированию квантовых фотосенсорных устройств;
- навыками применения базовых знаний теории и методов математических и физических исследований при физическом проектировании квантовых фотосенсорных устройств.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Оптические свойства атмосферы.

Оптические свойства атмосферы. Особенности пропускания и поглощения.

## 2. Естественные и искусственные источники излучения.

Естественные и искусственные источники излучения. Небесный фон в видимой и ИК-областях спектра. Космический фон.

## 3. Фотосенсорика. Принципы регистрации электромагнитного излучения.

Фотосенсорика.

## 4. Фоточувствительный материалы.

Фоточувствительный материалы. Система требований к параметрам. Твердые растворы, бинарные соединения, моноатомные полупроводники.

## 5. Фоточувствительные структуры.

Фоточувствительные структуры. Система параметров.

## 6. Фотосенсорные устройства.

Три поколения фотосенсорных устройств. Фотонные матрицы.

## 7. Квантоворазмерные структуры.

Квантоворазмерные структуры. Особенности строения, применение.

## 8. Фотонные матрицы.

Квантоворазмерные структуры. Устройство и применение.

## 9. Заключение.

Основные области применения изделий фотосенсорики.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Методы решения инженерных и изобретательских задач**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение типовых подходов к решению инженерно - технических задач и оформления результатов в виде объектов промышленной и интеллектуальной собственности.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области методов и существующих методик решения инженерных задач;
- приобретение теоретических знаний в области классификации объектов промышленной и интеллектуальной собственности;
- приобретение навыков коллективного решения инженерных задач;
- приобретение навыков оформления результатов решения инженерных задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы классификации инженерных и научных задач;
- существующие методы решения инженерных задач;
- методы поиска научно – технической информации в сети, включая патентную информацию;
- требования, предъявляемые к заявкам на изобретения в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- основы ТРИЗ.

##### **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;
- оформлять результаты решения инженерных задач в виде заявок на изобретения;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических и инженерных задач;
- технологиями патентного поиска на существующих интернет – ресурсах;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой решения прикладных инженерных задач;
- навыками организации коллективной работы над инженерной задачей.

**Темы и разделы курса:**

1. Роль правильной формулировки инженерной задачи.

Объекты, их свойства, значения свойств. Применение объектов. Онтология «объект – свойство – значение». Мнемонические методы описания инженерных задач.

2. Способ как последовательность действий.

Применение объектов, описываемое в терминах способа. Повышение и понижение уровня абстракции при решении инженерных задач.

3. Прямая задача.

Применение эффектов и инженерных решений для решения инженерных задач. Методы ТРИЗ. Стандарты решения изобретательских задач по Альтшуллеру. Методы проверки решения на предельных случаях.

Доказательство эффективности работы решения.

4. Применение математических абстракций при решении инженерных задач.

Применение теории множеств. Применение теории игр.

5. Обратная задача.

Применение объектов и эффектов для новых инженерных задач. Генерация новых инженерных задач под имеющееся инженерное решение.

6. Семантическое описание.

Описание семантической картины предметной области.

7. Метод мозгового штурма.

Метод «встречного» решения проблемы.

8. Патент, как метод описания решения инженерной задачи.

Структура заявки. Особенности написания формулы изобретения. Многозвенные формулы.

9. Полезная модель и Know – how.

Особенности защиты алгоритмов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Метрологическое обеспечение наноэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- получение базовых теоретических знаний в области метрологии современного производства изделий микро и нано электроники, более глубокое изучение физических методов, методик измерения и оборудования, применяемых в современном производстве, а также методов обработки данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение физических принципов, лежащих в основе построения современных измерительных систем для производства изделий наноэлектроники;
- изучение методологии построения схем контроля для различного типа технологических процессов;
- получение навыков работы на контрольно-измерительном и физико-аналитическом оборудовании в условиях реального производства.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические основы методов измерения, основные принципы построения измерительного оборудования, методики измерения, физические особенности объектов измерения, физические ограничения методов измерения. Основы метрологии.

##### **уметь:**

- выбирать адекватную физическую модель объекта измерения, разрабатывать оптимальный план контроля. Проводить проверку готовности средств измерения. Проводить измерения стандартных образцов мониторинговых пластин.

##### **владеть:**

- статистическими методами обработки измерительных данных, алгоритмами принятия решения на основе статистических методов управления процессами (контрольные карты,



оценка состояния процесса), начальными навыками разработки измерительных программ для контрольно-измерительного оборудования.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Особенности метрологии в современном производстве интегральных схем**

Современное микроэлектронное производство, основные направления развития и перспективы, Широта применяемых физических методов, новые материалы, требования к измерительным системам по точности, стандарты и контрольные образцы, поверочные схемы, матчинг контрольно-измерительного оборудования, постоянное совершенствование.

#### **2. Система контроля параметров современных технологических процессов**

Производство как система связанных процессов, процессный подход, классификация технологических процессов- групповые и индивидуально поточные, система описания технологических процессов, параметры и их характеристики, объекты контроля, структура данных, методы статистического управления процессами, вариабельность процессов, контролируемые и неконтролируемые процессы. Контрольный план, контроль продукции, выборки, контроль по альтернативному признаку качества.

#### **3. Физические основы методов метрологии линейных размеров**

Электронно-микроскопические методы. Особенности формирования электронного изображения. Ограничения метода. Скатерометрия. Особенность объектов контроля, необходимость статистического рассмотрения. Оборудование. Особенности метрологии малых размеров.

#### **4. Оптические методы метрологии диэлектрических слоев и структур**

Рефлектометрия в широком спектральном диапазоне, эллипсометрия, спектральная эллипсометрия, многоугловая рефлектометрия, построение модели многослойных структур, решение обратной задачи, оборудование. Точностные характеристики методов и оборудования. Требования к стандартным образцам.

#### **5. Физические основы метрологии металлических слоев и структур**

Зондирование структур лазерными импульсами, возбуждение акустических волн, возбуждение термических волн, многослойные структуры, измерение толщины, измерение доз легирования, оборудование. Влияние переходных слоев и границы раздела.

#### **6. Электрофизические методы контроля**

4х-зондовый, контроль геометрии и напряжений в пленках, фотоэлектрика, оборудование.

#### **7. Методы контроля дефектности**

Рассеяние света, контроль пластин без топологии, автоматический контроль «темное поле» «светлое поле», контроль топологии, оборудование.

#### **8. Аналитические методы исследования объектов микро и нано электроники**

СЭМ, ПЭМ, ОЖЕ, ВИМС, ИК-Фурье, Раммановское рассеяние, РФ- микроанализ, оборудование.

## 9. Современные системы обработки и анализа данных в производстве ИС

Сбор и статистическая обработка данных, корреляционные и аналитические системы ACE-XP, Klarity Defect.

## 10. Рентгеновские методы контроля состава слоев и поверхностных загрязнений

Основы рентгенофлуоресцентного анализа состава слоев и структур, физические модели, калибровка метода, стандартные образцы. Контроль поверхностных загрязнений методом рентгенофлуоресцентного анализа при полном поверхностном отражении, пределы обнаружения, методы увеличения чувствительности с помощью химических методов. Контроль толщины с помощью, оборудование.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Метрология в нанотехнологиях**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение базовых основ метрологического обеспечения нанотехнологий.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с базовыми понятиями общей метрологии и метрологическим обеспечением нанотехнологий.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы метрологии, обработки результатов измерений и оценивания погрешностей и неопределенностей результатов измерений.

##### **уметь:**

- разрабатывать основные документы: методики измерений, методики поверки и калибровки, программы испытаний средств измерений для целей утверждения типа.

##### **владеть:**

- основными теоретическими моделями обработки данных, способами проверки правильности результатов измерений.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основные понятия и термины метрологии. Нормативная база метрологии.

1.1. Теоретическая, прикладная и законодательная метрология.

1.2. Измерение. Единство измерений. Величины и шкалы. Международная система единиц величин.

1.3. Воспроизведение единиц физических величин. Эталоны. Государственные эталоны РФ. Рабочие средства измерений.

1.4. Нормативные документы в области метрологии и метрологического обеспечения. Законы РФ «О техническом регулировании» и «Об обеспечении единства измерений». Метрологическая терминология. Государственное регулирование обеспечения единства измерений.

2. Погрешность результатов и средств измерений.

2.1. Классификация погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Основные способы оценивания погрешностей.

2.2. Нормирование погрешностей и формы их представления. Основные и дополнительные погрешности. Классы точности средств измерений.

3. Неопределенность измерений.

3.1. «Руководство по выражению неопределенности измерения» ИСО/МЭК. Стандартная суммарная и расширенная неопределенности. Вычисление стандартных неопределенностей по типу А и по типу В. Бюджет неопределенности.

3.2. Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения».

4. Правильность и прецизионность результатов измерений.

4.1. Точность метода измерений. Правильность и прецизионность. Система стандартов ГОСТ Р ИСО - 5725 –1-6 – 2002.

4.2. Повторяемость и воспроизводимость. Пределы повторяемости и воспроизводимости. Контроль стабильности результатов. Межлабораторный эксперимент.

5. Методики (методы) измерений.

5.1. Разработка методик измерений. Исходные данные для разработки. Требования к точности измерений. Организация и проведение теоретических и экспериментальных исследований по оценке показателей точности разработанной методики измерений.

5.2. Аттестация методик измерения. Содержание работ при проведении аттестации методик измерений. Порядок аттестации методик измерений, комплект документов, представляемых на аттестацию. Порядок применения аттестованных методик измерений. Стандартизация методик измерений.

6. Средства измерений и стандартные образцы.

6.1 Классификация средств измерений. Классификация стандартных образцов. Рабочие средства измерений и эталоны. Прослеживаемость эталонов и средств измерений. Поверочные схемы. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

6.2. Поверка и калибровка средств измерений. Разработка методик поверки и калибровки средств измерений. Межповерочные интервалы.

6.3. Тип средств измерений и тип стандартных образцов. Порядок проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа. Установление межповерочного интервала. Свидетельство об утверждении типа. Знак утверждения типа. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## 7. Измерения в нанотехнологиях.

7.1 Выделенная роль измерений линейных размеров. Реализация линейной шкалы в нанодиапазоне. Прослеживаемость результатов линейных измерений. Оптико-рентгеновская интерферометрия.

7.2 . Вещественные носители единицы длины в нанодиапазоне. Рельефные меры с программируемым рельефом поверхности. Аттестация мер.

## 8. Обеспечение единства измерений в нанотехнологиях.

8.1 Методы измерений отдельных нанобъектов – микроскопия. Поверка и калибровка электронных микроскопов и сканирующих зондовых микроскопов. Российские национальные и международные стандарты этой области.

8.2. Интегральные методы измерений в нанотехнологиях (рентгеновская дифрактометрия, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей, динамическое рассеяние света).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Микроконтроллеры в современном физическом эксперименте**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомить студентов с принципом работы и основами создания электронных устройств на базе микроконтроллеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами базовых теоретических знаний в области цифровой электроники; подготовка студентов к самостоятельной разработке электронных устройств на базе микроконтроллеров.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые блоки микроконтроллеров и их назначение, знать основные интерфейсы передачи данных между микроконтроллером и внешними устройствами.

##### **уметь:**

- сопрягать микроконтроллер с внешними аналоговыми и цифровыми устройствами, осуществлять обмен данными между микроконтроллером и компьютером.

##### **владеть:**

- навыками проектирования электронных устройств на базе микроконтроллеров и навыками создания программного обеспечения для микроконтроллеров.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Биполярные и полевые транзисторы**

Физические основы и принцип работы биполярных и полевых транзисторов. Отличия в подключении  $nnp$  и  $pnp$  биполярных,  $n$ -канальных и  $p$ -канальных полевых транзисторов.  $JFET$  и  $MOSFET$  полевые транзисторы.

## 2. Управление нагрузкой постоянного тока

Управление нагрузкой постоянного тока и гальваническая развязка: электромеханическое реле, сборка Дарлингтона, оптопара.

## 3. Архитектура МК на примере 8-битных RISC микроконтроллеров производства Atmel

Архитектура МК. Общая концепция, ядро и периферийные блоки, адресные пространства памяти. Отличие МК от ПЛИС.

## 4. Подключение МК и способы тактирования

Подключение МК и способы тактирования. Внутренний генератор, внешняя RC цепочка, кварцевый резонатор, внешний генератор, их достоинства и недостатки.

## 5. Порты ввода-вывода общего назначения МК

Порты ввода-вывода общего назначения МК. Высокоимпедансный вход, вход с подтяжкой, выход с высоким/низким лог. уровнем. Функционал регистров DDRx, PORTx, PINx.

## 6. Использование портов ввода-вывода на примере подключения светодиода и кнопки

Подключение к МК светодиода и кнопки. «Дребезг» контактов.

## 7. Таймеры в МК

Таймеры в МК. Тактирование и вывод сигнала. Режимы работы: нормальный режим, очищение по сравнению, широтно-импульсная модуляция.

## 8. Система прерываний. Конечные автоматы Мура и Мили

Система прерываний в МК. Источники прерываний, таблица векторов прерываний и обработчики прерываний.

## 9. Аналого-цифровое преобразование

Аналого-цифровое преобразование. Виды АЦП: прямого преобразования, последовательного приближения, сигма-дельта АЦП.

## 10. Жидкокристаллические индикаторы на базе контроллера HD44780

Подключение жидкокристаллических индикаторов на базе контроллера HD44780.

## 11. Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire

Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire. Физический уровень и структура транзакций.

## 12. Последовательный интерфейс передачи данных UART

Последовательный интерфейс передачи данных UART. Физический уровень передачи данных. Использование стандартной библиотеки языка Си для передачи данных через поток.

## 13. Последовательный интерфейс передачи данных SPI

Последовательный интерфейс передачи данных SPI. Последовательная и параллельная схемы подключения устройств.

#### 14. Двупроводный интерфейс передачи данных I2C

Двупроводный интерфейс передачи данных I2C. Физический уровень и структура транзакций.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 А2;
- 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 В1 (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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Общая физика: квантовая физика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области квантовой физики для дальнейшего изучения соответствующих разделов теоретической физики, а также углубленного изучения фундаментальных основ современной физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний и понятий в области квантовой механики и физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения задач квантовой физики
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия квантовой механики, а также границы их применимости:
- основные идеи и понятия: корпускулярно-волновой дуализм, волны де-Бройля, принцип неопределённости Гейзенберга, волновая функция, вероятностная интерпретация волновой функции
- фундаментальные квантовые эксперименты: фотоэффект, эффект Комптона, дифракция рентгеновского излучения и электронов при отражении от кристаллических структур, интерференция электронов (в том числе одночастичная), линейчатые спектры испускания и поглощения атомов, тунелирование, излучение абсолютно чёрного тела.
- характерные временные и пространственные масштабы, на которых проявляются квантовые явления.



- постулаты Бора для атома водорода и квазиклассическое приближение Бора-Зоммерфельда.
- волновое уравнение Шрёдингера для эволюции волновой функции во времени, а также для определения стационарных уровней энергии квантовой системы.
- законы квантования часто встречающихся типов движения: одномерный гармонический осциллятор, квантовый ротатор, электрон в атоме водорода.
- особенности взаимодействия квантовых частиц с потенциальными ямами и барьерами. Тунелирование.
- гиромагнитное соотношение и связь между механическим и магнитным моментами
- что такое орбитальный и спиновый моменты, связь тонкого расщепления в спектрах излучения атомов со спин-орбитальным взаимодействием
- что такое сверхтонкое расщепление и спин атомного ядра
- связь статистики фермионов с правилом запрета Паули и обменным взаимодействием. Правила Хунда заполнения атомных оболочек
- основные закономерности эффекта Зеемана. Сложный и простой эффекты Зеемана. Явления магнитного резонанса. (ЭПР и ЯМР)
- что такое капельная и оболочечная модели атомного ядра. Иметь представление о сильном взаимодействии. Знать характерные размеры атомных ядер и величины энергий связи ядер.
- что такое кварковый состав протона и нейтрона
- что такое радиоактивный распад. Альфа-, бета- и гамма- распад. Иметь представление о биологической опасности радиоактивного распада.
- Что такое слабое взаимодействие, особенности бета-распада, время жизни нейтрона, понятие об антинейтрине.
- основные положения теории рассеяния нейтронов на тяжёлых ядрах (резонансное и нерезонансное взаимодействия, понятие составного ядра)
- основные положения квантовой оптики: фотоны, вынужденное и спонтанное излучение, физика работы лазеров, формула Планка для излучения абсолютно чёрного тела.

**уметь:**

- применять изученные законы квантовой физики для решения конкретных задач:
- применять приближение Бора-Зоммерфельда для решения задач о движении частицы (электрона) в заданном статическом потенциале
- применять уравнение Шрёдингера для определения энергетических уровней стационарных состояний, а также для определения коэффициентов пропускания и отражения потенциальных барьеров и потенциальных ям.
- рассчитывать величину спин-орбитального расщепления энергетических уровней атома в рамках модели LS-связи

- вычислять величину расщепления спектральных линий в эффекте Зеемана с учётом правил отбора
- определять энергию связи атомного ядра в рамках капельной и оболочечной моделей ядра.
- рассчитывать вероятности рассеяния нейтронов на атомных ядрах
- применять законы излучения абсолютно чёрного тела в задачах о тепловом излучении
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

**владеть:**

- основными методами решения задач квантовой физики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач квантовой физики;

**Темы и разделы курса:**

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей

Гипотеза де Бройля о волновых свойствах материальных частиц – корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Девиссона–Джермера и Томсона по дифракции электронов. Длина волны де Бройля нерелятивистской частицы. Критерий квантовости системы. Соотношения неопределенностей (координата-импульс; энергия время). Волновая функция свободной частицы (волна де Бройля). Вероятностная интерпретация волновой функции, выдвинутая Борном.

2. Формализм квантовой механики. Потенциальные барьеры

Понятие об операторах. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Результат квантового измерения значения физической величины. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Закон сохранения вероятности, вектор плотности тока вероятности (без вывода). Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины – эффект Рамзауэра. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект), вывод формулы для прозрачности барьера произвольной формы.

3. Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Осциллятор

Состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода). Оператор момента импульса. Квантование проекции момента и квадрата момента импульса. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения.  $s$ -состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанных состояний в такой яме.

#### 4. Водородоподобные атомы. Колебательные и вращательные спектры молекул

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Движение в кулоновом поле, случайное вырождение. Спектр атома водорода (без вывода), главное квантовое число, кратность вырождения. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновой функции. Волновая функция основного состояния. Водородоподобные атомы: влияние заряда ядра (на примере иона гелия) и его массы (изотопический сдвиг), мезоатомы. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли). Вращательные спектры плоского и пространственного ротаторов (двухатомная молекула). Вращательные и колебательные уровни молекул, энергетический масштаб соответствующих возбуждений (иерархия молекулярных спектров).

#### 5. Магнитный момент. Спин. Тонкая и сверхтонкая структура атома водорода

Магнитный орбитальный момент электронов, гиромагнитное отношение,  $g$ -фактор, магнетон Бора. Опыт Штерна—Герлаха. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита о спине электрона, спиновый  $g$ -фактор. Опыт Эйнштейна—де Гааза. Векторная модель сложения спинового и орбитального моментов электрона, полный момент, фактор Ланде. Тонкая и сверхтонкая структуры атома водорода.

#### 6. Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы

Тождественность частиц, симметрия волновой функции относительно перестановки частиц, бозоны и фермионы, принцип Паули. Сложные атомы. Самосогласованное поле. Электронная конфигурация атома. Атомные термы, спектроскопическая запись состояния атома. Правила Хунда. Качественное объяснение возникновения обменной энергии и правил Хунда на примере возбужденного состояния  $1s2s$  атома гелия и образования молекулы водорода.

#### 7. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Излучение, правила отбора. ЭПР и ЯМР

Эффект Зеемана для случаев слабого и сильного магнитных полей на примере  $3P-3S$ -переходов. Понятие спина (спиральности) фотона, полный момент и четность. Классификация фотонов по полному моменту и чётности ( $E$ - и  $M$ -фотоны), отношение вероятностей излучения фотонов различной мультипольности. Вероятность дипольного излучения (закон  $\propto \omega^3$ ). Ядерный и электронный магнитный резонанс (квантовомеханическая трактовка). Строгие и нестрогие правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами (на примере эффекта Зеемана и ЯМР).

## 8. Ядерные модели

Эксперименты Резерфорда и Гейгера по рассеянию  $\alpha$ -частиц в газах. Открытие нейтрона Чадвиком. Экспериментальная зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа  $A$ . Свойства ядерных сил: радиус действия, глубина потенциала, насыщение ядерных сил, спиновая зависимость. Природа ядерных сил, обменный характер ядерных сил, переносчики взаимодействия. Модель жидкой заряженной капли. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель и магические числа в осцилляторном потенциале. Одночастичные и коллективные возбуждённые состояния ядра.

## 9. Радиоактивность. Альфа, бета, гамма

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, константа распада, период полураспада, среднее время жизни, вековое уравнение. Альфа-распад, закон Гейгера—Нэттола и его вывод (формула Гамова). Бета-распад, энергетический спектр бета-распада, гипотеза нейтрино и его опытное обнаружение, внутренняя конверсия электронов, К-захват. Гамма-излучение, изомерия ядер. Спонтанное деление ядер, механизм формирования барьера деления — зависимость кулоновской и поверхностной энергии от деформации, параметр делимости, энергия, выделяемая при делении ядер, предел стабильности ядер относительно деления.

## 10. Ядерные реакции. Оценка сечений

Ядерные реакции: экзотермические и эндотермические реакции, порог реакции, сечение реакции (полное и парциальные сечения), каналы реакции, ширины каналов. Составное ядро. Нерезонансная теория — классическое сечение, поправки на волновой характер частиц, коэффициент проникновения частицы в прямоугольную яму, закон Бете (на примере проникновения частицы в прямоугольную яму). Резонансные реакции — формула Брейта—Вигнера. Деление ядер под действием нейтронов, мгновенные и запаздывающие нейтроны, цепная реакция деления. Роль запаздывающих нейтронов в работе ядерного реактора. Схема реактора на тепловых нейтронах.

## 11. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы

Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы (лептоны, кварки и переносчики взаимодействий). Законы сохранения и внутренние квантовые числа. Кварковая структура адронов — мезоны, барионы и резонансы. Квантовая хромодинамика, асимптотическая свобода. Гипотеза конфайнмента кварков и глюонов, кварковый потенциал. Оценка адронных сечений при высоких энергиях на основе кварковой структуры. Открытие  $W$ - и  $Z$ -бозонов,  $t$ -кварка, методы регистрации нейтрино. Несохранение чётности при бета-распаде, опыт Ву.

## 12. Законы излучения АЧТ

Подсчет числа состояний поля в заданном объеме; фазовый объем, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэля—Джинса и ультрафиолетовая катастрофа, формула Вина. Распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение как идеальный газ фотонов. Законы Кирхгофа и Стефана—Больцмана.

### 13. Спонтанное и вынужденное излучение

Двухуровневая квантовая система в поле равновесного излучения, принцип детального равновесия, спонтанные и индуцированные переходы, соотношения Эйнштейна и его вывод распределения Планка. Прохождение излучения через среду, условие усиления (инверсная заселённость уровней). Принцип работы лазера и его устройство.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 осесимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опускании оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.

#### 12. Изучение колебаний струны.

Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.

#### 13. Исследование свободных колебаний связанных маятников

Исследуются особенности колебаний системы из двух связанных маятников. Измеряются собственные частоты колебаний и исследуются собственные моды колебаний. Исследуется зависимость характера колебаний от константы связи маятников.

#### 14. Определение скорости полета пули.

Скорость полета пули из пневматического ружья измеряется с помощью баллистического метода. Скорости вычисляются по амплитуде отклонения баллистического и крутильного маятников с использованием законов сохранения импульса, энергии и момента импульса.

#### 15. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 16. Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль).

Изучаются свойства стационарных течений жидкостей и газов. Расход жидкости измеряется расходомерами Пито и Вентури. По зависимости расхода газа от перепада давления на участке трубы измеряется вязкость газа. По отклонению от закона Пуазейля



определяется критическое число Рейнольдса, соответствующее переходу от ламинарного течения к турбулентному.

#### 17. Вязкость жидкости, энергия активации.

По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуры. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активации сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

#### 18. Вакуум.

Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, терморезисторным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется ионизационным и магнетронным вакуумметрами.

#### 19. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 20. Диффузия.

Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления.

#### 21. Теплопроводность.

Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.

#### 22. Молекулярные явления

Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки --- поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.

#### 23. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 24. Определение $C_p/C_v$ газов.

Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.

#### 25. Фазовые переходы.

С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.

#### 26. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 27. Реальные газы.

Исследуется эффект Джоуля—Томсона просачивания газа через пористую перегородку для углекислого газа. Разность температур измеряется термопарой. Вычисляются коэффициенты Джоуля—Томсона и параметры газа Ван-дер-Ваальса. По измеренным параметрам производится оценка критических параметров газа и температуры инверсии эффекта.

#### 28. Поверхностное натяжение.

Измеряется коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей (воды и спирта) в зависимости от температуры методом Ребиндера. Определяется полная свободная энергия поверхности и теплота образования единицы поверхности.

#### 29. Теплоемкость.

Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Температура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.

#### 30. Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.

#### 31. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

Изучение спектрального состава периодических электрических сигналов. Изучение возможности синтеза периодических электрических сигналов при ограниченном наборе спектральных компонент. Ознакомление с особенностями распространения электромагнитных волн в волноводе, аппаратурой и методами измерения основных характеристик протекающих при этом процессов.

#### 32. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

### 33. Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена.

Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнитной фокусировки и методом магнетрона. Определение удельного заряда электрона на основе закона «трёх вторых» для вакуумного диода. Измерение элементарного заряда методом масляных капель по их движению в воздухе под действием силы тяжести и вертикального электрического поля.

### 34. Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Изучение влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока. Исследование резонансов напряжений и токов в последовательном и в параллельном колебательном контурах с изменяемой ёмкостью, получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, определение основных параметров контуров.

### 35. Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников.

Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при различных токах через образец для определения константы Холла. Измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках и металлах. Измерение зависимости сопротивления полупроводниковых образцов различной формы от индукции магнитного поля.

### 36. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

### 37. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Дробовой шум. Колебательный контур с нелинейной ёмкостью.

Исследование свободных и вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре. Измерение заряда электрона по дробовому шуму. Изучение резонансных свойств нелинейного колебательного контура

### 38. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Скин-эффект.

Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных образцов. Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки

Кюри. Исследование проникновения переменного магнитного поля в медный полый цилиндр.

39. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

40. Баллистический гальванометр.

Изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнитоэлектрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.

41. Релаксационный генератор. Тлеющий разряд. Высокочастотный разряд.

Исследование релаксационного генератора на стабилитроне. Изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда. Изучение свойств плазмы высокочастотного газового разряда в воздухе методом зондовых характеристик.

42. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

43. Петля гистерезиса (динамический метод). Петля гистерезиса (статический метод). Параметрон. Двойное ярмо.

Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных полях. Измерение начальной кривой намагничивания ферромагнетиков и предельной петли гистерезиса для образцов тороидальной формы, изготовленных из чистого железа или стали. Изучение параметрических колебаний в электрической цепи.

44. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 45. Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея.

Интерференционное измерение кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Интерференционные измерения показателей преломления газов с помощью интерферометров Жамена и Релея.

#### 46. Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов. Рефрактометр Аббе.

Изучение методов определения фокусных расстояний линз и сложных оптических систем. Определение характеристик оптической системы, составленной из тонких линз. Изучение сферической и хроматической аберраций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение показателей преломления твёрдых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.

#### 47. Изучение лазера.

Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.

#### 48. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 49. Дифракция света.

Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

#### 50. Поляризация.

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.

#### 51. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение

длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

52. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

53. Дифракционные решётки (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 Погкельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

#### 60. Эффект Месбауэра. Исследование резонансного поглощения $\gamma$ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в месбауэровской 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 термопарой исследуется излучение нагретых тел. В модели абсолютно черного тела вычисляются значения постоянных Планка и Стефана-Больцмана.

69. Фотоэффект.

Исследуется зависимость фототока от величины задерживающего потенциала и частоты падающего излучения. По результатам вычисляется значение постоянной Планка.

70. Атом водорода.

Исследуются закономерности в оптическом спектре атома водорода. По результатам вычисляются постоянная Ридберга для двух изотопов, их потенциалы ионизации, изотопические сдвиги линий.

71. Эффект Рамзауэра.

Исследуется энергетическая зависимость вероятности рассеяния медленных электронов атомами ксенона. По результатам измерений оценивается размер внешней электронной оболочки атома.

72. Измерение коэффициента ослабления потока  $\gamma$ -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  $\alpha$ -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\alpha$ -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: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Общая физика: оптика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области оптических явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ оптики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний в области оптики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- о фундаментальные законы и понятия оптики, а также границы их применимости;
- о принцип Ферма и законы геометрической оптики;
- о волновое уравнение, плоские и сферические волны, принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн;
- о временная и пространственная когерентность источника;
- о принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля;
- о дифракция Фраунгофера на щели;
- о спектральные приборы и их основные характеристики;
- о принципы фурье-оптики, пространственное фурье-разложение, эффект саморепродукции;
- о теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции;

- о принципы голографии, условие Брэгга–Вульфа.
- о дисперсия света, фазовая и групповая скорости, классическая теория дисперсии;
- о поляризация света, естественный свет, явление Брюстера;
- о дихроизм, поляроиды, закон Малюса;
- о двойное лучепреломление в одноосных кристаллах, интерференционные явления в кристаллических пластинках, эффект Фарадея и эффект Керра.
- о нелинейные оптические явления, нелинейная поляризация среды, генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм, самофокусировка.

**уметь:**

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по оптике:
- о применять законы геометрической оптики при построении изображений в оптических системах;
- о решать уравнения Гельмгольца для случаев плоских и сферических волн;
- о использовать понятие о зонах Френеля и спирали Френеля при решении задач дифракции на экране с осевой симметрией
- о использовать метод Рэля решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение);
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- о основными методами решения задач оптики;
- о основными математическими инструментами, характерными для задач оптики.

**Темы и разделы курса:**

1. Геометрическая оптика и элементы фотометрии.

Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Оптические инструменты: телескоп, микроскоп. Элементы фотометрии. Яркость и освещённость изображения.



## 2. Интерференция волн.

Волновое уравнение, монохроматические волны, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца, плоские и сферические волны. Принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн. Видность полос, ширина полосы. Статистическая природа излучения квазимонохроматической волны. Временная когерентность, функция временной когерентности, связь со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина). Ограничение на допустимую разность хода в двухлучевых интерференционных схемах, соотношение неопределенностей. Интерференция при использовании протяженных источников. Пространственная когерентность, функция пространственной когерентности, связь с распределением интенсивности излучения по источнику  $I(x)$  (теорема Ван Циттерта–Цернике). Ограничения на допустимые размеры источника и апертуру интерференции в двухлучевых схемах. Лазеры как источники когерентного излучения.

## 3. Дифракция волн.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция на тонком экране. Граничные условия Кирхгофа. Волновой параметр. Дифракция Френеля. Задачи с осевой симметрией, зоны Френеля, спираль Френеля. Зонные пластинки, линза. Дифракция на дополнительном экране, пятно Пуассона. Дифракция Фраунгофера. Световое поле в зоне Фраунгофера как преобразование Фурье граничного поля. Дифракция Фраунгофера на щели, дифракционная расходимость. Дифракционный предел разрешения телескопа и микроскопа. Поле в фокальной плоскости линзы.

## 4. Разрешающая способность оптических инструментов.

Спектральные приборы: призма, дифракционная решётка, интерферометр Фабри–Перо. Характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия. Теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции. Полоса пропускания оптической системы, связь с разрешающей способностью. Разрешающая способность при когерентном и некогерентном освещении.

## 5. Элементы фурье-оптики.

Принципы фурье-оптики. Метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение), соотношение неопределенностей. 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. Объемная голограмма, объемная 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 разрежённых газах.

Подвижность. Закон Эйнштейна–Смолуховского. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии. Эффект Кнудсена. Эффузия. Течение разрежённого газа через прямолинейную трубу.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Общая физика: электричество и магнетизм**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области физики электромагнитных явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ электричества и магнетизма

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний в области электричества и магнетизма
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- о фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений, а также границы их применимости;
- о закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- о понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- о основные понятия при вычислении электрическое поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- о закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;



- о закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;
- о основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагничённости, токи проводимости и молекулярные токи;
- о закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- о основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- о уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- о закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга;
- о базовые понятия о плазме и волноводах.

**уметь:**

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по электричеству и магнетизму:
- о применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- о записывать и решать уравнения Пуассона и Лапласа;
- о применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- о применять метод «изображений» для вычисления электрических и магнитных полей;
- о применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- о рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- о использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчете колебательных контуров;
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- основными методами решения задач физики электромагнитных явлений;

- основными математическими инструментами, характерными для задач электричества и магнетизма.

### Темы и разделы курса:

#### 1. Электрическое поле в вакууме

1. Электрическое поле в вакууме. Электрические заряды и электрическое поле. Закон сохранения заряда. Напряжённость электрического поля. Закон Кулона. Система единиц СГСЭ. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия на заряженной поверхности. Уравнения Пуассона и Лапласа. Единственность решения электростатической задачи. Метод «изображений».

2. Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

4. Магнитное поле в веществе. Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование  $\rightarrow E$  и  $\rightarrow B$  (при  $v \ll c$ ). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

6. Электромагнитные колебания. 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.

## 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

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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Общая 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

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

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 – насыщенность 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. Координационные соединения

Координационные соединения. Комплексные соединения (КС). 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 КС. Окраска КС. Окислительно-восстановительные реакции КС. Устойчивость КС. Константа нестойкости.

### 4. Энергетика химических процессов

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.

### 5. Химическая кинетика и равновесие

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.

### 6. 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.



## 7. Равновесие в гетерогенных системах

Правило фаз Гиббса. Физико-химический анализ двухкомпонентных систем. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем для веществ: а) нерастворимых друг в друге в твёрдом состоянии, б) образующих твёрдые растворы, в) образующих химические соединения.

## 8. Химические источники тока

Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции. 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.

## 9. Обзор свойств химических соединений

Общая характеристика s- и p-элементов. Положение s- и p-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Сравнительная характеристика окислительно-восстановительных свойств s- и p-элементов и их соединений. Водород, основные свойства, получение и хранение. Гидриды элементов. Вода, водородная связь, физическо-химические свойства воды. Углерод, его свойства. Углеродные наноструктуры: кластеры, фуллерены, нанотрубки: получение, свойства и применение в нанотехнологиях (биоматериаловедение, средства адресной доставки лекарств и др.). Другие биогенные элементы. Инертные газы и их соединения.

Общая характеристика d- и f-элементов. Физические и химические свойства. Изменение окислительно-восстановительных свойств в периоде и подгруппе. Сходство и различие химии d- и f-элементов. Применение d- и f-металлов и их КС, а также процессов комплексообразования в медицинском материаловедении.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Общая химия: лабораторный практикум**

#### **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

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

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 – насыщенность 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. Координационные соединения

Комплексные соединения (КС). 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 КС. Окраска КС. Окислительно-восстановительные реакции КС. Устойчивость КС. Константа нестойкости. Контрольная работа.

### 4. Энергетика химических процессов

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. Контрольная работа.

### 5. Химическая кинетика и равновесие

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.

### 6. 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.

## 7. Равновесие в гетерогенных системах

Правило фаз Гиббса. Физико-химический анализ двухкомпонентных систем. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем для веществ а) нерастворимых друг в друге в твёрдом состоянии, б) образующих твёрдые растворы, в) образующих химические соединения.

## 8. Химические источники тока

Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции. 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.

## 9. Обзор свойств химических соединений

Общая характеристика s- и p-элементов. Положение s- и p-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Сравнительная характеристика окислительно-восстановительных свойств s- и p-элементов и их соединений. Водород, основные свойства, получение и хранение. Гидриды элементов. Вода, водородная связь, физическо-химические свойства воды. Углерод, его свойства. Углеродные наноструктуры: кластеры, фуллерены, нанотрубки: получение, свойства и применение в нанотехнологиях (биоматериаловедение, средства адресной доставки лекарств и др.). Другие биогенные элементы. Инертные газы и их соединения.

Общая характеристика d- и f-элементов. Физические и химические свойства. Изменение окислительно-восстановительных свойств в периоде и подгруппе. Сходство и различие химии d- и f-элементов. Применение d- и f-металлов и их КС, а также процессов комплексообразования в медицинском материаловедении.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Общеинженерная подготовка**

#### **Цель дисциплины:**

- первоначальное ознакомление студентов 1-го курса с современными методами сбора экспериментальной информации и обработки полученных данных на ПК, а также элементарными технологиями изготовления и модернизации (доработки для решения конкретных задач) экспериментальной измерительной техники.

#### **Задачи дисциплины:**

- Демонстрация элементарной базы методов автоматизированного сбора экспериментальной информации.
- Освоение студентами базовых знаний по проведению эксперимента и обработке данных.
- Приобретение элементарных навыков работы с внешними по отношению к ПК устройствами (аналого-цифровые преобразователи, цифровые осциллографы, и различные автоматизированные системы управления. установками, предназначенными для проведения физического эксперимента, а также для управления производственными процессами).
- Приобретение начальных навыков оформления экспериментальных результатов (структура научно-технической документации: отчетов и статей).
- Приобретение начальных навыков работы в локальных сетях (передача измеренных данных на сервер, считывание с сервера на локальные компьютеры, предназначенные для математической обработки данных).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы автоматизированного сбора и обработки экспериментальных данных;
- элементарные методы программирования взаимодействия ПК с внешними устройствами;

- способы оценки полученных результатов;
- основные методы исследований.

#### **уметь:**

- делать правильные выводы из сопоставления результатов эксперимента и теоретических исследований;
- производить численные оценки по порядку величины и правильно определять их достоверность;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- использовать компьютерную технику для достижения необходимых прикладных результатов (например, калибровать измерительную аппаратуру, проводить необходимые численные расчёты, оформлять результаты опытов);
- работать коллегиально (в группе), т.е. распределять обязанности между членами микроколлектива выполняющего конкретную работу, принимать коллективные решения о методах решения поставленной задачи, контролировать работу коллег.

#### **владеть:**

- навыками самостоятельной работы (с текстом полученного задания, с экспериментальной установкой);
- навыками обработки экспериментальной информации (калибровка, начальные математические преобразования данных, полученных в результате измерений с применением ПК);
- навыками обработки данных в специализированных пакетах (на примере «Grapher», «OpenOffice.org, Writer»);
- первичными практическими приемами монтажа, настройки и эксплуатации электронной аппаратуры, предназначенной для экспериментальных работ;
- навыками современной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Занятия по элементарной технологии изготовления нестандартной электронной измерительной техники для экспериментальных исследований

Вводная лекция по методам разработки электронных схем, а также штучного (лабораторного) и промышленного изготовления электронной аппаратуры. Общее время вводной лекции 2 часа.

Практические занятия по изготовлению простых устройств электронной техники навесным монтажом. Наладка и испытание созданных устройств с использованием типовой (обычно применяемой) измерительной техники.

## 2. Лабораторный практикум по автоматизации экспериментальных исследований

Практикум моделирует проведение сложных экспериментальных работ с разделением процессов измерения и обработки данных (сбор данных – измерение производится на одних компьютерах, а обработка – на других с пересылкой данных по локальной сети). При такой организации экспериментальных работ возможно проведение синхронных измерений в разных регионах и, даже, на разных континентах с передачей информации в общий центр обработки по глобальным сетям.

Практикум содержит 7 лабораторных установок, предназначенных для автоматизированных измерений разнородных процессов с записью информации на персональные компьютеры сбора данных с датчиков физических величин. Измерения производятся небольшими коллективами (подгруппами 2-3 студента с самостоятельной внутренней организацией) непосредственно на экспериментальных установках. Полученная информация передаётся по локальной сети на сервер, затем студенты обрабатывают информацию (производят калибровку, обработку экспериментальных данных, интерпретацию и оформление результатов – построение графиков и пр.) на отдельных ПК индивидуально. За семестр каждый студент выполняет до 7ми лабораторных работ. Обработка данных производится средствами пакета “Grapher” На части работ (№2 и №5) студенты разрабатывают программное обеспечение для сбора данных (программирование внешних устройств). Таким образом, используются знания, полученные на предыдущих занятиях. Время выполнения одной лабораторной работы – 4 часа. В итоге выполнения каждой работы студенту рекомендуется оформить краткий (1-2 страницы) отчёт, содержащий постановку задачи, графики или таблицы обработанных экспериментальных данных и краткие выводы (вывод).

Состав практикума (лабораторных работ):

Работа №1. Измерение артериального давления. Измерение артериального давления проводится у студента в спокойном состоянии и после интенсивной физической нагрузки. Установка содержит медицинский тонометр с электронным датчиком давления, аналого–цифровым преобразователем (АЦП) и персональным компьютером сбора данных. В ходе работы студенты производят калибровку измерительной системы (стандартным манометром медицинского тонометра), измеряют артериальное давление (в ходе обработки файла временной зависимости давления - каждый узнаёт своё давление). Для сбора данных используется готовое программное обеспечение и измерительная система.

Работа №2 Определение скорости распространения волны на поверхности воды. Измерение скорости поверхностной волны происходит в гидрлотке. Установка содержит гидрлоток с датчиком уровня и датчиком состояния выливного шлюза для исследования одномерного распространения поверхностной волны. Студенты разрабатывают компьютерную программу (на языке «Basic» или «Borland C», по выбору студентов). Студенты производят запись временной зависимости уровня в одной точке гидрлотка от момента возникновения возмущения в файл (используют самостоятельно разработанную специализированную программу). Информация пересылается на сервер, затем переписывается с сервера на индивидуальные ПК, где производится обработка (определение измеренной скорости волны и скорости рассчитанной по теории мелкой воды, оформление графика отчёта).



Работа №3. Измерение скорости распространения возмущений в воздухе. В работе необходимо произвести измерение скорости звука в воздухе и концентрации CO<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе (по скорости звука). Установка содержит длинный канал с источником импульсных возмущений (в торце), два датчика возмущений (датчики давления размещены в канале на фиксированном расстоянии), цифровой запоминающий осциллограф, связь с ПК сбора данных. Студенты производят измерения, пересылают данные на сервер, затем обрабатывают на индивидуальных ПК. Программное обеспечение – готовое из комплекта осциллографа.

Работа №4 Изучение спектральных зависимостей различных поверхностей многоканальным оптическим анализатором. Установка содержит дифракционный спектрограф с многоэлементным фотоприёмником в выходной плоскости (линейка ПЗС, 2700 элементов). Одновременно получается спектр во всём видимом диапазоне. Студенты снимают спектры излучения рассеянного цветной бумагой (красной, синей, зелёной, белой и серой). Пересылают данные на сервер. Индивидуально обрабатывают спектры, производят калибровку спектрографа (по линиям ртути калибровочной лампы), получают спектры в графическом виде на экранах мониторов и определяют альбедо для каждой поверхности.

Работа №5. Дистанционное определение температуры тел по инфракрасному излучению. В работе необходимо произвести измерение яркостной температуры поверхности бумаги. Установка содержит ИК радиометр на базе болометра, АЦП, штатив для крепления бумаги, лёд, ацетон, комнатный термометр. Студенты разрабатывают программное обеспечение для системы сбора данных (используется не промышленный, 15-ти разрядный АЦП двойного интегрирования под ISA шину), Затем записывают в один файл сигналы от сухой бумаги (комнатная температура, первая калибровочная точка), от тающего льда (вторая калибровочная точка), затем поливают бумагу напротив входного зрачка прибора небольшим количеством ацетона (не более 10мл – безопасная концентрация в помещении). Данные пересылаются на сервер, далее производится индивидуальная обработка данных, получается график зависимости яркостной температуры от времени. Работа завершается оформлением отчёта.

Работа №7. Измерение расхода затопленной струи. Установка содержит центробежный насос с дозвуковым соплом. Электронный датчик давления с программно перемещаемой трубкой Пито. А также, АЦП, программное обеспечение созданное в среде MATLAB. Студенты производят калибровку датчика давления и записывают профили давления струи в файлы. Пересылают файлы на сервер с последующей индивидуальной обработкой.

Более подробное описание работ см. в [1].

### 3. Ознакомление с прикладными пакетами, предназначенными для обработки экспериментальных данных

Вводная лекция по методам компьютерной обработки экспериментальных данных на примере прикладного пакета “Grapher”.

Практические занятия включают простые математические преобразования данных в табличной форме (поиск экстремумов, усреднение, суммирование и т. п.), оформление графиков (нанесение сетки, подписи графиков, составление легенды, представление

разномасштабных данных на одном графике). Подбор оптимальной функции по экспериментальным данным при заданной совокупности критериев.

Вводная лекция по пакету OpenOffice.org Writer: основные преимущества пакета перед другими офисными пакетами, использование текстового процессора Writer для создания и обработки документов с форматированием текстов с помощью стилей. Показаны возможности работы с меню окна Writer, а также способы работы с элементами управления панелей инструментов: (кнопками, списками и др.) Разобраны основные структурные единицы текста: абзацы, сноски, колонтитулы, оглавления, словари, формулы.

Практически разобрано создание и оформление текстового документа в соответствии с требованиями РИО.

#### 4. Практические занятия по ознакомлению студентов 1-го курса с методами программирования внешних устройств

Вводная лекция по методам программирования внешних устройств, практическое занятие по элементарному программированию внешнего устройства: вывод командной информации из ПК в лабораторное внешнее устройство со световой индикацией (программируемая светомузыка с заданным алгоритмом). Общее время ознакомительной лекции и выполнения практического задания – 4 часа.

Программирование специализированного учебного внешнего устройства (простейшей автоматизированной экспериментальной установки) включающего программно-аппаратный аналого – цифровой преобразователь (АЦП) и схему управления режимом работы устройства. Конечная задача - измерение ёмкости конденсатора в интегрирующей RC цепочке по исследованию процесса его заряда (или разряда) с известным сопротивлением R и использованием индивидуально созданной программы (алгоритма).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Основы инженерного проектирования**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных принципов автоматизированного проектирования технических изделий на основе стандартов ЕСКД.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области образования чертежа, расположения основных и дополнительных видов;
- приобретение навыков выполнения простых и сложных разрезов, задания и обозначения разрезов и сечений на чертеже;
- приобретение навыков условного изображения резьбы на поверхностях деталей и навыков выполнения резьбовых соединений;
- освоение способов оформления чертежей по ЕСКД;
- освоение методик автоматизированного проектирования изделий в рамках закономерностей и принятых условностей по ЕСКД;
- приобретение навыков трехмерного компьютерного моделирования в среде прикладного пакета Solid Works 2013;
- развитие пространственного воображения у обучаемых.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы образования чертежа, расположение основных и дополнительных видов;
- определение разреза и необходимость выполнения разрезов;
- возможность графического пакета Solid Works 2013 для создания двумерных чертежей и твердотельных моделей;
- стандарты ЕСКД на производство чертежей;
- интерфейс рабочих программ.

**уметь:**

- читать двумерные чертежи;
- выполнять основные и дополнительные виды;
- выполнять, задавать и обозначать разрезы и сечения;
- выполнять штрихование;
- грамотно проставлять разрезы;
- настраивать конфигурацию рабочего пространства в системе Solid Works;
- управлять свойствами объектов (цвет, слой, тип и толщина линий);
- управлять экранном изображением;
- работать с командами рисования объектов;
- редактировать объекты и их свойства;
- создавать двумерные чертежи технических деталей и сборочных единиц с помощью библиотеки блоков;
- создавать твердотельные модели в автоматизированном режиме;
- уметь создавать чертежи в системе Solid Works в режимах деталь, чертеж, сборка.

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы;
- навыками грамотного вычерчивания и оформления чертежей;
- навыками чтения чертежей;
- навыками автоматизированного создания двумерных чертежей и твердотельных моделей.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Традиционная графика

Образование чертежа, Оформление чертежей по ЕСКД, Оформление сборочн. Единицы по ЕСКД

## 2. Компьютерное проектирование в системе Solid Works

Автоматизированное проектирование. Блоки. Создание, запись, сохранение. Создание чертежа технической детали с помощью блоков. Создание разъемного соединения с помощью библиотеки блоков. Твердотельное моделирование. Компьютерное 3-х мерное моделирование в системе Solidworks. Чтение сборочных чертежей с последующим моделированием в режиме: Деталь, Сборка.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Основы работы приемников оптического излучения**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ создания и работы приёмников оптического излучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с принципами регистрации оптического излучения и предельными параметрами;
- изучение физических основ работы фотонных и тепловых приёмников излучения;
- ознакомление с фотоприёмными устройствами (Конструкция, системы термостатирования; и т.д.).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические основы работы приёмников оптического излучения (ФП), фотоприёмных устройств (ФПУ);
- области применения ФП и ФПУ;
- предельные параметры ФП и ФПУ;
- современное состояние, научно-технические проблемы и перспективы развития ФП.

##### **уметь:**

- оценить и аргументировать применение ФП при решении конкретных задач;
- получать информацию с ФП и ФПУ и её анализировать;
- определять предельный и реально достижимый уровень параметров ФП.

##### **владеть:**

- знаниями и навыками работы с ФП и ФПУ при решении возникающих задач;

- методами проведения экспериментальных работ при поиске и создании новых типов ФП.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Общие свойства фотоприёмников

Значение и место фотоприёмников (ФП) в современной науке и технике. Особенности инфракрасной (ИК) области спектра. Физические принципы приёма оптического излучения. ФП тепловые и фотонные. Общие свойства их и различия.

#### 2. Фотонные ФПУ на основе внутреннего фотоэффекта

Параметры ФП. Режим ограничения фоновым излучением.

#### 3. Методы приёма оптического излучения

Принципиальные ограничения чувствительности ФП. Флуктуации. Связь флуктуаций с шумами ФП. Модель шумов ФП. Тепловой шум. Дробовой, токовый и избыточные шумы. Генерационно-рекомбинационный шум. Флуктуации температуры и светового потока. Минимальная обнаруживаемая мощность.

#### 4. Фотоэмиссионные фотоприёмники

Фотонные ФП на основе внутреннего фотоэффекта. Неравновесные носители заряда. Квазиуровни Ферми. Феноменологическое описание фотопроводимости. Коэффициент фотоэлектрического усиления фотопроводника. Произведение коэффициента фотоэлектрического усиления на ширину полосы фотопроводника. Режим «вытягивания носителей».

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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

Четырехточечным 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 Бло-ха. Магнетизм электронов проводимости. Критерий Стонера.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Основы технологии приборов наноэлектроники и твердотельных квантовых компьютеров**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с теоретическими и экспериментальными основами реализации квантовых вычислений, а также изучение специальных вопросов квантовой механики, теории квантовых алгоритмов и связи, квантовой коррекции ошибок. Рассматриваются основные направления экспериментальных исследований, ориентированные на реализацию принципов обработки квантовой информации. Разбираются как уже существующие, так и новейшие квантовые схемы, разрабатываемые в ходе проектирования элементной базы полномасштабных квантовых компьютеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями базовых знаний в области современной квантовой теории информации;
- приобретение слушателями базовых знаний в области современной экспериментальной квантовой информатики;
- освоение навыков критического анализа конкретных моделей полномасштабных квантовых компьютеров;
- подготовка слушателей к проектированию простейших квантовых сетей, пониманию физических основ процессов, обеспечивающих выполнение квантовых вентилей и алгоритмов к их моделированию и оптимизации;
- стимулирование самостоятельной работы слушателей с оригинальными работами, публикующимися в отечественных и зарубежных научных журналах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные принципы квантовых вычислений; общую структуру квантового компьютера; существующие квантовые алгоритмы факторизации, поиска и моделирования; отличия квантового компьютеринга от классического; основные проблемы, возникающие при разработке элементной базы квантовых компьютеров и квантовых сетей, и способы их решения; преимущества и недостатки существующих прототипов квантовых компьютеров.

**уметь:**

решать элементарные квантовомеханические уравнения, описывающие динамику одного и двух кубитов; оценивать время выполнения квантовых операций (тактовую частоту кубита и регистра) и времена потери когерентности для конкретной физической реализации квантового компьютера; представлять основные элементы квантовых вентилях, операций, транспортировки информации, телепортации, коррекции ошибок в виде квантовых схем.

**владеть:**

методом вторичного квантования для квантового-полевого описания кубитов и управляющих импульсов; методами составления уравнений для учета квантовых диссипативных процессов в квантовых битах; основами квантовой схемотехники.

**Темы и разделы курса:****1. История квантовых вычислений и основные задачи квантовой информатики**

Экскурс в историю квантовой механики и классической информатики. Предпосылки, обусловившие возникновение идеи квантовой обработки информации. Разбиение вычислительных задач по классам сложности. Определения и термины квантовой информатики. Основные цели и задачи квантовой информатики. Критерии ДиВинченцо, определяющие пригодность физической системы для построения квантового компьютера. Принципиальная схема архитектуры квантового компьютера. Примеры физической реализации элементов квантовых вычислений.

**2. Квантовый бит и основные однокубитные вентили**

Формализация описания состояния и эволюции квантового бита (кубита) в рамках матричного подхода. Способы представления квантового состояния кубита при помощи а) бинарных столбцов, б) дираковских кэт- и бра-обозначений и в) параметризации на сфере Блоха. Способы представления однокубитных вентилях при помощи а) двурядных матриц, б) проекционных операторов Дирака и в) операторов поворота на сфере Блоха. Основные однокубитные вентили и их связь с матрицами Паули. Произвольный однокубитный вентиль как комбинация элементарных операторов поворота. Пример физической реализации и математического описания вентиля NOT на двухуровневом атоме.

**3. Основные двух- и многокубитные вентили. Алгоритм Дойча**

Формализация описания состояния и эволюции двухкубитной системы в рамках матричного подхода. Основные двух- и многокубитные вентили. Теорема о существовании универсального набора квантовых вентилях. Пример физической реализации и

математического описания двухкубитного вентиля CNOT. Принципиальная схема квантового регистра. Двоичная система представления целых чисел и ее использование для загрузки чисел в базисные состояния квантового регистра. Квантовый параллелизм. Квантовый генератор случайных чисел. Алгоритм Дойча для одношаговой идентификации бинарной функции.

#### 4. Чистые, смешанные и запутанные состояния. Квантовая телепортация

Определение и критерий чистых и смешанных состояний квантовой системы. Редукция матрицы плотности составной системы. Определение запутанного состояния квантовой системы. Количественная оценка меры запутанности для двух кубитов. Базис Белла. Сверхплотное кодирование и передача квантовой информации. ЭПР-парадокс и неравенства Белла. Квантовая телепортация.

#### 5. Квантовое преобразование Фурье и алгоритм факторизации (алгоритм Шора)

Алгоритм Копперсмита реализации квантового преобразования Фурье. Элементы теории чисел. Задача о факторизации больших целых чисел. Эффективный квантовый алгоритм факторизации Шора. Криптография с открытым ключом. Взлом RSA-криптосистем при помощи алгоритма Шора. Пример реализации алгоритма Шора на 15-кубитном фотонном чипе.

#### 6. Квантовый алгоритм поиска (алгоритм Гровера)

Задача эффективного поиска в неструктурированной базе данных. Алгоритм поиска Гровера. Квантовый оракул, итерация Гровера и их геометрическая интерпретация. Структура квантового процессора, реализующего алгоритм поиска.

#### 7. Квантовое моделирование

Фейнмановский подход к построению квантового компьютера. Система двухуровневых частиц (спинов) как квантовый симулятор. Вычисление собственных значений и моделирование квантовой динамики одномерной частицы. Принципы моделирования квантовых фазовых переходов газа поляритонов в рамках модели Джейнса-Каммингса-Хаббарда.

#### 8. Потеря когерентности в квантовых компьютерах



Неунитарный подход к описанию открытых квантовых систем. Основные понятия об уравнениях Линдблада и Ланжевена. Взаимодействие квантового компьютера с окружением и потеря когерентности. Математическая модель потери фазовой когерентности двухкубитной системой. Точность воспроизведения квантовых операций при наличии диссипации и дефазировки.

## 9. Коррекция квантовых ошибок. Квантовые коды

Коррекция ошибок в классическом и квантовом битах. Мажоритарная коррекция. Классификация квантовых ошибок. Трехкубитные коды для исправления амплитудной и фазовой ошибок. Девятикубитный код Шора с измерением синдрома для диагностики и коррекции произвольной ошибки. Пассивные и активные способы подавления квантовых шумов. Теорема о помехоустойчивых квантовых вычислениях.

## 10. Квантовый компьютер на оптических фотонах

Схемы инициализации и способы кодировки квантовой информации в пространственную и поляризационную степени свободы фотона. Элементы теории фазовращателей, светоделителей и ячеек Керра. Основные однокубитные квантовые вентили. Квантовая электродинамика в оптических резонаторах. Представление об искусственной нелинейной среде, создаваемой атомом в резонаторе-ловушке, для организации нетривиальных двухкубитных операций.

## 11. Квантовые вычисления на ионах в ловушках

Ионы и ионные кристаллы в ловушках Пауля. Принципы доплеровского и нерезонансного охлаждения ионов. Квантовые вычисления на ионах в ловушках. Экспериментальная реализация CNOT на одиночном ионе бериллия. Примеры реализации твердотельных чипов с ионными ловушками.

## 12. Сверхпроводниковые КЭД-резонаторы и кубиты

Зарядовые, фазовые и флюксоидные кубиты на сверхпроводниках. Физические принципы работы и математическая модель простейшего зарядового кубита. Способы кодирования и обработки квантовой информации в зарядовом кубите и трансмоне. Копланарный сверхпроводящий резонатор как система-посредник между двумя удаленными кубитами. Элементы микроволновой трансмиссионной спектроскопии и рефлектометрии. Перспективы масштабирования сверхпроводниковых сетей.

### 13. Наноэлектромеханические системы и квантовая информатика

Представление о микро- и наноэлектромеханических системах (НЭМС). Примеры применения НЭМС в качестве кантилеверов, мостиков-детекторов механического смещения и масс-спектрометров в современной наноэлектронике. Основные направления исследований по применению НЭМС в квантовой информатике. Гибридные системы на основе НЭМС. Когерентный обмен одиночным квантом между мостиком и фазовым кубитом. Спектроскопия, термометрия и томография НЭМС.

### 14. Оптоэлектромеханика и квантовая информатика

Взаимодействие света с квантовыми механическими системами. Световое давление. Примеры оптоэлектромеханических систем (ОЭМС). Принципиальная схема и теоретическое описание квантовых ОЭМС. Охлаждение, спектроскопия и реализация режима сильного взаимодействия в ОЭМС. Примеры гибридных систем для квантовых вычислений, включающие ОЭМС.

### 15. Квантовые точки в фотонных структурах и квантовая информатика

Пространственное квантование носителей заряда в низкоразмерных наноструктурах. Типы квантовых точек (КТ). Пространственная локализация электромагнитного поля и фотонные резонаторы (ФР). Взаимодействие КТ и ФР. Принципы реализации квантовых вычислений с пространственными, спиновыми и экситонными степенями свободы электронов в КТ. Схема масштабируемых квантовых сетей на основе КТ, имплантированных в ФР.

### 16. NV-центры в алмазе и квантовые вычисления

NV-центры в алмазе: общие сведения и основные свойства. Технология изготовления. Спектроскопия NV-центров. Инициализация, измерение спинового состояния и когерентность NV-центра. Квантовые операции и алгоритмы. Гибридные NV-системы.

### 17. Квантовые вычисления с использованием ядерных спинов органических молекул и донорных атомов

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Квантовые вычисления с использованием ядерных спинов органических молекул в жидкостях. Модель Кейна твердотельного ЯМР квантового компьютера. Донорные атомы в полупроводниках. Технологии изготовления прототипов квантовых устройств на основе доноров в кремнии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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-BP (открытая экономика).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Основы электроники электровакуумных приборов СВЧ**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об основных принципах группирования (автофазировки) электронных потоков и их энергообмена с электромагнитными полями в ЭВП СВЧ различных типов, а также об областях применения ЭВП СВЧ.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать понимание связи типа группирования электронного пучка со структурой ВЧ полей, формируемых электродинамической системой ЭВП СВЧ.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы построения ЭВП СВЧ различных типов, их конструктивные отличия и ориентироваться в областях их применения. По окончании учебного курса студенты должны понимать связь электроники и электродинамики в ЭВП СВЧ, знать предельные возможности каждого класса приборов по КПД, диапазону частот и полосовым характеристикам.

##### **уметь:**

- проводить сравнительный анализ ЭВП СВЧ, работающих на разных физических принципах.

##### **владеть:**

- физическими моделями ЭВП СВЧ различного типа.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Вакуумные приборы СВЧ

СВЧ диапазон длин волн. Источники СВЧ излучения. Зачем нужен вакуум. Структура вакуумных приборов СВЧ. Электронный пучок, как рабочее тело. Классификация ЭВП СВЧ по типу взаимодействия. Место вакуумных приборов СВЧ на диаграмме частота–мощность излучения.

Области применения ЭВП СВЧ.

## 2. Катоды в ЭВП СВЧ

Типы эмиссии с катодов, применяемых в ЭВП СВЧ. Типы фокусировки электронных потоков в приборах ЭВП СВЧ. Связь электронной оптики и взаимодействия электронов с ВЧ-полями в ЭВП СВЧ.

## 3. Волны в электронных потоках

Типы волн в электронных потоках. Продольные (плазменные) и поперечные волны в электронных лучах. Редуцированная плазменная частота. Дисперсионные характеристики электронных волн.

## 4. Методы математического анализа взаимодействия в ЭВП СВЧ

Метод Эйлера и метод Лагранжа для анализа динамики частиц. Понятие наведенного в плоском зазоре и конвекционного тока и их связь через коэффициент взаимодействия зазора.

## 5. Гармоники тока в сгруппированном электронном потоке

Формирование гармоник конвекционного тока при модуляции электронного потока слабым ВЧ сигналом. Комплексная электронная нагрузка ВЧ резонатора. Условие передачи максимальной мощности от электронного пучка в нагрузку. Понятие фазовой траектории электрона.

## 6. Резонаторные усилители О-типа

Многорезонаторные однолучевые клистроны. Каскадная группировка. Клистроны на связанных резонаторах (с распределенным взаимодействием). Коэффициент усиления клистронов. Предельные параметры. Многолучевые клистроны, особенности их конструкции. Реверсная фокусировка электронных пучков в многолучевых клистронах. Преимущества и физические причины ограничения КПД в клистронах.

## 7. Усилители О-типа с бегущей волной

Принципы широкополосного группирования и автофазировки в ЛБВ. Синхронизм. Взаимодействие с пространственными гармониками. Спиральные ЛБВ. Коэффициент усиления



Генераторные лампы с обратной волной (ЛОВ). Формирование внутренней обратной связи.

Мощные ЛБВ на цепочках связанных резонаторах (ЦСР). Секционированные ЛБВ на ЦСР с запердельными секциями. Предельно достижимые параметры. Области применения ЛБВ О-типа.

#### 8. СВЧ приборы с поперечным взаимодействием

Особенности электродинамических систем, формирующих ВЧ поля. Резонатор Каччия.

Приборы на циклотронном резонансе. Принципы группирования электронов.

Сверхмаломощные усилители. Гирокон. ЛБВ с циркулярно-поляризованной волной.

Мощные циклотронные преобразователи СВЧ энергии в постоянный ток. Области применения СВЧ приборов с поперечным взаимодействием.

#### 9. Приборы магнетронного (М) типа

Электронные траектории в скрещенных полях. Типы колебаний ВЧ-полй в электродинамической системе магнетрона. Поля колебания п-вида. Формирование электронной втулки в магнетроне. Условие равновесия границы Бриллюена. Условие отсечки Халла. Формирование спиц, условие синхронизма (Хартри) и автоселекции электронов, обратная бомбардировка катода. Магнетроны с бегущей волной коаксиальной и планарной конструкций на п-виде колебаний. Амплитроны. Коэффициент усиления.

Конкуренция видов и подавление паразитных видов колебаний. Приборы М-типа с холодной эмиссией. Предельные параметры приборов М-типа.

#### 10. Гирорезонансные приборы

Электронные пушки гирорезонансных приборов. Поливинтовые потоки. Принципы релятивистской фазировки поливинтовых электронных пучков. Условие циклотронного резонанса. Конструкции гирорезонансных генераторов и усилителей. Предельные параметры гирорезонансных приборов. Области применения.

#### 11. Приборы терагерцового (субмиллиметрового) диапазона длин волн

Особенности планарной технологии. Достигнутые параметры (частота и мощность). Области применения приборов терагерцового диапазона длин волн.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Приборы и методы исследования наноструктур и нанобъектов**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с приборами и методами исследования наноструктур и нанобъектов и подготовка к изучению нанометрологии и выполнению практикума по созданию и исследованию микро- и наносистем, а также подготовка к выполнению технологического проекта по изготовлению наноструктур.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний в области нанодиагностики;
- подготовка слушателей к выполнению практических курсов по нанотехнологиям и нанодиагностике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовую теорию и устройство растрового электронного микроскопа;
- базовую теорию и устройство просвечивающего электронного микроскопа;
- базовую теорию и устройство атомно-силового микроскопа;
- базовую теорию и устройство рентгеновского дифрактометра;
- базовую теорию и устройство оптического профилометра;
- базовую теорию и устройство эллипсометра.

##### **уметь:**

- применять полученные теоретические знания при освоении приборов и методов наносистемной техники.

##### **владеть:**



- базовой теорией наноразмерных исследований в части растровой электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, рентгеновской дифракции, оптической профилометрии и эллипсометрии.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Вводная лекция**

Понятие наноразмерных объектов. Виды наноразмерных объектов (композитные материалы, нанопорошки, мемсы, электронные компоненты). Виды и методы диагностики.

### **2. Растровый электронный микроскоп**

Физические основы растровой электронной микроскопии. Вторичная электронная эмиссия. Истинно вторичные электроны. Отраженные электроны. Контраст изображений растровой электронной микроскопии.

Устройство и работа растрового электронного микроскопа. Общее устройство микроскопа. Источник электронов. Электронная оптика. Сканирование электронным зондом. Детектор истинно вторичных электронов. Детектор отраженных электронов. Детекторы рентгеновского излучения. электронов. Информативность отраженных электронов.

Приемы работы на растровом электронном микроскопе. Выбор ускоряющего напряжения. Выбор раstra и скорости сканирования. Фокусировка и коррекция астигматизма. Калибровка растрового электронного микроскопа. Стереоскопические изображения, измерение высоты объектов.

### **3. Просвечивающий электронный микроскоп**

Приемы получения максимально контрастного изображения, получения микродифракции, коррекции астигматизма по Фурье-образу изображения аморфного материала.

### **4. Атомно-силовой микроскоп**

Физические принципы работы АСМ. Потенциал взаимодействия зонда с образцом. Режимы работы АСМ. Упругие взаимодействия. Задача Герца. Капиллярные силы. Сила Ван-дер-Ваальса. Адгезионные силы. Собственные колебания. Колебания при наличии сил трения. Колебания при наличии внешней вынуждающей периодической силы. Малые колебания кантилевера в силовом поле. Кривые подвода зонда к образцу.

Устройство АСМ. Зонд атомно-силового микроскопа. Измерительная головка и оптическая система регистрации отклонений кантилевера. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов. Система обратной связи.

Калибровка АСМ для корректного измерения рельефа поверхности. Предельное разрешение АСМ.

### **5. Рентгеновская дифракция**

Теоретические основы метода рентгенофазового анализа. Рентгеновское излучение, источники рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Основы кристаллографии. Кристаллы и их симметрия. Обратное пространство.

Первичная обработка дифрактограмм. Профильный анализ. Понятие о качественном фазовом анализе. Проведение качественного рентгенофазового анализа. Количественный рентгенофазовый анализ. Зависимость интенсивности рефлексов фазы от ее содержания в многофазной смеси. Бесстандартный количественный РФА.

Рентгеновская рефлектометрия. Особенности работы с тонкими пленками и приповерхностными слоями.

## 6. Оптическая микроскопия

Теоретические основы метода оптической микроскопии. Разрешение оптического микроскопа. Темнопольный режим в оптической микроскопии. Режим DIC контраста в оптической микроскопии.

## 7. Эллипсометрия

Понятие поляризованного света. Представление поляризованной электромагнитной волны. Основные принципы эллипсометрии. Виды эллипсометрии. Оптические схемы современных эллипсометров. Этапы эллипсометрического эксперимента. Понятие эллипсометрической модели. Основное уравнение эллипсометрии. Модель отражения от подложки с одним тонким слоем. Ограничения метода эллипсометрии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Приборы полупроводниковой микро- и наноэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- дать представление о принципах работы современных и перспективных приборов микро- и наноэлектроники;
- указать на основные физические процессы, которые определяют работу приборов;
- рассмотреть различные методы и модели для расчета характеристик приборов.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с принципами работы основных приборов микро- и наноэлектроники;
- дать навыки расчета характеристик приборов;
- рассмотреть перспективные приборы, работающие на новых физических принципах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические принципы работы современных и перспективных приборов микро- и наноэлектроники.

##### **уметь:**

- выбирать подходящую модель для расчета характеристик приборов с учетом области ее применимости.

##### **владеть:**

- способностью совершенствования существующих приборов и конструирования новых приборов.

#### **Темы и разделы курса:**

### 1. Основные сведения из физики полупроводников.

Основные сведения из физики полупроводников: зонная структура, зонная диаграмма, законы дисперсии электронов и дырок, статистика, примеси, механизмы рассеяния, генерация и рекомбинация.

### 2. Гидродинамические, классические кинетические модели и квантовые модели.

Гидродинамические модели (диффузионно-дрейфовые уравнения), классические кинетические модели (уравнение Больцмана, уравнение Власова), квантовые модели (уравнение Ландауэра-Бюттикера). Уравнение Пуассона для самосогласованного поля.

### 3. Теория p-n перехода.

P-n переход: высота барьера, обедненные области, вольтамперная характеристика (квазиуровни Ферми электронов и дырок, формула Шокли). Высокочастотные свойства p-n перехода.

### 4. Контакт металл-полупроводник.

Контакт металл-полупроводник. Омический контакт. Контакт Шоттки: обедненный слой, эффект Шоттки. Вольт-амперные характеристики контакта Шоттки: термоэлектронный, рекомбинационный и туннельные токи.

### 5. Гетеропереходы.

Гетеропереходы, их свойства и применения.

### 6. Биполярные транзисторы.

Биполярные транзисторы. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора. Коэффициент усиления тока, частота отсечки. Гетероструктурные биполярные транзисторы.

### 7. Полевые транзисторы на основе МОП-структур.

Полевые транзисторы на основе МОП-структур. Образование инверсионного слоя, вольт-амперные характеристики, высокочастотные свойства, полевая зависимость подвижности, эффекты деградации. Пороговое напряжение, подпороговый и надпороговый режимы работы. Эффекты короткого канала. Полевые транзисторы на подложке «кремний на изоляторе».

### 8. Низкоразмерные структуры.

Низкоразмерные структуры: квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Искусственные структуры и природные структуры: кремниевые нанопровода, графен, углеродные нанотрубки, фуллерены, молекулы.

### 9. Новые принципы работы и конструкции приборов наноэлектроники.

Новые принципы работы и конструкции приборов наноэлектроники: туннельные структуры, структуры с резонансным туннелированием, интерференционные структуры, структуры с одномерной и ноль-мерной проводимостью, одноэлектронные структуры, спиновые структуры.

### 10. Квантовые компьютеры и квантовая коммуникация.

Квантовые компьютеры: квантовые алгоритмы, квантовые биты, запутанные состояния, декогеренция, теорема о запрете клонирования квантовой системы, универсальный квантовый компьютер, структуры твердотельного квантового компьютера. Квантовая коммуникация.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Приемники оптического излучения**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ создания и работы приёмников оптического излучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с принципами регистрации оптического излучения и предельными параметрами;
- изучение физических основ работы фотонных и тепловых приёмников излучения;
- ознакомление с фотоприёмными устройствами (Конструкция, системы термостатирования; и т.д.).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические основы работы приёмников оптического излучения (ФП), фотоприёмных устройств (ФПУ);
- области применения ФП и ФПУ;
- предельные параметры ФП и ФПУ;
- современное состояние, научно-технические проблемы и перспективы развития ФП.

##### **уметь:**

- оценить и аргументировать применение ФП при решении конкретных задач;
- получать информацию с ФП и ФПУ и её анализировать;
- определять предельный и реально достижимый уровень параметров ФП.

##### **владеть:**

- знаниями и навыками работы с ФП и ФПУ при решении возникающих задач;

- методами проведения экспериментальных работ при поиске и создании новых типов ФП.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Тепловые приёмники излучения

Собственная фотопроводимость. Основные уравнения. Релаксация неравновесной проводимости и времена жизни. Случай линейной и квадратичной рекомбинации. «Время жизни» фотопроводимости.

#### 2. Специализированные типы ФП

Примесная фотопроводимость. Особенности работы. Режим ограничения фоном. Фотопроводимость реальных образцов. Измерение стационарной фотопроводимости. Фоторезисторы. Характеристики и параметры фоторезисторов. SPRITE-фоторезисторы.

#### 3. Метрология ФП

Материалы для ФП и их основные свойства. Методы изготовления чувствительных элементов. Конструктивное оформление неохлаждаемых и охлаждаемых фоторезисторов.

#### 4. Микроригеника ФП

Фотогальванические фотонные ФП. Образование фотоэдс. Типы фотоэдс. Вольтамперная характеристика и эквивалентная схема р-п структуры. ФП с р-п переходом. Фотовольтаический и фотодиодный режимы работы. Р-і-n фотодиоды. Фотодиоды Шоттки. Основные соотношения. Характеристики фотодиодов.

#### 5. Материалы для ФП и ФПУ

Фотодиоды с лавинным умножением. Принцип работы. Коэффициент умножения и его зависимость от коэффициентов ударной ионизации. Вольтамперная характеристика. Избыточные шумы. N-p-i-p и p-n-i-n структуры.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 силовой прием. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.
2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)
3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбозу.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-

39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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 необходимым и обоснованным выводам;
- читать научные тексты критически, отделяя главное от второстепенного, избегая плагиата.

**владеть:**

- Основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста (введение, основная часть, заключение), сверхфразовыми единствами, предложениями;
- лексико-грамматическими нормами английского языка как языка науки;
- навыками объективной оценки как своего, так и чужого академического текста.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс. Академическое письмо в высших учебных заведениях Европы, Америки и России: история и современное состояние.

Коммуникативные задачи: провести презентацию нового курса академического письма в МФТИ. Провести беседу в форме свободного общения на тему: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»

Лексика: страноведческие понятия (WAC, WID, capstone course, WI class), знакомящие с ситуацией в западных университетах.

Чтение: понимание текста на заданную тематику и чтение предложенных материалов по выбору.

Говорение: диалог-обмен мнениями о сходстве и различиях предмета академического письма в высших учебных заведениях России и западных стран.

Письмо: эссе-ответ на заданную тему.

Умения: рефлексивные - умение ответить на вопрос: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»; исследовательские - умение отобрать информацию, отвечающую на вопрос о предмете академического письма в высших учебных заведениях западных стран.

2. Процесс исследования как научная деятельность и творчество

Понятие «языков науки» (“languages of science” – С.Дариан). Гипотеза и эксперимент. Сравнение. Определение. Классификация. Числовые обозначения как активный компонент языка науки.

Коммуникативные задачи: стимулировать активное участие студентов в обсуждении великих гипотез прошлого и настоящего и интересных экспериментов. Провести научный семинар с ведущим специалистом МФТИ – кандидатом или доктором ф-м. наук на тему: «От гипотезы – через эксперимент – к результату».

Лексика: глаголы, используемые при проведении эксперимента и его описании: (design, devise, create, conduct, run, do, perform, replicate, repeat, confirm, etc). Примеры хеджирования (probably, likely, as far as we know). Обозначения скалярных и не скалярных 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Радиотехника и схемотехника**

#### **Цель дисциплины:**

познакомить студентов с основами современной радиоэлектроники и с ее применением в физическом эксперименте.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) разъяснение места и роли электронных средств наблюдения, регистрации и обработки данных в физическом эксперименте;
- 2) приобретение учащимися начальных навыков работы с электронными схемами и дальнейшее развитие умения работать с измерительными приборами;
- 3) ознакомление с методами анализа характеристик исследуемых устройств.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Принцип действия и свойства основных компонентов, образующих элементную базу аппаратных средств современной электроники.

##### **уметь:**

Проводить наблюдения и измерения с использованием аппаратных средств современной электроники.

##### **владеть:**

Основными методами теоретического рассмотрения свойств аппаратных средств современной электроники и учета влияния их характеристик на результаты экспериментального исследования.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Пассивные электрические цепи

Коэффициенты усиления для дифференциального и синфазного сигналов, входные сопротивления. Схемы на биполярных транзисторах. Генераторы стабильного тока (ГСТ). Выходной ток и выходная проводимость ГСТ. Токовые зеркала. Дифференциальные усилители с динамическими нагрузками в виде токовых зеркал. Дифференциальные усилители на полевых транзисторах.

Дифференциальные усилители как входные каскады операционных усилителей (ОУ): схемы, методы повышения входного сопротивления.

## 2. Усилители на биполярных транзисторах

Принцип обратной связи. Последовательная и параллельная обратные связи по току и по напряжению. Влияние обратной связи на характеристики усилителя. Схемы усилителей с отрицательной обратной связью. Частотная характеристика усилителя с отрицательной обратной связью.

Устойчивость усилителей с отрицательной на средних частотах обратной связью.

## 3. Генераторы синусоидальных колебаний

Условия самовозбуждения LC-генераторов синусоидальных колебаний. Условия существования стационарных колебаний. Баланс фаз и баланс амплитуд в установившемся режиме. Применение автоматического смещения. Трехточечные генераторы. Схемы генераторов.

Стабильность частоты. Кварцевая стабилизация частоты. Схемы кварцевых генераторов. RC-генераторы: схема с мостом Вина, стабилизация амплитуды и частоты колебаний.

## 4. Дифференциальные усилители

Схема операционного усилителя (ОУ) общего назначения. Основные параметры ОУ. Частотная коррекция ОУ. Схемы с применением ОУ: инвертирующий и неинвертирующий усилители, схемы сложения и вычитания, измерительный усилитель с регулируемым коэффициентом усиления, источник стабильного тока, стабилизатор напряжения, интегратор, дифференциатор, фазовращатель. Частотные характеристики линейных схем на основе операционных усилителей, диаграммы Боде.

Генераторы и формирователи сигналов на основе операционных усилителей: импульсные схемы. RC-генератор синусоидальных колебаний.

Токоразностный операционный усилитель (усилитель Нортон).

## 5. Операционные усилители

Резисторные усилители на биполярных транзисторах. Вольтамперные характеристики транзисторов. Эффект Эрли. Эквивалентные схемы с  $h$ -параметрами, Т- и П-образные

схемы. Усилители по схемам с общей базой и с общим эмиттером. Стабилизация начального режима транзистора. Эмиттерный повторитель.

Постоянные и переменные токи и напряжения в электронной схеме, теорема об эквивалентном генераторе.

Прохождение сигнала через линейный четырехполюсник: спектральный и временной подходы (интеграл Дюамеля). Примеры: дифференцирующая и интегрирующая цепи.

Поведение однокаскадного резисторного усилителя в области нижних и верхних частот, его частотная и переходная характеристики. Многокаскадный усилитель.

## 6. Резонансный усилитель

Полевые транзисторы с управляющим р–n-переходом и МОП-транзисторы с индуцированным и встроенным каналом: вольтамперные характеристики, эквивалентные схемы. Усилители на полевых транзисторах: схемы с общим истоком, с общим затвором и с общим стоком (истоковый повторитель).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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. Выразить 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). Выразить 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. Выяснять и уточнять позицию собеседника. Делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план. Написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ». Глаголы «жить», «учить», «печатать», «выполнять» с разными приставками. РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения (активизация изученной ранее лексики и расширение состава ЛСГ).

Грамматика: категория одушевлённости-неодушевлённости существительных. Имена собственные и нарицательные. Субстантивация. Трудные случаи склонения существительных и местоимений. Причастия (настоящего, прошедшего времени, пассивные, активные, полные, краткие).

Фонетика: корректировка фонетического акцента. Выразительные возможности интонации (выражение эмоций).

11. «Что-то физики в почёте, что-то лирики в загоне...»: выбор профессии

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях, специфике и условиях работы. Расспрашивать, уточнять, дополнять, выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: «Профессии», «Карьера». РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: предложный падеж с объектным значением (заботиться о детях), времени действия (при подготовке к экзамену). Виды глагола: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении.

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного (поэтического) текста.

## 12. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: формулировать определение научного понятия. Давать толкование научному факту. Составить глоссарий к научной работе, конспект печатного текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации. Общенаучная лексика и фразеология. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом который, пассивные конструкции). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: отработка фонетического чтения научного текста.

## 13. Личность в современном мире. Темп жизни. Работа и отдых. Увлечения, интересы, труд.

Коммуникативные задачи: инициировать обсуждение проблемы, высказывать свою точку зрения, выяснять мнение других участников обсуждения. Расспросить о стране, семье и профессии собеседника. Рассказать о семейных традициях и отношениях. Рассуждать о проблеме отцов и детей. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Составить письменную расширенную автобиографию, резюме. Составить тезисный план статьи. Написать эссе о проблеме семейных ценностей.

Лексика: активизация и расширение ЛСГ «Семья», «Отношения», «Профессии», «Карьера» «Увлечения». Глаголы со значением эмоциональной оценки (восхищаться, поражаться и т.д.). Глаголы «носить», «брать», «ставить», «просить» с разными приставками, речевые стереотипы (РС) согласия, несогласия, выражения собственного мнения, запроса чужого мнения; вводные слова, выражающие отношение к информации.

Грамматика: употребление глаголов на -ся со значением эмоционального состояния. Причастие. Вид глагола (трудные случаи употребления).

Фонетика: логическое (интонационно-смысловое) ударение. Корректировка фонетического акцента.

14. Человек и его личная жизнь. Проблема взаимоотношения поколений: родители и дети. Вопросы любви и брака. Семейные отношения.

Коммуникативные задачи: приветствовать, представляться, представлять кого-либо. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, события и факты биографии. Рассказать о себе, семье, родственниках. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных, семье, стране, городе. Высказать мнение. Выражать согласие/несогласие. Выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Составлять письменную автобиографию, резюме.

Лексика: ЛСГ «Семья», «Дом», «Отношения», «Город», «Страна», «Увлечения». Речевые стереотипы (РС) согласия, несогласия, выражения мнения, точки зрения, вежливого прерывания чужой речи. Этикетные формулы приветствия и прощания (все стилевые регистры).

Грамматика: склонение существительных, местоимений и прилагательных в ед. и во мн. числе. Пространственные предлоги. Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции НСВ).

Фонетика: отработка произношения сложных прилагательных и существительных (с дополнительным ударением). Корректировка фонетического акцента.

15. Художественная культура России

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; выражать и выяснять эмоциональную оценку (удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.). Написать эссе описательного типа.

Лексика: ЛСГ «Изобразительное искусство», «Эмоциональное состояние», «Глаголы движения». РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошёл музей за час), направления движения (поезд на Москву). Глаголы движения с приставками. Полные и краткие прилагательные. Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного текста (прозаического и поэтического), Корректировка фонетического акцента.

16. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: приводить и разъяснять классификацию научных явлений, взаимодействие и взаимовлияние элементов и явлений (устно и письменно). Составить глоссарий к научной работе. Конспект звучащего текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова со значением последовательности развития мысли. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделит что на что, выделил в чём что, что влияет/воздействует на что и т.п.). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: отработка фонетического чтения научного текста.

17. Научный прогресс и духовное развитие человечества. Открытия, которые изменили мир. Наука и будущее человечества.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях и увлечениях; расспрашивать, уточнять (интервью). Принимать участие в дискуссии. Написание отзыва-рекомендации и мини-статьи (научно-популярный стиль).

Лексика: ЛСГ «Профессии», «Карьера, успех», Фразеология. Стиливая дифференциация русской лексики.

Грамматика: вид глагола (обобщение). Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве. Употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

18. Технологии и личность в современном мире

Коммуникативные задачи: участвовать в обсуждении проблемы, выражать интенции согласия/несогласия, возмущения, гнева, одобрения, затруднения с ответом средствами разных языковых регистров. Написать эссе-рассуждение, письмо личного характера с заданной целью.

Лексика: ЛСГ «Гаджеты», «Изобретения». Глагол тратить, выяснять, глядеть, платить, говорить с различными приставками. Синонимический ряд «предел – рубеж – граница – окраина»; «эксперт – советник – консультант», «задача – проблема – трудность».

Грамматика: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении. Выражение временных отношений в простом и сложном предложениях; употребление предлогов книжных стилей (в связи, согласно, в течение и т.п.).

19. Путешествуем по России. География, экономика, культура.

Коммуникативные задачи: выяснять и сообщать информацию о географических, экономических и культурных особенностях страны. Расспрашивать о впечатлениях, о маршруте, о достопримечательностях. Выразить намерение, просьбу, требование, пожелание, совет различными речевыми средствами. Давать развёрнутое описание достопримечательностей. Выразить интенции благодарности/радости и др. различными языковыми средствами. Написать аннотацию статьи, эссе-описание, описание инфографики.

Лексика: собственные имена – топонимы. ЛСГ «Страна», «Климат», «Город», «Транспорт» (повторение, активизация и расширение состава).

Грамматика: употребление глаголов НСВ и СВ (повторение, трудные случаи), Формы причастий и деепричастий (повторение на материале расширенной лексики). Глаголы движения в переносном значении (не сошлись во взглядах).

## 20. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: обосновывать актуальность, социальную значимость научной проблемы, новизну, историю изучения. Написать введение к научной работе. Составить глоссарий к научной работе, конспект звучащего текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что и т.п.). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

## 21. Культура в современном мире. Весь мир – театр.

Коммуникативные задачи: выражать интенции эмоциональной и рациональной оценки, согласия/несогласия. Инициировать и вести обсуждение, аргументировать своё мнение. Вести электронную переписку. Написать статью (пост) для интернет-ресурса.

Лексика: ЛСГ «Прилагательные со значением интеллектуальной и эмоциональной характеристики», «Театр», «Мода». РС «Согласие/несогласие» (расширение лексической группы). Глаголы смотреть, звонить, положить, увлекаться с разными приставками.

Грамматика: имя существительное - род, склонение, число (повторение и обобщение, трудные случаи употребления). Стилистические функции существительных разных разрядов. Переносное употребление. Правописание корней, приставок, суффиксов и падежных окончаний существительных.

## 22. Поэт в России больше, чем поэт. Роль и место литературы в современном мире.

Коммуникативные задачи: выражать интенции возмущения, сожаления, удивления, затруднения с ответом, согласия, несогласия (различными лексическими способами). Эссе-размышление, официальное письмо-запрос.

Лексика: ЛСГ «Роды и жанры литературы», «Культурные ценности». Глаголы писать, хватать, верить с разными приставками.

Грамматика: имя прилагательное - согласование с существительными, склонение, степени сравнения (повторение и обобщение, трудные случаи употребления). Стилистические функции прилагательных. Правописание приставок (пре-, при-) и суффиксов прилагательных.

## 23. Наука и политика. Учёный и политика.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, политиках, военачальниках, исторических событиях. Выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять). Написать эссе (аргументированное рассуждение). Подготовить устное выступление полемического характера.

Лексика: ЛСГ «Политическое устройство», «Внешняя политика», глаголы со значением развития. РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости. Название общенаучных методов (классификация, анализ, синтез, сопоставление и т.п.).

Грамматика: местоимение (разряды, грамматические категории, формоизменение). Имя числительное (категории, склонение числительных разных классов – повторение, трудные случаи). Стилистическое функционирование местоимений и числительных. Правописание местоимений и числительных.

#### 24. Язык моей специальности

Коммуникативные задачи: описывать методы, приёмы, инструменты и ход эксперимента, анализа, разработки программы. Делать выводы. Написать заключение научной работы. Составить глоссарий к научной работе. Конспект звучащего текста по специальности. Давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология для описания методов, инструмента и хода исследования. Терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: активные и пассивные конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (изучать явление – явление изучается, исследовать проблему – проблема исследуется, проводить эксперимент – эксперимент проводится и т.п.). Индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

#### 25. Научный прогресс и природа: проблемы экологии. Изменение климата. Глобальное потепление.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано выразить свою точку зрения, выяснять точку зрения других участников. Разными способами выразить интенции согласия, несогласия, одобрения, возражения, эмоциональной оценки, рациональной оценки. Написать научно-популярную статью. Составить официальное письмо-запрос.

Лексика: вводные слова и конструкции, выражающие отношение к информации. РС (высокий стилевой регистр) для выражения собственного мнения, запроса мнения собеседника. Глаголы тратить, глядеть, говорить с разными приставками.

Грамматика: глагол - грамматические категории, трудные случаи употребления (вид, время, спряжение, глагольное управление). Стилистическое использование глагола. Правописание суффиксов и окончаний глаголов. Обособление вводных слов.

#### 26. «Он сказал: “Поехали!”»: человек в космосе. Освоение космического пространства.

Коммуникативные задачи: инициировать и вести дискуссию. Аргументировано выразить свою позицию. Выступать публично, подготовить презентацию (слайды). Написать проблемное эссе-рассуждение.

Лексика: ЛСГ «Космос: техника и технологии», «Космические тела и объекты». РС для участия в дискуссии (повторение и расширение лексических единиц). Стилиевая дифференциации лексики: особенности нейтральной (межстилевой) лексики и фразеологии.



Грамматика: причастие - грамматические категории и образование (повторение на расширенном лексическом материале), употребление, стилистические особенности. Обособление причастных оборотов.

27. Духовное развитие личности. Знания и вера. Наука и религия. Нравственная позиция учёного.

Коммуникативные задачи: инициировать, вести и поддерживать дискуссию. Описывать инфографику (устно и письменно), составить официальное письмо-заявление. Деловое резюме. Написать эссе-комментарий.

Лексика: ЛСГ «Религия». Стиливая дифференциация лексики: особенности книжной лексики и фразеологии.

Грамматика: наречие - разряды, особенности употребления, правописание. Деепричастие - образование, трудные случаи употребления, обособление деепричастий.

28. Наука и служение Отечеству. Гражданская позиция учёного.

Коммуникативные задачи: инициировать, вести и поддерживать дискуссию. Выступать публично с опорой на презентацию (слайды и др. визуальный ряд). Аргументировано выражать свою позицию, разъяснять, пояснять точку зрения. Выяснять и уточнять позицию собеседника. Описывать инфографику. Составить служебную записку. Написать открытое письмо проблемного характера.

Лексика: отличительные особенности научной лексики и фразеологии, закономерности употребления, словообразовательные маркеры. Выразительные средства языка в разных стилях.

Грамматика: служебные части речи (союзы, предлоги, частицы, междометия) - трудные случаи употребления, правописание, знаки препинания.

29. Подготовка к защите выпускной работы. Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы.

Коммуникативные задачи: формулировать тему, цель, задачи, определять объект и предмет исследования. Обосновывать целесообразность, новизну, актуальность, практическую ценность и теоретическую значимость работы. Описывать структуру и краткое содержание дипломной работы. Делать выводы, описывать результаты работы.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы.

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля. Конструкции с несколькими существительными в родительном падеже. Синтаксис и пунктуация простого предложения: тип в простом предложении, предложения с однородными членами.

30. Реферативный обзор и цитирование

Коммуникативные задачи: писать реферативный обзор (реферат на основе нескольких источников). Цитировать разными способами (парафраз, прямое цитирование, косвенное цитирование).

Лексика: научная лексика и фразеология для ввода цитат.

Грамматика: синтаксис и пунктуация простого предложения. Обособления. Знаки препинания при прямой речи.

### 31. Описание экспериментальной (практической) части работы

Коммуникативные задачи: описывать методы исследования, инструментарий, этапы и содержание практической части работы.

Лексика: глаголы научно-исследовательской деятельности, научные клише для описания практической части исследовательской работы.

Грамматика: глагольное управление, пассивные конструкции для описания эксперимента. Синтаксис и пунктуация сложного предложения: сложносочинённые предложения, бессоюзие.

### 32. Защита дипломной работы. Искусство презентации.

Коммуникативные задачи: выражать интенции в устной речи - благодарность, просьба, уточнение, согласие/несогласие, затруднение с ответом (научная коммуникация). Подготовить текст доклада (устного выступления), тезисы доклада, визуальную поддержку (слайды); выступать публично. Принимать участие в обсуждении, научной дискуссии.

Лексика: РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос, ответ, внимание).

Грамматика: использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении. Синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Семинар по квантовой электронике**

#### **Цель дисциплины:**

- приобретение студентами знаний в области квантовой электроники, связанных со взаимодействием излучения и вещества и основными принципами построения и работы лазеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- развитие у студента понимания процессов, происходящих при взаимодействии излучения с веществом с квантовых позиций;
- освещение физики работы лазера;
- классификация лазеров различных типов и объяснение особенностей их работы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы теории физики, строения, применения лазеров.

##### **уметь:**

- на основании полученных знаний проектировать лазерные системы для различных применений, анализировать их работу и практическую полезность для применения в области квантовой электроники.

##### **владеть:**

- физико-математическим аппаратом, описывающим основные физические явления, происходящие в материалах и объектах квантовой электроники.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Элементарная квантовая теория.

Вещество как система многих частиц. Уравнение Шредингера и зависимость волновой функции от времени. Современные теоретические методы в квантовой теории излучения. Теория возмущений как основной математический аппарат. Многообразие формулировок теории возмущений. Матричная формулировка теории возмущений на основе алгебры проекторов. Гамильтониан квантовой частицы. Расчет волновых функций состояния частицы.

## 2. Квантовая теория излучения.

Понятие о квантовом излучении. Формула Планка и коэффициенты Эйнштейна. Гармонический осциллятор (квантовый и классический). Собственные состояния и вектора. Операторы рождения и уничтожения частиц и их алгебраические свойства.

## 3. Квантовая теория свободного электромагнитного поля.

Общая характеристика и свойства электромагнитного поля в стационарном состоянии. Разложение электромагнитного поля по свободным типам колебаний. Понятие электромагнитного вакуума. Состояния квантованного поля излучения.

## 4. Взаимодействие поля излучения с атомными и молекулярными средами.

Поглощение, переизлучение, рассеяние. Функции пропускания и прямые методы расчета прозрачности среды. Влияние среды на параметры распространяющегося излучения (спектральное распределение интенсивности и ширина излучения, форма контура линии излучения). Фазовые соотношения в процессах поглощения и испускания. Матричный элемент оператора в базисе волновых функций – основа математического формализма фундаментальной квантовой теории. Правила отбора для матричных элементов. Вероятности мультипольных переходов. Операторы взаимодействия.

## 5. Основные принципы работы лазера.

Введение в теорию лазеров. Лазер как оптический генератор. Физика работы лазера. Режимы работы лазера.

## 6. Различные типы лазеров.

Описание лазеров различных типов. Различия в принципах их работы. Области применения различных лазеров.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Семинар по наноэлектронике и квантовым компьютерам**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с современными и перспективными технологиями и устройствами микро- и наноэлектроники. Особенностью курса является непосредственное участие слушателей в работе еженедельных научных семинаров ФТИАН.

#### **Задачи дисциплины:**

- введение слушателей в сферу передовых разработок в области технологических процессов и устройств наноэлектроники;
- знакомство с новыми идеями и концепциями в области наноэлектроники;
- обучение основным принципам и культуре научного диспута с применением уже полученных базовых знаний для приобретения дополнительных знаний по наноэлектронике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные направления теоретических и экспериментальных исследований в области наноэлектроники;
- преимущества и недостатки технологии, математической модели, и экспериментальной реализации того или иного направления, обсуждаемого в рамках семинарских занятий;
- основные достижения конкретных научных коллективов (как отечественных, так и зарубежных), работающих в сфере микро- и наноэлектроники.

##### **уметь:**

- объективно анализировать предлагаемую информацию по теме курса;
- формулировать вопросы к авторам сообщений и докладов, выступающим на семинаре, и поддерживать научную дискуссию по теме курса;

- формировать свою позицию (особенно по спорным и открытым темам, например, связанным с различными интерпретациями некоторых квантовых явлений) и грамотно ее обосновывать;
- самостоятельно развивать обсуждаемую тему в рамках знаний, полученных в ходе обучения на базовой кафедре.

**владеть:**

- культурой научного диспута и умением вести продуктивные дискуссии по теме курса;
- техникой конспектирования, критического анализа и адаптации предлагаемой информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Магниторефрактивный эффект

Магниторефрактивный эффект и магнитооптические эффекты для исследования наноструктур.

2. Варизонные структуры

Электронные и оптические свойства варизонных наноструктур.

3. Алмазные структуры

Оптимизация свойств алмазных структур с NV-центрами.

4. Квантово-механическая и континуальная модель

Квантово-механическая и континуальная модели магнитной динамики антиферромагнитных частиц.

5. Резонансная запутанность

Эффект резонансной запутанности квантовых битов.

6. Моделирование детекторов

Моделирование наноэлектромеханических детекторов терагерцевого излучения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Семинар по твердотельной электронике**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов практических навыков и опыта применения базовых знаний в решении научно-практических задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базы знаний по вопросам функционирования, расчета и конструирования полупроводниковых приборов;
- привитие навыков к развитию новых подходов при постановке и решении задач фундаментального и прикладного значения;
- дать студентам знания в области наиболее важных практических приложений полупроводниковых приборов и устройств в науке, технике и технологиях;
- привить студентам навыки развития новых подходов к постановке и решению задач фундаментального и прикладного значения;
- привить студентам навыки к развитию новых подходов к постановке и решению экспериментальных задач исследований электрофизических свойств твердых тел современными методами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- природу физических процессов в полупроводниковых структурах применительно к их функциональной роли.

##### **уметь:**

- самостоятельно ставить и решать задачи по теоретическому исследованию физических явлений в полупроводниковых приборах.

##### **владеть:**

- навыками проведения экспериментальных исследований процессов в полупроводниковых приборах и оценки возможностей их приложений.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Общие сведения о полупроводниковых наноструктурах

Общие сведения о полупроводниковых наноструктурах и низкоразмерных электронных системах. Квантовые размерные эффекты.

#### 2. Размерное квантование

Размерное квантование. Квантовые ямы (КЯ) в гетероструктурах, волновые функции и спектр электрона в прямоугольной и квазитрехугольной яме, двумерные подзоны, условия наблюдения размерного квантования.

#### 3. Системы с 2D электронным газом

Системы с 2D электронным газом : пленки полуметаллов (висмут), МДП-структуры на основе кремния, селективно легированные гетероструктуры, гетероструктуры с квантовыми ямами, сверхрешетки, графен.

#### 4. Полевые транзисторы

Полевые транзисторы с двумерным с 2D электронами.

#### 5. Двумерная оптика и электроника

2D оптика и электрооптика. Примеры, применение.

#### 6. Межзонное поглощение в квантовых ямах

Межзонное поглощение в квантовых ямах. 2D экситон: энергия связи и влияние электрического поля, квантово-размерный эффект Штарка и его применения в оптических КЯ- модуляторах.

#### 7. Туннелирование

Резонансное туннелирование. Туннельный диод Esaki.

#### 8. Проводимость 2D систем

Проводимость 2D систем – 1. Квантовый точечный контакт и квантование баллистической проводимости, условия наблюдения. Формула Ландауэра.

#### 9. 2D проводимость и контактанс в магнитном поле

Проводимость 2D систем – 2. 2D проводимость и контактанс в магнитном поле: тензор 2D проводимости и тензор 2D сопротивления в классически сильных магнитных полях. Квантующие магнитные поля и эффект Шубникова-де Гааза.

#### 10. Квантование Ландау

Проводимость 2D систем – 3. Квантование Ландау. Скачущие орбиты и краевые токи. Квантовый эффект Холла в графене. Представление о дробном квантовом эффекте Холла.

#### 11. Межэлектронное взаимодействие



Межэлектронное взаимодействие. Межэлектронное взаимодействие в объемных системах и 2D системах (в наноструктурах). Параметр межэлектронного взаимодействия в вырожденных и невырожденных системах.

## 12. Цепи

Элементы электрических цепей.

## 13. Операционный усилитель

Идеальный операционный усилитель и схемы на его основе.

## 14. Характеристики усилителей

Характеристики реальных операционных усилителей.

## 15. Приборы и методы твердотельной электроники

Электронные ключи, компараторы и цифро-аналоговые преобразователи. Цифровая измерительная техника. Основные методы измерения электрических сигналов. Измерения малых напряжений, измерения низкоомных объектов. Измерение малых токов. Измерение потенциалов высокоомных объектов, электрометрические измерения. Измерение дифференциального сопротивления и нелинейных вольт-амперных характеристик. Наводки.

Методы измерения и стабилизации температуры. Особенности проведения измерений при низких температурах. Ввод данных в компьютер и системы автоматизации измерений.

Нестандартные методы проведения электрофизических измерений и ошибки экспериментаторов.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### Семинар по фотонике

#### Цель дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области фотоники, включая квантовую электронику, интегральную и нелинейную оптику.

#### Задачи дисциплины:

- знакомство с нелинейными преобразованиями излучения;
- получение знаний для осмысленного разрушения кристаллов;
- понятия о лазерной колоримеррии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- теоретические основы комбинационного и вынужденного рассеяния;
- принципы генерации гармоник;
- основы разрушения кристаллов;
- основы измерения термических коэффициентов в кристаллах.

##### уметь:

- самостоятельно изучать литературу и научные статьи по фотонике;
- разбираться в основных методах, используемых в квантовой электронике, нелинейной, волоконной и интегральной оптике.

##### владеть:

- теоретическими моделями, используемыми для описания процессов и явлений различных областей фотоники.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Нелинейное преобразование лазерного излучения в волоконных световодах**

Комбинационное рассеяние света (вынужденное и спонтанное). Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна, Четырехволновое смешение лазерного излучения. Фазовая самомодуляция лазерного излучения.

### **2. Нелинейное преобразование излучения в кристаллах**

Генерация 2ой гармоники иттербиевого волоконного лазера. Генерация 3ей гармоники иттербиевого волоконного лазера.

### **3. Лазерная колориметрия**

Измерение коэффициента поглощения в нелинейно-оптическом кристалле. Измерение коэффициента теплообмена (с окружающей средой) в нелинейно-оптическом кристалле в условиях нелинейного преобразования.

### **4. Импульсное лазерное излучение**

Физические принципы генерации импульсного лазерного излучения пикосекундной длительности.

### **5. Оптическое разрушение кристаллов в условиях нелинейного применения лазерного излучения**

Оптическое разрушение кристаллов в условиях нелинейного применения лазерного излучения.

### **6. Образование точечных дефектов в кристалле в условиях генерации УФ излучения**

Образование точечных дефектов в кристалле в условиях генерации УФ излучения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Современные методы исследования**

#### **Цель дисциплины:**

- расширение первоначальных знаний студентов в выборе современных методов исследования для решения задач, связанных с исследованием различных материалов, а также их физических свойств.

#### **Задачи дисциплины:**

- расширение кругозора студентов в теме современных методов лабораторных исследований. Ознакомление с возможностями, особенностями и физическими принципами работы оборудования. Обозначить цели, задачи и перспективы использования измерительных приборов различных типов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные типы современных методов исследования и приборов на их основе. Знать физические принципы и ограничения методов, а так же основные цели их применения и перспективы развития.

##### **уметь:**

проводить оценки параметров и диапазонов работы основных типов приборов, описанных в данном курсе.

##### **владеть:**

представлениями о физических принципах измерений и получения информации с помощью современных лабораторных приборов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основные принципы измерений

Основные измеряемые параметры. Виды измерений. Характеристики измерительных приборов.

Общий принцип измерений. Калибровка. Погрешности. Типы шумов.

## 2. Получение скоростных изображений

Приемники изображений. Электронно-оптические преобразователи. Принцип скоростной фотосъемки. Стрик-изображения. Общая эффективность оптической системы. Синхронизация быстрых процессов.

## 3. Оптическая спектроскопия

Принцип работы спектрального прибора. Спектроскопия поглощения. Спектроскопия излучения.

Лазерная спектроскопия.

## 4. ИК-Фурье спектроскопия

Принцип работы ИК-Фурье спектрометра. Преимущества и ограничения ИК-Фурье спектроскопии. Принципы получения и расшифровки спектра.

## 5. Электронная микроскопия

Источники электронов. Растровый электронный микроскоп. Элементный анализ образцов.

Просвечивающий электронный микроскоп. Особенности работы и ограничения. Перспективы электронной микроскопии.

## 6. Атомно-силовая микроскопия

Принцип атомно-силовой микроскопии. Виды сканирования поверхности. Возможности использования различных кантиллеров. Сканирующий туннельный микроскоп. Комбинированные методы исследования поверхности.

## 7. Масс спектрометрия

Основные типы масс-анализаторов. Времяпролетный масс спектрометр. Секторный магнитный масс спектрометр. Квадрупольный масс спектрометр. Омегатронный масс-спектрометр.

Масс-спектрометр ионно-циклотронного резонанса.

## 8. Магнитная радиоспектроскопия

Гиромангнитное отношение. Электронный и ядерный  $g$  – фактор. Эффект Зеемана. Принцип работы ЯМР спектрометра. Принцип работы ЭПР спектрометра. Спиновые эффекты.

#### 9. Рентгеноструктурный анализ

Условие Вульфа-Брэгга. Принцип рентгеноспектрального микроанализа. Рентгенодифрактометрический метод. Метод Лауэ. Метод Дебая — Шеррера. Дифракционная рентгеновская томография.

#### 10. СВЧ интерферометрия

Принцип СВЧ интерферометрии. Типы СВЧ интерферометров. Особенности объекта измерений и ограничения метода.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Современные методы математического моделирования**

#### **Цель дисциплины:**

• повышение уровня математического образования студентов при одновременном укреплении навыков их абстрактно-логического и ассоциативно-философского мышления и ознакомлении с практикой математического моделирования, которое дифференцируется от прикладной математики и технического исполнения вычислительных экспериментов. С учетом специфики кафедры функциональной наноэлектроники сделан акцент на применение методов математического моделирования в предметной области технологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение математического базиса наиболее значимых средств формализации и средств численного моделирования;
- овладение студентами навыками систематического мышления, в частности, при концептуализации технологии микро- и наноэлектроники;
- выработка опыта в самостоятельном исследовании сложных систем и явлений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- специфику математического моделирования в отношении физического, в отношении численных методов, в отношении прикладной математики;
- методы концептуального проектирования;
- математические основы метода конечных элементов, клеточных автоматов и генетических алгоритмов.

##### **уметь:**

- классифицировать компоненты математической модели;
- проводить процедуры обезразмеривания и идентификации параметров;
- правильно ставить вычислительный эксперимент.

**владеть:**

- общематематическими пакетами (MATLAB);
- современными методами научной визуализации;
- САПР мультифизики (COMSOL).

**Темы и разделы курса:**

## 1. Роль моделирования в науке

Физическое и математическое моделирование. Взаимодействие с прикладной и чистой математикой. Абстрагирование и идеализация.

## 2. Типовой маршрут математического моделирования

Классификации математических моделей (ММ). Предметная зависимость ММ.

## 3. Элементы системного анализа

Системный подход к изучаемому объекту. Системная организация процесса моделирования. Иерархия моделей.

## 4. Структура современной математики

Применение матриц и тензоров в науке. Качественная теория дифференциальных уравнений. Спектральные и операторные методы. Теория оптимального управления.

## 5. Фундаментальные понятия вычислительной математики

Конечные разности. Виды погрешностей. Метрические пространства. Точность аппроксимации, сходимости и устойчивость. Явные и неявные схемы. Эмпирический характер численных методов.

## 6. Типичные задачи и методы вычислительной математики.

Методы интерполяции и экстраполяции. Линейные уравнения. Поиск собственных значений матриц. Решение задачи Коши для ОДУ. Решение алгебраических уравнений и градиентные методы поиска экстремумов. Краевые задачи для уравнений математической физики.

## 7. Методы построения сеток в симуляторах.

Конечные разности на треугольных сетках. Сплайны. Метод конечных элементов.

## 8. Нейросетевые модели.

Модели клеточных автоматов. Введение в теорию нейронных сетей. Генетические алгоритмы и их связь с обучением нейронной сети. Методы типа Монте-Карло.

## 9. Обзор общецелевых математических пакетов САПР.

Символьные вычисления в Maple. Пакет Mathematica. Пакет MATLAB. Пакет FEMLAB. Пакет MathCad.



10. Программные аспекты реализации модели на ЭВМ.

Роль интерфейса. Проверка корректности алгоритмизации с помощью тестовых примеров.

11. Проблема идентификации параметров модели. Методы верификации и оптимизации.

Экспертные оценки. Введение «подгоночных» коэффициентов. Учет погрешности эксперимента.

12. Планирование вычислительного эксперимента. Прагматический подход к математическому моделированию.

Причины неудач моделирования. Проверка адекватности модели. Генерация и оформление нового научно-технического знания

13. ММ микро- и нанoeлектроники.

Модели аналоговых и логических элементов. Элементы системотехники. Языки моделирования SPICE и VHDL. Макромодели.

14. ММ в физике и химии.

Обтекание газом крыла самолета. Солитоны. Исследование химических реакций. Элементы квантово-химического моделирования.

15. ММ в биологии, генетики и экологии.

Модели типа «хищник-жертва». Модели дрейфа генов. Имитационное моделирование города (по Дж. Форрестеру).

16. ММ в гуманитарных науках.

Модель межотраслевого баланса Леонтьева. Модели в психологии/антропологии и социологии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Современные проблемы микроэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области микро- и нанoeлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление слушателей с основными физическими и физико-химическими явлениями применяемыми в технологических процессах в микроэлектронике;
- знакомство с модуляцией излучения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические и химические основы технологических операций в микро и нанoeлектронике;
- физические параметры характеризующие технологические операции;
- технические и физические основы конструктивного исполнения технологического оборудования;
- влияние физических параметров технологических операций на параметры физической структуры элементной базы и изделий в целом в микро и нанoeлектронике.

##### **уметь:**

- проводить анализ влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и нанoeлектроники;
- применять статистические методы анализа для оценки качества проведения технологических процессов;
- планировать и проводить эксперименты при разработке технологических процессов микро и нанoeлектроники.

##### **владеть:**

- первичными навыками разработки технологических операций и технологических процессов микро и наноэлектроники;
- первичными навыками работы на технологическом оборудовании;
- основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов;
- основными методами проведения экспериментов при разработке технологических процессов микро и наноэлектроники.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Каналы информационного обмена

Физические принципы построения акустических каналов информационного обмена в твердотельной электронике.

#### 2. Квантово-химические расчеты

Квантово-химические расчеты некоторых кремниево-кислородных кластеров вида  $\text{Si}_n\text{O}_m$ .

#### 3. Технологии КМОП

Разработка и исследование Дельта-сигма АЦП по технологии КМОП с проектными нормами 90нм.

#### 4. Вакуумированные микрообъемы

Физико-технологические особенности формирования вакуумированных микрообъемов в МЭМС.

#### 5. ReRAM элемента памяти

Исследование физических принципов функционирования ReRAM элемента памяти.

#### 6. КМОП СБИС

Анализ особенностей технологического маршрута изготовления КМОП СБИС с проектными нормами 32нм и 45нм.

#### 7. Электронно-лучевая литография

Технология электронно-лучевой литографии для уровня 45 нм.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Современные технологии численного моделирования в инженерных задачах**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов практических навыков и опыта применения базовых знаний в решении научно-практических задач;
- освоение методов математического моделирования при изучении объектов различной природы.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с основными принципами применения математических методов и моделей;
- овладение основными принципами по организации, планированию и реализации эксперимента;
- изучение моделей методами математической статистики;
- приобретение навыков интерпретации и применения моделей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы математического моделирования объектов для различных сфер науки, техники и управления;
- теоретические основы численных методов;
- принципы математической статистики.

##### **уметь:**

- применять методы моделирования, стандартные математические модели для решения прикладных задач;
- разрабатывать новые математические модели и оценивать их адекватность и точность;
- использовать полученные результаты в научной деятельности.

**владеть:**

- навыками применения методов математического моделирования при изучении объектов различной природы.

**Темы и разделы курса:****1. Введение. Классификация моделей и методов решения задач.**

Предмет дисциплины. Роль математических методов и моделей в объяснении явлений и процессов в физическом мире. Понятие закона, закономерности и модели в науке.

Применение математических методов и моделей. Связь предмета с другими специальными дисциплинами.

Понятие модели. Основы моделирования. Структуризация. Разновидности моделей. Проведение планирования численного эксперимента.

Характеристика процессов моделирования. Определение структуры, входных и выходных данных. Оценка качества модели.

**2. Статистический анализ: теория распределений.**

Проведение эксперимента, пространство выборки и результат. Статистика и вероятность. Повторение испытаний. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Сбор и анализ данных. Сжатие данных.

Функция плотности и функция распределения. Многомерные распределения.

Кривые распределения и их виды. Меры расположения и рассеяния.

Виды стандартных распределений (пуассоновское, биномиальное, логарифмическое, гипергеометрическое, нормальное, ряды Грамма-Шарлье, семейство распределений Пирсона, распределение Коши). Распределение Стьюдента, Фишера.

Многомерное нормальное распределение.

**3. Критерии значимости, критерии согласия.**

Согласованность теоретической модели с данными опыта. Доверительный интервал. Критерии значимости.

Критерии согласия. Классификация оценок. Методы нахождения оценок параметров распределения. Метод максимума правдоподобия. Метод минимума.

**4. Дисперсионный анализ.**

Основы теории общей линейной модели. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Адекватность модели. Статистические выводы: критерии значимости и критерии согласия.

#### 5. Регрессионный и корреляционный анализы.

Простая линейная регрессия и корреляционный анализ. Множественная линейная регрессия, частная и множественная корреляция. Показатель корреляции рангов. Ранг случайной величины.

Множественная корреляция. Корреляционная матрица. Вычисление значений зависимого признака на основе регрессии. Метод наименьших квадратов. Уравнения параболического вида. Логарифмические и степенные функции.

#### 6. Методы многомерного статистического анализа.

Анализ выбросов. Проверка гипотез о векторах средних. Классификация в случае двух популяций. Классификация в случае  $n$  популяций. Пошаговый дискриминантный анализ. Кластерный анализ.

#### 7. Оптимизационные модели.

Постановка задачи и понятие оптимизационной модели. Структура оптимизационной модели. Линейные статистические модели и линейное программирование. Формулировка задач и их графическое решение.

Алгебраический метод решения оптимизационных задач и симплекс-метод. Базисное решение. Условие оптимизации. Прикладные программы для решения задач методами линейного программирования.

#### 8. Статистический анализ временных рядов.

Тренды, лаги и сглаживание рядов динамики. Модели авторегрессии. Методы теории случайных процессов для анализа временных рядов.

#### 9. Применение стандартных программных пакетов.

Применение стандартных программных пакетов прикладных программ и систем для решения задач по статистической обработке и моделированию.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Стохастические процессы**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование базовых знаний по теории случайных (стохастических) процессов для дальнейшего использования в разнообразных приложениях, -формирование математической культуры и исследовательских навыков при изучении вероятностных моделей эволюции (динамики) систем, актуальных для физики, химии, биологии, радиотехники, экономики, финансовой математики и др.,
- овладение методами анализа случайных явлений и процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков, связанных с применениями теории стохастических процессов,
- свободное владение базовыми понятиями, формулами и классическими схемами,
- знание основных теорем и границ их применимости,
- развитие умения строить математические модели, отражающие те или иные стороны динамики случайных явлений, и судить об адекватности моделей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- определения и свойства основных объектов изучения теории стохастических процессов, формулировки наиболее важных утверждений, методы их доказательств, возможные сферы приложений, в том числе:
- понятие случайного процесса, определения эквивалентности процессов,
- определения конечномерных распределений, функции среднего, ковариационной функции,
- важнейшие классы процессов (гауссовские, с независимыми приращениями, мартингалы,
- марковские, процессы второго порядка, стационарные),

- определение и свойства пуассоновского процесса,
- определение и свойства винеровского процесса.

#### **уметь:**

- решать задачи вычислительного и теоретического характера в области теории случайных процессов, устанавливать взаимосвязи между вводимыми понятиями, применять и доказывать основные теоремы и формулы, в том числе:
- находить числовые характеристики распределений процессов,
- выяснять принадлежность процесса определенному классу,
- выявлять наличие и находить спектральную плотность стационарной последовательности,
- доказывать эквивалентность разных определений винеровского процесса,
- доказывать недифференцируемость траекторий броуновского движения,
- применять теорему Колмогорова о существовании непрерывной на отрезке модификации.

#### **владеть:**

- разнообразным математическим аппаратом, подбирая сочетания различных методов, для описания и анализа стохастических моделей динамики, в том числе:
- основными приемами внесения предельного перехода под знак интеграла Лебега,
- использованием различных видов сходимости последовательностей случайных величин,
- аппаратом условных математических ожиданий для уверенного применения их свойств,
- методами вычисления стохастического интеграла, основанными как на аппроксимационной схеме, так и применении формулы Ито.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Примеры процессов. Конечномерные распределения.

Случайный процесс как параметризованное семейство случайных величин на одном вероятностном пространстве. Элементарная конструкция последовательности независимых величин. Примеры процессов, основанные на последовательностях независимых случайных величин (случайные блуждания, ветвящийся процесс Гальтона-Ватсона, процессы восстановления, модель страхования Крамера-Лундберга). Процессы с дискретным и непрерывным временем. Траектории процесса. Понятие эквивалентности процессов. Конечномерные распределения. Эквивалентные формулировки фундаментальной теоремы Колмогорова о построении случайного процесса по семейству

согласованных вероятностных мер в терминах функций распределения и характеристических функций.

## 2. Процессы с независимыми приращениями. Гауссовские процессы.

Понятие процесса с независимыми приращениями, примеры и контрпримеры. Существование таких процессов в терминах характеристических функций приращений. Пуассоновский процесс постоянной интенсивности. Явная конструкция такого процесса по последовательности независимых показательных величин и доказательство независимости его приращений. Многомерное нормальное распределение, его свойства. Гауссовские процессы. Построение согласованных распределений по функции среднего и ковариационной функции. Броуновское движение (винеровский процесс), его простейшие свойства. Доказательство эквивалентности двух определений (как гауссовского процесса и процесса с независимыми приращениями). Существование модификации процесса с траекториями, непрерывными на полупрямой. Построение броуновского движения по функциям Шаудера и последовательности независимых стандартных нормальных величин. Теорема Пэли-Винера-Зигмунда о недифференцируемости траекторий броуновского движения.

## 3. Условное математическое ожидание. Мартингалы, марковские моменты.

Аппарат условных математических ожиданий (умо). Существование и основные свойства умо. Наилучший прогноз в среднем квадратичном как ортогональная проекция в гильбертовом пространстве. Примеры явного вычисления умо. Понятия фильтрации  $\sigma$ -алгебр и фильтрованного вероятностного пространства. Естественная фильтрация для процесса с дискретным и непрерывным временем. Мартингалы (субмартингалы), примеры с дискретным и непрерывным временем. Марковские моменты и моменты остановки. Игровая интерпретация. Теорема об опциональной остановке. Задача о разорении игрока.

## 4. Марковские процессы.

Эквивалентные определения марковского процесса. Примеры марковских и немарковских процессов. Марковость процесса с независимыми приращениями. Понятие цепи Маркова с дискретным и непрерывным временем. Эквивалентность определений пуассоновского процесса как процесса с независимыми приращениями и марковской цепи с непрерывным временем. Матрица переходных вероятностей однородной цепи, ее свойства. Существование цепи с заданной матрицей переходных вероятностей и начальным распределением.

Стационарное распределение цепи. Эргодическая теорема.

## 5. Стационарные процессы.

Понятия стационарности процесса в широком смысле и узком (строгая стационарность). Понятие интеграла по ортогональной случайной мере. Теорема Карунена. Теоремы Герглотца и Бохнера-Хинчина как предпосылки существования спектрального представления стационарных в широком смысле процессов. Процесс белого шума и процессы скользящего среднего. Строгая стационарность марковской цепи при наличии стационарного распределения. Примеры отношений между разными понятиями стационарности.

## 6. Элементы стохастического анализа.

Понятие стохастического интеграла Ито. Построение интеграла на полупрямой и интеграла с переменным верхним пределом. Основные свойства интеграла. Формула Ито и возможность вычисления интеграла. Процессы Ито. Понятие стохастического дифференциального уравнения и его сильного решения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Твердотельная волновая электроника**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов понимания физических принципов работы устройств волновой электроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с физическими основами волновой электроники;
- развитие у студентов умения применять физические эффекты для практического использования;
- обзор основных направлений развития современной волновой электроники и помощь в выборе темы бакалаврской работы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические принципы работы устройств волновой электроники.

##### **уметь:**

- приближенно определять основные характеристики волновых процессов в твердом теле.

##### **владеть:**

- основами расчета и конструирования устройств волновой электроники.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение

Плоская волна. Фазовая и групповая скорости. Двумерный волновод. Дисперсия. Отражение от границы в одномерном случае. Импеданс. КСВ. Типы симметрии кристаллов. Связь симметрии кристалла и вида тензоров его материальных констант.

## 2. Волновое уравнение упругой среды

Определение тензоров механического напряжения и деформации. Тензор модулей упругости. Обозначения Фойгта. Решение волнового уравнения для бесконечной среды. Тензор Кристоффеля.

## 3. Объемные волны в упругой среде

Продольные и поперечные волны. Поверхность обратных скоростей. Фазовая и групповая скорости плоской волны в анизотропной упругой среде. Пьезоэлектрическая среда. Ужестчение упругих модулей. Тензор Кристоффеля для пьезоэлектрической среды.

## 4. Поверхностные волны в упругой среде

Поверхностные акустические волны (ПАВ). Вывод уравнений и основные свойства волн Рэлея, Гуляева-Блюстейна. Влияние анизотропии.

## 5. Упругие волны в слоистых средах

Отражение объемных и поверхностных волн от границ раздела и неоднородностей. Волны Лэмба. Волны Лява.

## 6. Поглощение акустических волн

Механизмы взаимодействия объемных акустических волн с электронами проводимости в полупроводниках. Приближение Ландау-Румера. Приближение Ахиезера. Электронное поглощение и усиление объемных и поверхностных волн.

## 7. Акустоэлектроника

Акустоэлектрический эффект. Влияние электронов в полупроводнике на скорость звука. Акустоэлектронное взаимодействие в магнитном поле. Акустомагнитоэлектрический эффект. Акустотермические эффекты.

## 8. Приборы акустоэлектроники

Акустоэлектронные устройства на объемных акустических волнах: линии задержки, резонаторы, фильтры. Акустоэлектронные устройства на поверхностных акустических волнах: многоотводные и дисперсионные линии задержки, резонаторы, фильтры, конвольверы и корреляторы.

## 9. Акустооптика

Акустооптическое взаимодействие в твердых телах, режимы Брэгга и Раман-Ната. Акустооптические устройства: deflectоры, модуляторы, фильтры.

## 10. Спин-волновая электроника

Магнитные кристаллы. Энергия магнитоупорядоченного кристалла, объемное и релятивистские взаимодействия. Спиновые волны. Магнитоупругое взаимодействие. Поверхностные магнитостатические волны. Приборы спин-волновой электроники.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Твердотельные квантовые компьютеры**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с теоретическими и экспериментальными основами реализации квантовых вычислений, а также изучение специальных вопросов квантовой механики, теории квантовых алгоритмов и связи, квантовой коррекции ошибок. Рассматриваются основные направления экспериментальных исследований, ориентированные на реализацию принципов обработки квантовой информации. Разбираются как уже существующие, так и новейшие квантовые схемы, разрабатываемые в ходе проектирования элементной базы полномасштабных квантовых компьютеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями базовых знаний в области современной квантовой теории информации;
- приобретение слушателями базовых знаний в области современной экспериментальной квантовой информатики;
- освоение навыков критического анализа конкретных моделей полномасштабных квантовых компьютеров;
- подготовка слушателей к проектированию простейших квантовых сетей, пониманию физических основ процессов, обеспечивающих выполнение квантовых вентилей и алгоритмов, к их моделированию и оптимизации;
- стимулирование самостоятельной работы слушателей с оригинальными работами, публикующимися в отечественных и зарубежных научных журналах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы квантовых вычислений; общую структуру квантового компьютера; существующие квантовые алгоритмы факторизации, поиска и моделирования; отличия квантового компьютинга от классического; основные проблемы, возникающие при разработке элементной базы квантовых компьютеров и квантовых сетей, и способы их решения; преимущества и недостатки существующих прототипов квантовых компьютеров.

**уметь:**

- решать элементарные квантовомеханические уравнения, описывающие динамику одного и двух кубитов; оценивать время выполнения квантовых операций (тактовую частоту кубита и регистра) и времена потери когерентности для конкретной физической реализации квантового компьютера; представлять основные элементы квантовых вентилях, операций, транспортировки информации, телепортации, коррекции ошибок в виде квантовых схем.

**владеть:**

- методом вторичного квантования для квантового-полевого описания кубитов и управляющих импульсов; методами составления уравнений для учета квантовых диссипативных процессов в квантовых битах; основами квантовой схемотехники.

**Темы и разделы курса:****1. История квантовых вычислений и основные задачи квантовой информатики**

Экскурс в историю квантовой механики и классической информатики. Предпосылки, обусловившие возникновение идеи квантовой обработки информации. Разбиение вычислительных задач по классам сложности. Определения и термины квантовой информатики. Основные цели и задачи квантовой информатики. Критерии ДиВинченцо, определяющие пригодность физической системы для построения квантового компьютера. Принципиальная схема архитектуры квантового компьютера. Примеры физической реализации элементов квантовых вычислений.

**2. Квантовый бит и основные однокубитные вентили**

Формализация описания состояния и эволюции квантового бита (кубита) в рамках матричного подхода. Способы представления квантового состояния кубита при помощи а) бинарных столбцов, б) дираковских кэт- и бра-обозначений и в) параметризации на сфере Блоха. Способы представления однокубитных вентилях при помощи а) двурядных матриц, б) проекционных операторов Дирака и в) операторов поворота на сфере Блоха. Основные однокубитные вентили и их связь с матрицами Паули. Произвольный однокубитный вентиль как комбинация элементарных операторов поворота. Пример физической реализации и математического описания вентиля NOT на двухуровневом атоме.

**3. Основные двух- и многокубитные вентили. Алгоритм Дойча**

Формализация описания состояния и эволюции двухкубитной системы в рамках матричного подхода. Основные двух- и многокубитные вентили. Теорема о существовании

универсального набора квантовых вентилях. Пример физической реализации и математического описания двухкубитного вентиля CNOT. Принципиальная схема квантового регистра. Двоичная система представления целых чисел и ее использование для загрузки чисел в базисные состояния квантового регистра. Квантовый параллелизм. Квантовый генератор случайных чисел. Алгоритм Дойча для одношаговой идентификации бинарной функции.

#### 4. Чистые, смешанные и запутанные состояния. Квантовая телепортация

Определение и критерий чистых и смешанных состояний квантовой системы. Редукция матрицы плотности составной системы. Определение запутанного состояния квантовой системы. Количественная оценка меры запутанности для двух кубитов. Базис Белла. Сверхплотное кодирование и передача квантовой информации. ЭПР-парадокс и неравенства Белла. Квантовая телепортация.

#### 5. Квантовое преобразование Фурье и алгоритм факторизации (алгоритм Шора)

Алгоритм Копперсмита реализации квантового преобразования Фурье. Элементы теории чисел. Задача о факторизации больших целых чисел. Эффективный квантовый алгоритм факторизации Шора. Криптография с открытым ключом. Взлом RSA-криптосистем при помощи алгоритма Шора. Пример реализации алгоритма Шора на 15-кубитном фотонном чипе.

#### 6. Квантовый алгоритм поиска (алгоритм Гровера)

Задача эффективного поиска в неструктурированной базе данных. Алгоритм поиска Гровера. Квантовый оракул, итерация Гровера и их геометрическая интерпретация. Структура квантового процессора, реализующего алгоритм поиска.

#### 7. Квантовое моделирование

Фейнмановский подход к построению квантового компьютера. Система двухуровневых частиц (спинов) как квантовый симулятор. Вычисление собственных значений и моделирование квантовой динамики одномерной частицы. Принципы моделирования квантовых фазовых переходов газа поляритонов в рамках модели Джейнса-Каммингса-Хаббарда.

#### 8. Потеря когерентности в квантовых компьютерах

Неунитарный подход к описанию открытых квантовых систем. Основные понятия об уравнениях Линдблада и Ланжевена. Взаимодействие квантового компьютера с окружением и потеря когерентности. Математическая модель потери фазовой когерентности двухкубитной системой. Точность воспроизведения квантовых операций при наличии диссипации и дефазировки.

## 9. Коррекция квантовых ошибок. Квантовые коды

Коррекция ошибок в классическом и квантовом битах. Мажоритарная коррекция. Классификация квантовых ошибок. Трехкубитные коды для исправления амплитудной и фазовой ошибок. Девятикубитный код Шора с измерением синдрома для диагностики и коррекции произвольной ошибки. Пассивные и активные способы подавления квантовых шумов. Теорема о помехоустойчивых квантовых вычислениях.

## 10. Квантовый компьютер на оптических фотонах

Схемы инициализации и способы кодировки квантовой информации в пространственную и поляризационную степени свободы фотона. Элементы теории фазовращателей, светоделителей и ячеек Керра. Основные однокубитные квантовые вентили. Квантовая электродинамика в оптических резонаторах. Представление об искусственной нелинейной среде, создаваемой атомом в резонаторе-ловушке, для организации нетривиальных двухкубитных операций.

## 11. Квантовые вычисления на ионах в ловушках

Ионы и ионные кристаллы в ловушках Пауля. Принципы доплеровского и нерезонансного охлаждения ионов. Квантовые вычисления на ионах в ловушках. Экспериментальная реализация CNOT на одиночном ионе бериллия. Примеры реализации твердотельных чипов с ионными ловушками.

## 12. Сверхпроводниковые КЭД-резонаторы и кубиты

Зарядовые, фазовые и флюксоидные кубиты на сверхпроводниках. Физические принципы работы и математическая модель простейшего зарядового кубита. Способы кодирования и обработки квантовой информации в зарядовом кубите и трансмоне. Копланарный сверхпроводящий резонатор как система-посредник между двумя удаленными кубитами. Элементы микроволновой трансмиссионной спектроскопии и рефлектометрии.

Перспективы масштабирования сверхпроводниковых сетей.

### 13. Нанoeлектромеxанические системы и квантовая информатика

Представление о микро- и нанoeлектромеxанических системах (НЭМС). Примеры применения НЭМС в качестве кантилеверов, мостиков-детекторов механического смещения и масс-спектрометров в современной нанoeлектронике. Основные направления исследований по применению НЭМС в квантовой информатике. Гибридные системы на основе НЭМС. Когерентный обмен одиночным квантом между мостиком и фазовым кубитом. Спектроскопия, термометрия и томография НЭМС.

### 14. Оптoeлектромеxаника и квантовая информатика

Взаимодействие света с квантовыми механическими системами. Световое давление. Примеры оптoeлектромеxанических систем (ОЭМС). Принципиальная схема и теоретическое описание квантовых ОЭМС. Охлаждение, спектроскопия и реализация режима сильного взаимодействия в ОЭМС. Примеры гибридных систем для квантовых вычислений, включающие ОЭМС.

### 15. Квантовые точки в фотонных структурах и квантовая информатика

Пространственное квантование носителей заряда в низкоразмерных наноструктурах. Типы квантовых точек (КТ). Пространственная локализация электромагнитного поля и фотонные резонаторы (ФР). Взаимодействие КТ и ФР. Принципы реализации квантовых вычислений с пространственными, спиновыми и экситонными степенями свободы электронов в КТ. Схема масштабируемых квантовых сетей на основе КТ, имплантированных в ФР.

### 16. NV-центры в алмазе и квантовые вычисления

NV-центры в алмазе: общие сведения и основные свойства. Технология изготовления. Спектроскопия NV-центров. Инициализация, измерение спинового состояния и когерентность NV-центра. Квантовые операции и алгоритмы. Гибридные NV-системы.

## 17. Квантовые вычисления с использованием ядерных спинов органических молекул и донорных атомов

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Квантовые вычисления с использованием ядерных спинов органических молекул в жидкостях. Модель Кейна твердотельного ЯМР квантового компьютера. Донорные атомы в полупроводниках. Технологии изготовления прототипов квантовых устройств на основе доноров в кремнии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Теоретические основы волоконной и интегральной оптики**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ волоконной и интегральной оптики.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение особенностей световодов различных типов;
- освоение основных методов описания распространения излучения в световодах и процессов, происходящих в световодах при распространении излучения;
- изучение характеристик реальных оптических волокон.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы описания распространения электромагнитных волн в световодах;
- основные явления, возникающие при распространении электромагнитных волн в световодах.

##### **уметь:**

- самостоятельно изучать литературу и научные статьи по волоконной оптике;
- рассчитывать основные параметры волоконных световодов различного типа.

##### **владеть:**

- основными теоретическими моделями, используемыми для расчётов и описания распространения излучения в различных световодах и происходящих при этом процессов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основные уравнения волновой оптики

1.1. Уравнения Максвелла в вакууме. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла в средах.

1.2. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Частотная дисперсия. Соотношения Крамерса-Кронига. Волновое уравнение. Двумерные электромагнитные поля.

2. Плоские волны в однородных средах

2.1. Плоские волны в изотропной среде. Линейно-поляризованные волны. Круго-поляризованные волны. Плоские волны в слабо поглощающей среде. Отражение и преломление плоских волн на плоской границе раздела изотропных сред.

2.2. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Угол Брюстера. Плоские волны в анизотропной среде. Уравнение Френеля. Линейная поляризованность и ортогональность плоских волн. Оптическая индикатриса. Оптические оси анизотропной среды. Преломление плоских волн на границе раздела изотропной и анизотропной сред.

3. Интерференция и дифракция световых волн

3.1. Интерференция при коллинеарности векторов  $E_1$  и  $E_2$ . Интерференция при неколлинеарности векторов  $E_1$  и  $E_2$ . Интерференция квазимонохроматических волн.

3.2. Влияние размеров некогерентного излучателя на видность интерференционной картины. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо. Дифракционная расходимость волновых пучков. Дифракция плоской волны на щели в экране и на решетке щелей.

4. Симметричные планарные световоды

4.1. Планарный световод со ступенчатым профилем. Волновая теория. Лучевая теория. Числовая апертура световода. Вытекающие моды. Фазовая и групповая скорости мод.

4.2. Планарные световоды с градиентными профилями. Градиентный световод с нулевой межмодовой дисперсией. Световод с параболическим профилем показателя преломления.

4.3. Метод ВКБ. Связь лучевых и модовых представлений.

5. Планарные световоды для интегральной оптики

5.1. Трехслойный несимметричный световод. Связанные планарные световоды. Интерференция четной и нечетной мод в световоде из двух разделенных слоев.

5.2. Уравнения связанных мод. Направленный ответвитель.

6. Круглые волоконные световоды

6.1. Волновая теория волоконного световода со ступенчатым профилем показателя преломления.

6.2. Характеристическое уравнение для волновых чисел мод. Симметричные моды. Гибридные моды.

6.3. Слабонаправляющее волокно. Группы квазивырожденных мод. Линейно поляризованные моды слабонаправляющего волокна.



6.4. Градиентный многомодовый волоконный световод. Метод ВКБ. Лучевая оптика градиентных волоконных световодов. Оптимальные профили.

7. Оптические волокна

Характеристики реальных оптических волокон в изделиях.

8. Дифракция волн

Дифракция плоских волн на диэлектрических телах.

9. Длинные волновые пучки

9.1 Параболическое уравнение. Гауссовы пучки. Линзовая линия. Резонатор со сферическими зеркалами.

10. Волны в периодических структурах

10.1. Периодическая кусочно-постоянная среда. Синусоидально-модулированная среда. Уравнения связанных мод. Зоны прозрачности и зоны непропускания.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Теория вероятностей**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление слушателей с основами теории вероятностей и подготовка к изучению других математических курсов – математической статистики, уравнений математической физики, теоретической физики, методов оптимального управления и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в теории вероятностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в теории вероятностей;
- приобретение навыков в применении методов теории вероятностей в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- использовать свои знания для решения прикладных задач теории вероятностей;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории вероятностей, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;

□ точно представить математические знания в теории вероятностей в устной и письменной форме.

**владеть:**

-навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);

-навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин, умением пользоваться необходимой литературой для решения задач повышенной трудности (в вариативной части курса);

-культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования методов теории вероятностей;

-предметным языком теории вероятностей и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Аксиоматика теории вероятностей.

1.1. Случайные события. Алгебра событий. Достоверное, невозможное, противоположное, несовместное события.

1.2. Аксиоматика Колмогорова. Вероятностное пространство.

1.3. Дискретное вероятностное пространство. Классическое определение вероятности. Геометрическая вероятность. Статистическая интерпретация вероятности.

1.4. Теорема сложения вероятностей.

1.5. Условная вероятность. Независимые события. Теорема умножения.

1.6. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

2. Последовательности испытаний.

2.1. Последовательность независимых испытаний. Схема Бернулли, полиномиальная схема. Предельные теоремы для схемы Бернулли: локальная теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона.

2.2. Цепи Маркова: основные понятия и свойства. Эргодическая теорема.

3. Предельные теоремы теории вероятностей.

3.1. Последовательности случайных величин, сходимости по вероятности и сходимости по распределению.

3.2. Неравенство Чебышёва. Закон больших чисел (Маркова, Чебышёва, Хинчина).

3.3. Характеристическая функция и ее свойства.

3.4. Центральная предельная теорема. Интегральная теорема Муавра-Лапласа.

4. Случайные величины.

- 4.1. Случайные величины в  $R^1$ . Функция распределения, ее свойства.
- 4.2. Случайные векторы в  $R^n$ . Функция распределения, ее свойства.
- 4.3. Основные распределения: биномиальное, Пуассона, равномерное, нормальное (одномерное и многомерное).
- 4.4. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание, его свойства. Ковариационная матрица, ее свойства. Моменты и их свойства. Энтропия. Уравнение линейной регрессии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Теория и практика машинного обучения и нейросетевых алгоритмов**

#### **Цель дисциплины:**

- сформировать у студентов представления и знания о математических основах современных методов машинного обучения, существующих видах нейросетевых алгоритмов и особенностях их применения для различных классов задач. В процессе обучения студенты должны научиться разрабатывать и применять нейросетевые и генетические алгоритмы и уметь оценивать требования к используемым программно - аппаратным средствам.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение знаний о методах и основных подходах современного машинного обучения, о математических основах нейросетевых алгоритмов, видах нейронных сетей и особенностях их применения для решения различных классов прикладных задач;
- формирование умений разрабатывать и настраивать нейронные сети в соответствии с конкретными прикладными задачами;
- умение анализировать задачи, решение которых возможно на основе генетических алгоритмов и решать их;
- оценивать требования к платформе для реализации нейросетевых алгоритмов и проводить benchmarking для основных нейросетевых алгоритмов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- возможности и сферы применения современной теории искусственных нейронных сетей;
- основные подходы решения задач на базе нейросетевых технологий.

##### **уметь:**

- уметь поставить и представить конкретную задачу в нейросетевом логическом базисе;
- формализовать алгоритмы обработки информации в параллельных и распределенных представлениях;

- решать инженерные задачи с помощью инструментальных средств искусственных нейронных сетей.

**владеть:**

- методами машинного обучения и создания нейросетевых алгоритмов.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые элементы разработки на Python

Динамическая типизация. Демонстрация примеров вытекающих из динамической типизации отличий от языка Java. Преимущества и минусы. Прочие особенности языка программирования Python такие как отсутствие констант, условное разделение на reference и value.

Полная классификация основных типов в Python. Строки, списки, множества, словари. Понятие неопределенной переменной. Иммуutableные типы: кортежи и замороженные множества

Основные методы строк, списков и словарей. Срезы. Конкатенация и дублирование. Суть иммуutableности строк

Условный оператор if-else-elif. Использование выражений не возвращающих логические выражения в качестве условных выражений. Логические операторы

Циклы while и do-while. Операторы break и continue

Цикл for. Отличие от языков C, Java. Понятие итератора и генератора. Генератор range

2. Функции

Объявление функций. Ключевое слово def. Void и nonVoid функции. Оператор return. Типы возвращаемых значений в рамках динамической типизации. Иммуutableность возвращаемого значения функции.

Аргументы функции. Опциональные аргументы функции. Иммуutableность аргументов функции.

Аргументы функции списков и ключевые аргументы словарем.

Запуск программы с аргументами командной строки.

3. Введение в ООП на языке Python

Определение классов. Ключевое слово class. Поля класса и методы класса. Объекты и экземпляры классов. Условная инкапсуляция и псевдо-инкапсуляция в Python.

Понятие self. Self в качестве аргумента метода.

Полиморфизм методов. Рекурсивный полиморфизм в случае множественного наследования.

Конструкторы и деструкторы. Конструктор "по умолчанию". Примеры необходимости в деструкторах.

Наследование. Множественное наследование. Понятие super "Магические методы". Методы `_repr` и `str`. Перегрузка базовых операторов через магические методы класса.

#### 4. Отдельные главы разработки на Python

Потоки. Работа с `.txt` файлами. Функции `open` и `close`. Опасность использования потоков.

Байтовые строки. Работа с байтовыми файлами.

Исключения. Оператор `try-except-finally`. Область использования. Разбор примеров неправильной работы с исключениями. Прочие способы реализации обработки ошибок.

`With-as`. Пример использования оператора `with-as` на примере безопасной работы с файлами.

Регулярные выражение. Модуль `re`. Примеры типичных задач с решениями.

#### 5. Приемы функционального программирования на языке Python

Lambda-функции. Использование анонимных функций. Сортировка списка.

Использование `unzip`, `map`, `filter`, `reduce`.

Генераторы списков и словарей.

Декораторы. Примеры декораторов на задаче логирования. Различные примеры декораторов для решения обычных задач. Статические методы. Абстрактные классы.

Функции как переменные и аргументы функций. Функторы класса. Монады.

#### 6. Работа с классами на примере сторонних библиотек

Пакетный менеджер `PIP`. Виртуального окружения. Демонстрация создания области с виртуальном окружением Python и запуск программ из под созданного виртуального окружения.

`Numpy`. Массивы и точные числовые переменные. `Matplotlib`. Примеры построения графиков

`PyQt`. Создание десктопного приложения с GUI. Интеграция в приложение `Matplotlib`.

#### 7. Практика программирования

Стандарт PEP8. Примеры неправильно оформленных программ.

Принцип SOLID. Причины использования в промышленной разработке. Демонстрация использования принципов в разработке.

Автодокументирование. Комментарии в коде. Примеры неправильного комментирования кода. Создание автодокументаций при разработке прикладных библиотек в проекте.

Архитектура. Понятия вертикальной и горизонтальной иерархии классов. Составные классы. Проблема пространства имен. Вложенные классы и функции. Шаблоны программирования. Примеры использования шаблонов singleton, builder, factory, observer.

Проблема связи компонентов продукта развернутых на различных элементах инфраструктуры проекта. Клиент-серверная архитектура. Роль бинарных и строковых типов при общении компонентов системы.

Промышленные стандарты разработки. Пространство имен. Условности и договоренности в команде проекта.

## 8. Основы web технологий

HTTP запросы. Заголовки, методы, данные. RESTfull сервисы. Области применения. JSON, Blob, Xml. Парсинг. Библиотека request. Фронтенд. xml + js. Шаблонизаторы на примере Jinja2.

## 9. Бэкенд на примере фреймворка flask

Написание простейшего REST сервиса с помощью фреймворка flask.

Раутинг и методы POST и GET d flask. Получения параметров из аргументов url для методов GET. Получения аргументов для методов POST. Передача и получения информации через html form.

Написание простейшего веб приложения используя html+js+jinja2 на flask.

SQL. Базы данных и системы управления базы данных. Sqlite3 через sqlite3-shell. Проблемы проектирования баз данных.

Использование библиотеки sqlite3. Написание content и context менеджеров для работы с локальной sqlite3.

## 10. Тестирование программного обеспечения

Понятие тестов. Юнит, модульные и интеграционные тесты. UI тестирование. Понятие покрытия кода. Принцип TDD. Написание Unit тестов средствами Python.

Библиотека Selenium. Использование для тестирования Web приложений. Дополнительные возможности использования Selenium для сбора информации из сети интернет. Написание веб ботов.

Тестирование веб-сервисов. Использование утилиты curl и программы postman для тестирования работоспособности REST-API.



## 11. Нейросети

История нейросетей. Логистическая регрессия. Построение 2-слойной нейросети своими руками. Метрики в глубинном обучении. Построение глубокой нейросети. Многослойный перцептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритмы оптимизации, используемые в глубинном обучении. Регуляризация и подбор гиперпараметров.

Отладка нейросетей. Метод главных компонент. Аппроксимация данных. Поиск ортогональных проекций с наибольшим рассеянием. Диагонализация ковариационной матрицы.

Сингулярное разложение матрицы данных. Матрица преобразования к главным компонентам.

Остаточная дисперсия. Отбор главных компонент по правилу Кайзера. Нормировка.

Сверточные нейросети. Введение в сверточные нейронные сети. Операция свертки.

Простой сверточный слой. Усложнение сверточного слоя. Пулинг слой. Архитектура первой сверточной сети. Обзор архитектур сверточных нейросетей. LeNet, VGG, ResNet, UNet AlexNet, ZFNet, GoogLeNet CNN.

## 12. Генетические алгоритмы

Эволюционные методы. Простой генетический алгоритм. Кроссовер. Мутации. Переупорядочение генов. Селекция в генетических алгоритмах. Теорема шаблонов.

Метод комбинирования эвристик. Эффективность генетических алгоритмов. Примеры применения генетических методов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Теория лазерных резонаторов**

#### **Цель дисциплины:**

• ознакомление слушателей с основами теории лазерных резонаторов и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по теории лазерных резонаторов, методам расчета резонаторов, физическим процессам в лазерных резонаторах, измерению параметров резонаторов и лазерного излучения, применению резонаторов в лазерах;
- создание у слушателей базиса к изучению смежных дисциплин квантовой электроники;
- приобретение навыков в применении методов расчета и измерения параметров лазерных резонаторов при построении лазерных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- предмет специальности «Теория лазерных резонаторов», физические основы процессов в лазерных резонаторах, принципы построения и расчета лазерных резонаторов;
- методы расчета лазерных резонаторов и параметров формируемой в них моды излучения;
- конфигурации резонаторов, обеспечивающие требуемые параметры излучения лазера;
- виды резонаторов, используемые в лазерах.

##### **уметь:**

- определять требуемую конфигурацию лазерного резонатора, обеспечивающую заданные параметры лазера;
- рассчитать резонатор с требуемыми параметрами моды излучения;
- определять основные параметры резонатора и моды излучения;

- рассчитать резонатор, используя правило ABCD преобразования гауссовых пучков;
- рассчитать резонатор, составив интегральное уравнение;
- определить конфигурацию резонатора, обеспечивающую динамическую стабильность;
- рассчитать резонатор при наличии астигматичных элементов;
- оценить целесообразность использования того или иного резонатора в лазере.

**владеть:**

- методами теоретического описания формируемого поля в резонаторе лазера;
- методами расчета параметров резонатора, обеспечивающих заданные параметры излучения лазера;
- навыками использования необходимой литературы и других источников информации, таких как интернет, для решения задач о расчете и конструировании лазерного резонатора.

**Темы и разделы курса:**

1. Роль резонатора в оптическом квантовом генераторе.

Роль резонатора в оптическом квантовом генераторе. Уравнения, описывающие генерацию в лазере.

2. Открытый резонатор.

Открытый резонатор. Основные характеристики лазерных резонаторов: добротность, число Френеля, критерий устойчивости. Параметры лазерных пучков: расходимость, параметр качества пучка  $M^2$ .

3. Гауссовы пучки, формируемые в оптических резонаторах.

Гауссовы пучки, формируемые в оптических резонаторах. Гауссов пучок как решение волнового уравнения в параксиальном приближении. Моды высшего порядка. Мода высшего порядка.

4. Методы расчета резонаторов и гауссовых оптических систем на основе ABCD преобразования.

Методы расчета резонаторов и гауссовых оптических систем на основе ABCD преобразования. Понятие лучевых матриц. Правило ABCD преобразования гауссовых пучков.

5. Моды для сферического резонатора.

Расчет параметров моды для обобщенного сферического резонатора.

6. Эрмит-гауссов пучок.

Эрмит-гауссов пучок как решение уравнений Максвелла для резонатора с гауссовыми оптическими элементами.

7. Излучения в резонаторе.

Установление модовой структуры излучения в резонаторе.

8. Селекция мод.

Высшие моды в лазерных резонаторах.

9. Астигматичные гауссовы пучки.

Астигматичные гауссовы пучки и их преобразование в астигматичных гауссовых оптических элементах.

10. Гауссовы пучки с вращением поля.

Астигматичные гауссовы пучки с вращением поля в поперечном сечении. Кольцевые непланарные резонаторы.

11. Резонаторы, обеспечивающие стабильные параметры.

Резонаторы, обеспечивающие стабильные параметры выходного излучения при наличии возмущений в резонаторе. Динамически стабильный резонатор.

12. Резонаторы, используемые в твердотельных лазерах.

Резонаторы, используемые в твердотельных лазерах. Основные типы и применение.

13. Связанные лазерные резонаторы.

Связанные лазерные резонаторы. Их использование при генерации сверхкоротких импульсов.

14. Метод расчета резонаторов на основе интегрального уравнения.

Метод расчета резонаторов на основе интегрального уравнения. Основные подходы.

15. Оптические микрорезонаторы.

Оптические микрорезонаторы. Высокодобротные резонаторы на основе мод шепчущей галереи.

16. Волоконные резонаторы.

Волоконные резонаторы. Резонаторы с большой оптической длиной.

17. Кольцевые резонаторы.

Кольцевые резонаторы. Резонаторы используемые в лазерных гироскопах. Непланарные резонаторы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Теория сетей, графов, структуры и алгоритмы обработки данных на их основе**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение математических основ теории сетей, теории графов, структур данных и алгоритмов обработки информации на их основе.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать представление о математических основах теории сетей, теории графов, современной классификации структур данных;
- дать основы математического аппарата простых и цветных Сетей Петри;
- дать основы математического аппарата Марковских цепей;
- отработать навыки решения задач на графах, ознакомить и получить практические навыки решения основных задач на графах (поиск кратчайшего пути, применение сетевых моделей и т.д.);
- получить практические навыки работы с сетевыми графиками. Научиться решать задачу поиска критического пути в сетевых графиках;
- научиться правильно применять классические алгоритмы при работе с данными различной структуры.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные термины и понятия, использующиеся в теории сетей и графов;
- основные определения и свойства объектов из предметной области курса;
- применимость сетей, графов, иных структур данных для решения классических прикладных задач;
- основные алгоритмы решения задач на графах.

##### **уметь:**

- формализовать прикладные задачи в терминах теории сетей и графов;
- правильно выбрать математическую абстракцию;
- задать требования к структурам данных, описывающих прикладные задачи;
- выбрать алгоритмы и их программные реализации для решения прикладных задач.

**владеть:**

- математическим аппаратом теории графов, теории сетей;
- библиотеками для программной реализации основных алгоритмов обработки информации для задач на графах;
- навыками решения задач, сводящихся к задачам из теории сетей и теории графов.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы теории графов.

Основные определения. Путь на графе. Связность графов. Основные операции с графами. Трансформации графов. Взвешенные графы. Изоморфизм графов.

2. Направленные графы. Матричные и векторные представления графов.

Деревья. Леса. Направленные графы. Направленные деревья. Циклические и ациклические направленные графы. Матричные представления графов. Цепи на графах. Стационарная линейная сеть.

3. Основные алгоритмы на графах.

Понятие вычислительной сложности алгоритма. Достижимость, Алгоритм Уоршалла. Поиск на графах. Кратчайший путь на графе, Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Флойда. Простейшее остовное дерево. Алгоритмы Прима и Крускала. Задача коммивояжера. Венгерский алгоритм поиска соответствий. Транспортные задачи. Алгоритм Форда – Фулкерсона. Графические представления графов. Плоские и неплоские графы.

4. Сети. Сети Петри.

Простые сети Петри. Тупики и ловушки. Разрешение конфликтов.

5. Цветные сети Петри. Задача Дейкстры.

Цветные сети Петри. Задача Дейкстры про обедающих мудрецов. Применение CPN для моделирования дискретных динамических систем.

6. Деревья. Бинарные деревья поиска. Бинарные отношения Галуа.

Дерево как разновидность графа. Бинарные отношения Галуа. Поиск по дереву.

7. Основные библиотеки для реализации алгоритмов работы с данными на графах и в сетях.

Boost Graph Library , LEDA , GraphViz , LION Graph Visualizer.

8. Случайные процессы. Марковские цепи.

Марковские процессы. Цепи Маркова. Принятие решений в Марковских цепях.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### Управление лазерным излучением

#### Цель дисциплины:

- ознакомление слушателей с основами управления лазерным излучением и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и навыков в области задач управления лазерным излучением для задач модуляции и сканирования на основе электро-, акусто- и магнитооптики;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин квантовой электроники;
- приобретение навыков в применении методов модуляции и сканирования в лазерной физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные способы управления лазерным излучением: модуляцию и сканирование;
- основы кристаллооптики, свойства электрооптических, магнитооптических и акустооптических материалов. Основные конструкции модуляторов и дефлекторов на их основе;
- основные факты и формулы для эффектов Погкельса, Керра, Зеемана в геометриях Фарадея и Фоипта, Фарадея и Коттона -Мутона;
- режимы Брега и Рамана-Ната при дифракции света на акустической волне. Коэффициент акустооптического качества.

##### уметь:

- уметь решать оптическую схему из поляризатора, фазового элемента и анализатора;
- решать задачу о распространении света в одно и двуосных кристаллах;



- рассчитывать полуволновое напряжение для модуляторов на продольном и поперечном электрооптическом эффекте Поккельса;
- оценивать разрешение сканирующего устройства ( дефлектора). Число разрешаемых позиций, время переключения, эффективность;
- оценивать температурную стабильность электрооптического модулятора;
- применять формулы теории дифракция света на периодической структуре в режимах Брегга и Рамана-Ната;
- применять формулу эффекта Фарадея для пара-, диа- и ферромагнетиков.

**владеть:**

- решать оптическую схему из поляризатора, фазового элемента и анализатора;
- решать задачу о распространении света в одно и двуосных кристаллах;
- рассчитывать полуволновое напряжение для модуляторов на продольном и поперечном электрооптическом эффекте Поккельса;
- оценивать разрешение сканирующего устройства ( дефлектора). Число разрешаемых позиций, время переключения, эффективность;
- оценивать температурную стабильность электрооптического модулятора;
- применять формулы теории дифракция света на периодической структуре в режимах Брегга и Рамана-Ната;
- применять формулу эффекта Фарадея для пара-, диа- и ферромагнетиков.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы кристаллооптики. Распространение света в анизотропных средах.
  - 1.1. Амплитудная, частотная, фазовая, поляризационная модуляции. Глубина модуляции, мощность, частотный диапазон. Внешняя модуляция света. Основные физические эффекты, лежащие в основе работы модуляторов. Временная и пространственная модуляция излучения.
  - 1.2. Внутренняя модуляция. Различные режимы генерации когерентного оптического излучения.
  - 1.3. Модуляция оптической длины - синхронизация мод; модуляция обратной связи - режим гигантских импульсов; модуляция добротности (потерь) - активная и пассивная - пичковый режим генерации.
  - 1.4. Сканирование и дефлекторы: рефракционные и дифракционные методы сканирования. Разрешение сканирующего устройства.
  - 1.5. Перспективы развития средств управления лазерным излучением. Новые материалы для электро-, акусто- и магнитооптики.

1.6. Основные принципы создания волноводных устройств управления лазерным излучением. Волноводные электрооптические модуляторы. Волноводные акустооптические дефлекторы. Применение волноводных модуляторов и дефлекторов.

2. Основные способы управления лазерным излучением. Модуляция и сканирование.

2.1. Распространение света в анизотропных средах. Поперечность электромагнитной волны в среде. Оптическая индикатриса. Волновая и лучевая поверхности. Эллипсоид Френеля.

3. Магнитооптика.

3. 1. Эффект Зеемана. Магнитная добавка к тензору диэлектрической проницаемости. Геометрии Фарадея и Фойгта. Индуцированная магнитным полем оптическая анизотропия.

3.2. Эффект Фарадея для пара-, диа- и ферромагнетиков. Эффект Коттона-Мутона. Магнитооптические материалы и их основные характеристики. Модуляция фазы и амплитуды. Модуляторы на линейном эффекте Фарадея.

4. Электрооптика.

4.1. Электрооптические эффекты Поккельса и Керра. Тензорная и матричная записи. Основные кристаллы электрооптики и их сингонии.

4.2. Продольный электрооптический эффект Поккельса. Полуволновое напряжение. Модулятор на продольном электрооптическом эффекте Поккельса.

4.3. Поперечный электрооптический эффект. Температурная стабильность. Выбор рабочей точки. Конструкции модуляторов. Основные ограничения по быстродействию. Материалы для электрооптических модуляторов.

4.4. Электрооптические дефлекторы. Дефлекторы с непрерывным сканированием. Число разрешаемых позиций. Управляющее напряжение. Дискретный электрооптический дефлектор, его разрешение и быстродействие.

## 5. Акустооптика.

5.1. Дифракция света на периодической структуре. Режимы Брегга и Рамана-Ната. Угол Брегга. Теория связанных волн. Коэффициент акустооптического качества.

5.2. Акустооптические модуляторы. Быстродействие и эффективность. Материалы для акустооптики.

5.3. Акустооптические дефлекторы. Число разрешаемых позиций, время переключения, эффективность. Частотные зависимости углов дифракции для анизотропной дифракции света.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии

### Уравнения математической физики

#### Цель дисциплины:

изучение корректных постановок краевых задач для основных дифференциальных уравнений с частными производными, освоение аналитических методов решения этих краевых задач и их приложение к задачам гидродинамики, аэродинамики, теории теплопроводности и др.

#### Задачи дисциплины:

- изучение различных типов дифференциальных уравнений с частными производными и свойств решений краевых задач для этих уравнений, характерных для каждого типа;
- изучение корректных постановок краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными разного типа;
- овладение аналитическими методами решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные типы дифференциальных уравнений в частных производных;
- определение характеристической поверхности;
- основные краевые задачи для уравнений гиперболического типа, параболического типа, эллиптического типа;
- формулы Даламбера, Пуассона, Кирхгофа решения задачи Коши для волнового уравнения;
- формулу Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности;
- метод интеграла энергии для волнового уравнения и принцип максимума для параболического уравнения;
- метод Фурье решения смешанных задач для уравнения теплопроводности и волнового уравнения;

- гармонические функции и их свойства;
- формулу Пуассона решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре;
- основные свойства оператора Лапласа при однородных краевых условиях;
- интегральные уравнения Фредгольма второго рода со слабо полярными ядрами, теоремы Фредгольма.

**уметь:**

- определять тип дифференциальных уравнений с частными производными; приводить уравнения 2-го порядка к каноническому виду;
- решать методом характеристик краевые задачи на плоскости (задачи Коши и Гурса);
- решать задачи Коши для волнового уравнения;
- решать смешанные задачи для полубесконечной струны;
- решать задачи Коши для уравнения теплопроводности;
- применять метод Фурье при решении смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности; применять функции Бесселя при решении задач для круговых областей;
- использовать метод Фурье при решении краевых задач для эллиптических уравнений, применять сферические функции при решении задач для областей со сферической симметрией;
- строить функцию Грина задачи Дирихле для простейших областей и использовать ее при решении конкретных задач;
- решать интегральные уравнения Фредгольма второго рода с вырожденными ядрами;
- сводить к интегральному уравнению краевую задачу с помощью функции Грина для соответствующего дифференциального оператора;
- вычислять значения объёмных потенциалов, потенциалов простого слоя и двойного слоя, использовать их при решении краевых задач.

**владеть:**

- методами и подходами теории уравнений с частными производными, применяемыми при решении задач гидродинамики, аэродинамики, физики, теоретической физики, экономики и др.;
- знаниями, приобретенными при изучении курса уравнений математической физики, позволяющими корректно формулировать краевые задачи при математическом моделировании процессов или объектов в различных областях науки и техники.

**Темы и разделы курса:**

1. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с линейной старшей частью. Классификация уравнений. Задача Коши, метод характеристик.

Введение.

Вывод некоторых уравнений математической физики. Приведение к каноническому виду в точке дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка от  $n$  независимых переменных с линейной старшей частью. Классификация уравнений. Понятие о задаче Коши и характеристической поверхности. Приведение уравнений второго порядка к каноническому виду на плоскости. Понятие о методе характеристик.

2. Волновое уравнение 1.

Общее решение однородного волнового уравнения. Постановка и решение задачи Коши. Формула Даламбера. Область зависимости решения задачи Коши от начальных данных. Пример Адамара некорректной задачи (задача Коши для уравнения Лапласа). Понятие об обобщенном (негладком) решении.

Постановка и решение смешанной задачи для смешанной задачи для полубесконечной струны с закреплённым концом. Условия согласования начальных и граничных данных.

3. Волновое уравнение 2.

Формулы Пуассона-Кирхгофа решения задачи Коши для однородного волнового уравнения. Принцип Гюйгенса. Метод Дюамеля решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения. Общая формула Кирхгофа. Задача Коши для волнового уравнения. Метод спуска. Формула Пуассона. Диффузия волн. Единственность классического решения задачи Коши (метод интеграла энергии).

4. Задача Коши для уравнения теплопроводности.

Задача Коши для уравнения теплопроводности.

Постановка задачи Коши. Формула Пуассона решения задачи Коши для однородного уравнения теплопроводности, бесконечная дифференцируемость решений. Фундаментальное решение. Метод Дюамеля для неоднородного уравнения. Принцип максимума для параболического уравнения. Единственность классического решения задачи Коши, её корректность.

5. Начальные сведения об операторе Лапласа и о задаче на собственные значения при однородных краевых условиях.

Начальные сведения об операторе Лапласа и о задаче на собственные значения при однородных краевых условиях.

Формулы Грина для оператора Лапласа. Постановка краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона в ограниченной области. Необходимое условие разрешимости задачи Неймана. Симметричность и положительность оператора « $\Delta$ » с однородными условиями

Дирихле. Задача на собственные значения. Вещественность и положительность собственных значений. Ортогональность собственных функций.

6. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.

Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.

Построение формального решения задачи Дирихле методом Фурье. Бесконечная дифференцируемость решения в области, разложение его по гармоническим многочленам в случае уравнения Лапласа. Интеграл Пуассона. Существование классического решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге при непрерывной граничной функции.

7. Смешанная задача для уравнения теплопроводности на отрезке. Метод Фурье.

Смешанная задача для уравнения теплопроводности на отрезке. Метод Фурье.

Постановка смешанной задачи на конечном отрезке с граничными условиями Дирихле, единственность решения. Метод разделения переменных для задачи с однородными граничными условиями. Построение формального решения для случаев однородного и неоднородного уравнений. Обоснование метода Фурье. Условия согласования начального и граничных условий. Решение смешанной задачи при неоднородных граничных условиях.

8. Смешанная задача для уравнения колебаний струны на отрезке.

Смешанная задача для уравнения колебаний струны на отрезке.

Постановка смешанной задачи для струны с закреплёнными концами. Единственность её решения (метод интеграла энергии). Построение формального решения методом Фурье (случаи однородного и неоднородного уравнений). Обоснование метода, условия согласования. Существование классического решения.

9. Функции Бесселя и их применение к решению задач на собственные значения для круглой мембраны.

Функции Бесселя и их применение к решению задач на собственные значения для круглой мембраны.

Задача на собственные значения и собственные функции для оператора Лапласа в круге при однородном краевом условии Дирихле. Разделение переменных. Дифференциальное уравнение Бесселя. Функции Бесселя первого рода и их свойства. Функции Бесселя, неограниченные в нуле. Выражение для собственных функций и собственных значений круглой мембраны с закреплёнными краями через функции Бесселя. Ортогональность собственных функций и функций Бесселя. Полнота системы собственных функций (без доказательства).

10. Уравнения Лапласа и Пуассона.

Уравнения Лапласа и Пуассона.

Интегральное представление решений уравнений Пуассона и Лапласа в ограниченной области.

Пространство основных функций. Понятие сходимости последовательности функций. Пространство обобщённых функций. Локально интегрируемые функции и регулярные обобщённые функции. Дифференцирование обобщённых функций. Фундаментальное решение уравнения Лапласа.

Гармонические функции в  $\mathbb{R}^n$  и их свойства. Бесконечная дифференцируемость гармонических функций. Теорема о среднем Принцип максимума и минимума.

Задача Дирихле для уравнения Пуассона, единственность классического решения. Функция Грина задачи Дирихле, решение задачи Дирихле с помощью функции Грина. Симметричность функции Грина (без доказательства). Функция Грина для шара. Формула Пуассона решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре. Теорема Лиувилля, теорема об устранимой особенности для гармонических функций. Преобразование Кельвина. Регулярность поведения гармонической функции на бесконечности.

Постановка внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа. Единственность решения внешних задач Дирихле и Неймана.

11. Метод разделения переменных в сферических координатах для уравнения Лапласа в  $\mathbb{R}^n$ . Сферические функции.

Метод разделения переменных в сферических координатах для уравнения Лапласа. Сферические функции.

Уравнение Лапласа в сферических координатах. Сферические функции как собственные функции оператора Лапласа-Бельтрами на единичной сфере  $S^{n-1}$ . Шаровые функции (гармонические многочлены). Собственные значения оператора Лапласа-Бельтрами. Дифференциальное уравнение Лежандра. Полиномы Лежандра и присоединённые функции Лежандра. Выражение сферических функций в сферической системе координат.

Ортогональность и полнота (без доказательства) сферических функций. Решение задач Дирихле и Неймана в шаре и шаровом слое в форме рядов по шаровым функциям.

12. Интегральные уравнения.

Интегральные уравнения.

Интегральные уравнения Фредгольма второго рода. Непрерывность интегральных операторов с непрерывными и полярными ядрами в пространстве  $C(X)$ . Союзное уравнение. Характеристические числа и собственные функции интегрального оператора.

Уравнения с вырожденными ядрами. Сведение их к системе линейных алгебраических уравнений. Теоремы Фредгольма в этом случае. Уравнения с непрерывными и полярными ядрами. Уравнение с малым по норме оператором. Ряд Неймана.

Сведение уравнений с полярными ядрами к уравнениям с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма в общем случае.



Уравнения с эрмитовыми ядрами. Симметричность интегрального оператора с эрмитовым ядром. Теорема о существовании характеристических чисел. Теорема Гильберта-Шмидта для уравнений с непрерывными эрмитовыми ядрами.

### 13. Задача Штурма-Лиувилля.

Задача Штурма-Лиувилля.

Функция Грина задачи Штурма-Лиувилля; её существование, симметричность, непрерывность. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению с эрмитовым ядром. Свойства спектра и собственных функций. Теорема Стеклова.

### 14. Потенциалы.

Потенциалы.

Объёмный потенциал и его свойства. Потенциал простого слоя, его непрерывность. Потенциал двойного слоя. Формула Гаусса, скачок потенциала двойного слоя при переходе через поверхность. Правильная нормальная производная потенциала простого слоя, формула скачка.

Сведение задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа посредством потенциалов к интегральным уравнениям Фредгольма второго рода на границе. Однозначная разрешимость внутренней задачи Дирихле и внешней задачи Неймана.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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-образные 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физика полупроводниковых приборов**

#### **Цель дисциплины:**

- получение базовых теоретических знаний в области метрологии современного производства изделий микро и нано электроники, более глубокое изучение физических методов, методик измерения и оборудования, применяемых в современном производстве, а также методов обработки данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение физических принципов, лежащих в основе построения современных измерительных систем для производства изделий наноэлектроники;
- изучение методологии построения схем контроля для различного типа технологических процессов;
- получение навыков работы на контрольно-измерительном и физико-аналитическом оборудовании в условиях реального производства.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические основы методов измерения, основные принципы построения измерительного оборудования, методики измерения, физические особенности объектов измерения, физические ограничения методов измерения. Основы метрологии.

##### **уметь:**

- выбирать адекватную физическую модель объекта измерения, разрабатывать оптимальный план контроля. Проводить проверку готовности средств измерения. Проводить измерения стандартных образцов мониторинговых пластин.

##### **владеть:**

- статистическими методами обработки измерительных данных, алгоритмами принятия решения на основе статистических методов управления процессами (контрольные карты,

оценка состояния процесса), начальными навыками разработки измерительных программ для контрольно-измерительного оборудования.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Особенности метрологии в современном производстве интегральных схем.**

Современное микроэлектронное производство, основные направления развития и перспективы, Широта применяемых физических методов, новые материалы, требования к измерительным системам по точности, стандарты и контрольные образцы, поверочные схемы, матчинг контрольно-измерительного оборудования, постоянное совершенствование.

#### **2. Система контроля параметров современных технологических процессов.**

Производство как система связанных процессов, процессный подход, классификация технологических процессов- групповые и индивидуально поточные, система описания технологических процессов, параметры и их характеристики, объекты контроля, структура данных, методы статистического управления процессами, вариабельность процессов, контролируемые и неконтролируемые процессы. Контрольный план, контроль продукции, выборки, контроль по альтернативному признаку качества.

#### **3. Физические основы методов метрологии линейных размеров.**

Электронно-микроскопические методы. Особенности формирования электронного изображения. Ограничения метода. Скатерометрия. Особенность объектов контроля, необходимость статистического рассмотрения. Оборудование. Особенности метрологии малых размеров.

#### **4. Оптические методы метрологии диэлектрических слоев и структур.**

Рефлектометрия в широком спектральном диапазоне, эллипсометрия, спектральная эллипсометрия, многоугольная рефлектометрия, построение модели многослойных структур, решение обратной задачи, оборудование. Точностные характеристики методов и оборудования. Требования к стандартным образцам.

#### **5. Физические основы метрологии металлических слоев и структур.**

Зондирование структур лазерными импульсами, возбуждение акустических волн, возбуждение термических волн, многослойные структуры, измерение толщины, измерение доз легирования, оборудование. Влияние переходных слоев и границы раздела.

#### **6. Электрофизические методы контроля.**

4х-зондовый, контроль геометрии и напряжений в пленках, фотоэлектрика, оборудование.

#### **7. Методы контроля дефектности.**

Рассеяние света, контроль пластин без топологии, автоматический контроль «темное поле» «светлое поле», контроль топологии, оборудование.

#### **8. Аналитические методы исследования объектов микро и нано электроники.**

СЭМ, ПЭМ, ОЖЕ, ВИМС, ИК-Фурье, Раммановское рассеяние, РФ- микроанализ, оборудование.

## 9. Современные системы обработки и анализа данных в производстве ИС.

Сбор и статистическая обработка данных, корреляционные и аналитические системы ACE-XP, Klarity Defect.

## 10. Рентгеновские методы контроля состава слоев и поверхностных загрязнений

Основы рентгенофлуоресцентного анализа состава слоев и структур, физические модели, калибровка метода, стандартные образцы. Контроль поверхностных загрязнений методом рентгенофлуоресцентного анализа при полном поверхностном отражении, пределы обнаружения, методы увеличения чувствительности с помощью химических методов. Контроль толщины с помощью, оборудование.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физика твердого тела**

#### **Цель дисциплины:**

- дать углубленные специализированные знания, необходимые для выполнения научных исследований в рамках дипломных проектов бакалавров и магистров, направленных на изучение новых физических эффектов в твердом теле, применимых для создания новых электронных устройств. дать студентам базовые знания и познакомить с ключевыми понятиями и терминами физики конденсированного состояния.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с физическими основами явления сверхпроводимости и сверхпроводниковой электроники;
- дать студентам знания в области наиболее важных практических приложений в науке, технике и технологиях;
- привить студентам навыки к развитию новых подходов к постановке и решению задач фундаментального и прикладного значения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- природу основных явлений в твердом теле, методы их теоретического описания, а также базовые понятия и концепции физики твердого тела.

##### **уметь:**

- пользоваться базовыми знаниями физики конденсированного состояния.

##### **владеть:**

- основной терминологией физики конденсированного состояния.

#### **Темы и разделы курса:**



## 1. Определение твердого тела

Кристаллические и аморфные твердые тела, связь с порядком. Примеры кристаллических решеток. Двумерные решетки, графены. Фуллерены и тубелены. Узлы и векторы решетки, базис. Решетка Бравэ. Классификация кристаллов по типу решетки Бравэ. Элементарная ячейка.

## 2. Симметрия кристаллов

Симметрия кристаллов. Точечные и пространственные группы симметрии. Классификация кристаллов по типу симметрии. Связь симметрии кристаллов с симметрией тензоров, описывающих физические свойства кристаллов.

## 3. Свойства векторов обратной решетки. Рентгеновская дифракция на кристалле

Определение обратной решетки. Свойства векторов обратной решетки. Плоскости решетки и индексы Миллера. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Атомный и структурный факторы рассеяния. Рассеяние электронов и нейтронов. Экспериментальные методы.

## 4. Природа сил связи атомов в кристаллической решетке

Природа сил связи атомов в кристаллической решетке. Ионная связь: энергия связи, постоянная Маделунга. Природа сил отталкивания.

## 5. Ковалентная связь

Ковалентная связь: обменное взаимодействие, направленность и насыщенность связей. Силы Ван-дер-Ваальса и молекулярная связь. Металлическая связь.

## 6. Колебания атомов в решетке твердого тела

Спектры колебаний одно- и двухатомных решеток. Акустические и оптические моды. Дисперсионное соотношение. Зона Бриллюэна. Обобщение на трехмерный случай. Циклические граничные условия и разрешенные значения волнового вектора. Плотность состояний.

## 7. Диэлектрическая проницаемость

Диэлектрическая проницаемость твердого тела. Основные понятия.

## 8. Классическая теория теплоемкости твердого тела

Уравнения динамики кристаллической решетки в гармоническом приближении. Классическая теория теплоемкости твердого тела.

## 9. Квантовомеханическая задача о гармоническом осцилляторе. Модель Дебая

Квантовомеханическая задача о гармоническом осцилляторе. Квантование энергии колебаний кристаллической решетки. Фононы. Распределение Планка. Квантовая теория теплоемкости. Модель Дебая.

## 10. Ангармонизм колебаний атомов решетки

Ангармонизм колебаний атомов решетки. Тепловое расширение. Взаимодействие фононов. Время жизни фононов и длина свободного пробега. Нормальные процессы и процессы переброса. Теплопроводность. Поправки к закону Дюлонга и Пти.

#### 11. Упругие свойства кристаллов

Упругие свойства кристаллов. Тензоры деформации и механического напряжения и их свойства. Закон Гука. Тензор модулей упругости. Обозначения Фохта.

#### 12. Уравнение движения и акустические волны в кристаллах

Уравнение движения и акустические волны в кристаллах. Фазовая и групповая скорости. Примеры вычисления фазовой скорости акустических волн в кубических кристаллах. Поверхностные акустические волны. Кварцевый резонатор. Принципы работы устройств акустоэлектроники.

#### 13. Физическая природа и описание сегнето-, пиро- и пьезоэлектричества

Физическая природа и описание сегнето-, пиро- и пьезоэлектричества. Необходимое и достаточное условия существования пьезоэффекта. Электрострикция. Влияние пьезоэффекта на упругость и скорость акустических волн в пьезоэлектрических кристаллах. Принципы работы устройств электро- и акустооптики.

#### 14. Микро - и макроскопические электрические поля в кристаллах

Микро - и макроскопические электрические поля в кристаллах. Локальное поле. Механизмы поляризуемости твердых тел. Диэлектрическая проницаемость. Ограниченность применимости формулы Клаузиуса-Моссотти.

#### 15. Высокочастотные электрические свойства кристаллов

Высокочастотные электрические свойства кристаллов. Зависимость поляризуемости от частоты. Действительная и мнимая части диэлектрической проницаемости, соотношение Крамерса-Кронига. Оптическое решеточное поглощение.

#### 16. Магнитные свойства твердых тел

Магнитные свойства твердых тел. Обменное и релятивистские взаимодействия. Энергия магнитоупорядоченного кристалла.

#### 17. Уравнение Ландау-Лифшица

Уравнение Ландау-Лифшица. Спиновые и магнитоупругие волны в кристаллах. Принципы работы устройств спин - волновой электроники.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физико-химические основы процессов наноструктурирования**

#### **Цель дисциплины:**

- обеспечить понимание студентами бакалавриата физико-химических основ плазменных процессов в технологии микро- и наноэлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями знаний о роли плазменных процессов в технологии приборов микро- и наноэлектроники;
- приобретение студентами знаний об основных механизмах взаимодействия низкотемпературной плазмы с материалами микро- и наноэлектроники;
- приобретение студентами знаний о принципах построения широкоапертурных источников плотной плазмы и плазменных установок.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физико-химические основы плазменных процессов наноструктурирования.

##### **уметь:**

- применять полученные знания в практической (эксплуатация установок) и исследовательской (постановка эксперимента, разработка нового процесса) деятельности.

##### **владеть:**

- теоретическими знаниями возможностей совершенствования и создания новых плазменных процессов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основные концепции

Основные концепции. Плазменное и реактивное ионное травление. Плазмостимулированное осаждение тонких пленок, плазменное окисление, плазменная очистка поверхности, стриппинг, ионная имплантация.

## 2. Травление материалов микроэлектроники в плазме высокочастотного разряда

Травление. Жидкостное травление. Газофазное травление низкого давления. Ионное травление. Плазменное травление. Основные характеристики: анизотропия, селективность, скорость травления.

## 3. Формирование глубоких тренчей в кремнии при реактивном ионном травлении

Плазма в микроэлектронном производстве. Плотность плазмы. Температуры электронов и ионов. Потенциал плазмы. Генерация частиц в плазме. Генерация ионов, электронов, атомов и радикалов. Ионизация и прилипание. Диссоциативная ионизация. Ионизация Пеннинга. Рекомбинация и отлипание. Диссоциативная рекомбинация. Рекомбинация на стенке. Распределение электронов по энергиям. Роль высокоэнергетичных электронов. Частота столкновений.

## 4. Модификация поверхности и приповерхностных слоев кремния в процессе травления в плазме

Основные параметры процесса травления материалов микроэлектроники в плазме. Частота и мощность ВЧ источника. Плазмохимическое и реактивное ионное травление в диодном реакторе. Основные механизмы травления в плазме: физическое и химическое распыление, ионностимулированное травление, травление с участием ингибитора, образование летучих продуктов.

## 5. Методы мониторинга плазменных процессов и определения момента окончания травления

Механизмы травления кремния в атомарном фторе. Вероятность потерь атомов фтора на различных материалах. Константа скорости реакции. Влияние температуры. Селективность. Поток ионов частиц на поверхность подложки при травлении. Энергетичные ионы. Тепловые молекулы, атомы и радикалы. Горячие нейтралы. Реакции перезарядки. Распределения ионов по энергиям и углам. Влияние ионов и горячих нейтралов на профиль травления.

## 6. Широкоапертурные источники плотной низкотемпературной плазмы

Формирование глубоких тренчей в кремнии при реактивном ионном травлении. Моделирование глубокого анизотропного травления кремния в многокомпонентной плазме. Апертурный и обратный апертурный эффекты. Предельные возможности процесса плазмохимического травления как инструмента наноструктурирования.

Модификация поверхности и приповерхностных слоев кремния в процессе травления. Методы исследования. Спектроскопия глубоких уровней для анализа радиационных повреждений приповерхностных слоев. Эффект деактивации атомов бора в процессе травления. Физика образования глубоких центров. Эффект зарядки подзатворного диэлектрика.

Методы мониторинга плазменных процессов. Квадрупольная масс-спектрометрия. Оптическая эмиссионная спектроскопия. Лазерная интерферометрия. Спектральная эллипсометрия. Зонд Ленгмюра. Метод СВЧ-резонатора.

Широкоапертурные источники плотной низкотемпературной плазмы. ЭЦР СВЧ- реакторы. Плазменные реакторы с геликонными волнами. Реакторы с индуктивным возбуждением плазмы. ИС и ТС источники.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физико-химия поверхности материалов микро и наноэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование специальных знаний в области практической физической химии поверхности кристаллов, необходимых при расчёте температур фазовых превращений нанокристаллических структур, минимальных температур срачивания полупроводниковых пластин и спекания порошкообразных материалов, изменения электропроводности наноструктур, а также для практических расчётов поверхностных энергий кристаллических материалов и их анизотропии.

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотрение основ физической химии кристаллических материалов;
- рассмотрение влияния поверхностной энергии твёрдых веществ на их свойства;
- рассмотрение основных теоретических и экспериментальных методов определения поверхностной энергии, их недостатков и преимуществ;
- рассмотрение геометрического подхода к прогнозированию физических свойств нанокристаллических структур;
- введение в теории плавления твёрдого тела;
- изложение «энергетического критерия» аморфизации кристаллического вещества;
- рассмотрение «координационной» модели плавления кристалла;
- проведение расчётов поверхностных энергий кристаллических веществ, основанных на «координационной» модели плавления кристаллов и на «энергетическом критерии» аморфизации кристаллического вещества;
- сопоставление результатов расчётов поверхностных энергий с имеющимися экспериментальными и теоретическими данными;
- сопоставление результатов расчётов температур поверхностного плавления с имеющимися экспериментальными и теоретическими данными;
- рассмотрение применимости предложенной модели плавления в физической химии твёрдого тела;
- рассмотрение применимости предложенной модели плавления для расчётов температур спекания порошкообразных и монокристаллических материалов;

- рассмотрение применимости предложенной модели плавления для прогнозирования изменения физико-химических свойств материалов микроэлектроники с уменьшением их линейных размеров.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- физико-химические характеристики поверхности твёрдых тел; различия между поверхностной энергией и поверхностным натяжением; влияние линейных размеров твёрдых тел на их физико-химические свойства; «Энергетический критерий аморфизации твёрдых тел»; основные модели плавления твёрдых тел; «Координационную» модель плавления кристаллов; различия между объёмным и поверхностным плавлением твёрдых тел; способы перевода твёрдого вещества в высокоэнергетическое состояние; связь между габитусом и структурой кристаллов.

#### **уметь:**

- рассчитывать зависимость температуры плавления монокристаллов от их линейных размеров; рассчитывать поверхностную энергию и анизотропию поверхностных энергий кристаллов элементарных веществ; рассчитывать изменение среднего координационного числа атомов в простейших наноструктурах; рассчитывать температуру поверхностного плавления кристаллов элементарных веществ.

#### **владеть:**

- знаниями равновесной термодинамики, кристаллографии и кристаллохимии; навыками машинных расчётов размерных зависимостей физико-химических свойств кристаллов элементарных веществ.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Введение в физическую химию поверхности**

Основы равновесной термодинамики. Поверхность как основной неустранимый дефект кристаллической структуры. Учёт влияния поверхности в технологии микроэлектроники. Вклад поверхности в термодинамические свойства системы. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Удельная полная и удельная свободная поверхностные энергии. Анизотропия поверхностной энергии.

#### **2. Теоретические и экспериментальные методы оценки поверхностной энергии**

Способы измерения поверхностной энергии. Основные проблемы в экспериментальном получении точных значений поверхностной энергии. Расчёты поверхностной энергии. Сопоставление расчётных и экспериментальных данных.

#### **3. Поверхностная энергия и физико-химические свойства макро- и нанокристаллов**

Влияние поверхности на температуру плавления твёрдых веществ. Формула Гиббса-Томсона. Способы получения веществ в высокоэнергетическом состоянии. Предельные значения размеров кристаллических блоков. Влияние высоких концентраций дефектов на физико-химические свойства твёрдых веществ.

#### 4. Энергетический критерий аморфизации твёрдого вещества

Расчёт изменения температуры плавления на основе «Энергетического критерия аморфизации твёрдого вещества».

#### 5. Влияние поверхности на среднее координационное число атомов в нанокристаллах

Координационное число атомов (молекул) в кристалле как одна из основных характеристик его физико-химических свойств. Влияние давления и температуры на кристаллическую структуру.

#### 6. Расчёты изменения среднего координационного числа атомов в идеальных кристаллах при уменьшении их линейных размеров

Расчёты изменения среднего координационного числа атомов в идеальных кристаллических решётках при уменьшении линейных размеров кристалла. Сопоставление результатов расчётов с расчётами изменения температуры плавления кристаллов при уменьшении их размеров.

#### 7. Плавление кристаллов

Основные модели плавления кристаллов. Явления предплавления. Экспериментальное обнаружение поверхностного плавления и интерпретация данного эффекта в разных работах.

#### 8. «Координационная» модель плавления кристаллов

Сопоставление предложенной модели плавления с известными. Расчёт толщины первой координационной сферы атомов для кристаллических структур кубической симметрии.

#### 9. Влияние поверхности на плавление кристалла

Расчёт поверхностной энергии кристаллов элементарных веществ и анизотропии поверхностной энергии с применением «Энергетического критерия аморфизации твёрдого вещества» и «Координационной» модели плавления кристаллов. Сопоставление рассчитанных величин поверхностной энергии с известными экспериментальными и расчётными данными.

#### 10. Поверхностное плавление кристаллов

Объяснение явления поверхностного плавления на основе «Координационной» модели плавления кристаллов. Температура начала поверхностного плавления, вывод формулы. Расчёт температур начала поверхностного плавления свинца и золота. Сопоставление с экспериментальными данными. Расчёт температур начала поверхностного плавления кристаллов льда. Сложности экспериментального определения температур поверхностного плавления. Габитус кристаллов. Поверхностная энергия и габитус кристаллов. Отличие габитуса от равновесной формы кристалла. Причины отличия.

#### 11. Влияние поверхностного плавления на свойства металлической разводки микросхем



«Электромиграция» и её связь с температурой поверхностного плавления металлов. Связь предельных электрических параметров металлической разводки с линейными размерами.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физическая культура**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

#### **Задачи дисциплины:**

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

##### **уметь:**

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

## **владеть:**

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

## **Темы и разделы курса:**

### 1. ОФП (общая физическая подготовка)

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, быстроте, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовой прием. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.
2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)
3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбозу.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-

39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физические и математические основы генерации излучения в активных световодах**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с физическими принципами генерации и усиления излучения в активных волоконных световодах, основами создания и эксплуатации мощных непрерывных волоконных лазеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами теоретических знаний и навыков в области создания и преобразования лазерной генерации в активных оптических световодах;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин лазерной физики, радиофизики и теплофизики;
- освоение технологий, применяемых для создания мощных волоконных лазеров и усилителей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия волоконной оптики и лазерной физики;
- основные элементы конструкции непрерывных волоконных лазеров;
- свойства редкоземельных ионов, используемых для создания активной среды;
- основные механизмы разогрева в активной лазерной среде.

##### **уметь:**

- рассчитывать основные параметры активных оптических световодов и интегральных волоконно-оптических компонент, необходимых для создания лазера с требуемыми характеристиками;
- рассчитывать коэффициенты усиления и инверсии в активной среде;
- определять количество пространственных мод волоконного лазера.

**владеть:**

- теорией распространения и преобразования оптического излучения в активном волокне;
- методами математического моделирования тепловых процессов в активном волокне в условиях преобразования лазерного излучения;
- знаниями о проблемах генерации мощного лазерного излучения в оптических световодах.

**Темы и разделы курса:****1. Основные понятия лазерной физики**

1.1. Квантовая природа света. Соотношения Эйнштейна. Принципы создания инверсной заселенности и индуцированного излучения. Селективные элементы лазера.

1.2 Типы лазеров и области их применения.

**2. Принципы создания и работы волоконного лазера**

2.1 Активные и пассивные оптические волокна. Одномодовые и многомодовые режимы излучения. Методы ввода оптической накачки в волокно.

2.2 Создание активной среды волоконного лазера.

2.3 Создание резонатора. Волоконные брэгговские решетки.

**3. Свойства редкоземельных ионов, используемых для создания активной среды волоконного лазера**

3.1 Энергетические уровни электронных состояний ионов иттербия. Сечения поглощения и люминесценции. Температурная зависимость этих сечений.

3.2 Энергетические уровни электронных состояний ионов эрбия. Иттербий-эрбиевая лазерная среда. Механизм кросс-релаксации.

3.3 Свойства других редкоземельных ионов: тулий, неодим.

**4. Компоненты интегральной волоконной оптики**

4.1 Волоконно-оптические ответвители и объединители.

4.2 Волоконно-оптические изоляторы. Эффект Фарадея.

#### 4.3 Волоконные WDM-фильтры.

### 5. Полупроводниковые лазерные диоды, используемые для накачки волоконных лазеров

#### 5.1 Полупроводниковые лазерные диоды на двойной гетероструктуре.

#### 5.2 Свойства полупроводниковых структур на основе арсенида галлия.

### 6. Методы расчета рабочих параметров волоконного лазера

#### 6.1 Определение порога генерации и эффективности преобразования волоконного лазера.

#### 6.2 Расчет коэффициентов усиления и инверсии в активной среде.

#### 6.3 Оценка числа пространственных мод в резонаторе.

#### 6.4 Расчет энергии лазерных импульсов.

### 7. Тепловые эффекты в волоконных лазерах

#### 7.1 Основные механизмы разогрева активного оптического волокна.

#### 7.2 Теоретический расчет величины разогрева на основе решения уравнения теплопроводности.

#### 7.3 Тепловые эффекты в активной среде волоконного лазера.

#### 7.4 Оценки предельных мощностей в волоконных лазерах.

#### 7.5 Экспериментальные методики измерения температуры в волокне.

### 8. Нелинейные эффекты в волоконных лазерах. Рэлеевское рассеяние, ВКР, ВРМБ

#### 8.1 Взаимодействие оптического излучения со средой.

#### 8.2 Поглощение и рассеяние излучения в среде.

#### 8.3 Вынужденное комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюена.

### 9. Типы полимеров, используемых для покрытия оптических световодов и их спектральные свойства

#### 9.1 Основные классы полимеров, используемых в волоконной оптике.

#### 9.2 Полидиметилсилоксаны (PDMS) и их механические, оптические и тепловые свойства.

#### 9.3 Температурные зависимости диэлектрической проницаемости и показателя преломления полимеров.

## 9.4 Температурные зависимости оптических спектров полимеров.

### 10. Радиочастотная импедансная спектроскопия оптических волокон

10.1. Основные принципы и области применения метода радиочастотной импедансной спектроскопии.

10.2. Методика измерения температуры оптического волокна в условиях генерации и усиления мощного оптического излучения, основанная на методе радиочастотной импедансной спектроскопии.

### 11. Методы определения конвективного коэффициента теплообмена оптического волокна с окружающей средой

11.1. Уравнение теплопроводности. Значение коэффициента теплообмена для расчета температурного распределения.

11.2. Эмпирические формулы для расчета конвективного коэффициента теплообмена.

11.3. Число Био и закон Ньютона-Рихмана.

11.4. Экспериментальные методы определения конвективного коэффициента теплообмена оптического волокна с окружающей средой.

### 12. Физическое и математическое моделирование разогрева активного волокна

12.1. Физическое моделирование разогрева оптического волокна и расчет конвективного коэффициента теплообмена полимерной оболочки с окружающей средой.

12.2. Создание модели оптического волокна в математическом пакете COMSOL Multiphysics. Геометрическое разбиение и метод конечных элементов.

12.3 Задание физических свойств материалов, модельных уравнений и граничных условий.

12.4 Расчет температурных полей в волокне с варьированием параметров и использованием различных моделей разогрева.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физические основы работы формирователя сигналов изображений**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ работы формирователей сигналов изображения.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными физическими принципами формирования изображений;
- изучение процессов распространения и регистрации излучения в различных спектральных диапазонах;
- изучение основных физических процессов, используемых в процессе формирования изображений различных спектральных диапазонов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные физические явления, обеспечивающие распространение и регистрацию электромагнитного излучения и формирование изображений.

##### **уметь:**

- вычислять параметры физических процессов при формировании сигналов изображения.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями оптических элементов, устройств регистрации излучения, обработки сигналов изображения.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Формирование оптических изображений.

Глаз как оптический прибор. Основные характеристики зрительного аппарата человека.



Распространение оптических лучей. Диапазоны спектра для формирователей изображения.

Пропускание излучения атмосферой.

2. Излучение абсолютно черного тела. Основы фотометрии.

Излучение абсолютно черного тела. Тепловой контраст. Основные фотометрические понятия.

3. Оптические системы формирования изображений, их параметры.

Элементы оптических систем. Основные законы геометрической оптики. Искажения изображения в оптических системах. Оптические материалы для тепловизионных систем.

Тепловые эффекты в оптических системах. Пассивная оптическая компенсация температурных изменений. Отражения от холодных поверхностей. Основные характеристики качества оптических систем.

4. Регистрация изображений.

Одиночный фотоприемник, линейка, матрица. Квантование и дискретизация. Мгновенное и общее поле зрения, дифракционный предел. Освещенность в фокальной плоскости. Регистрация точечных источников излучения.

5. Типы формирователей сигналов изображения ИК диапазона.

Последовательное и параллельное разложение картины. Обработка сигнала. Сканирующие системы. Системы без сканирования. Инфракрасные полупроводниковые видиконы.

Пироэлектрические видиконы. Электронно-оптические преобразователи. Использование ПЗС в формирователях сигналов изображения.

6. Сканирующие системы.

Плоское качающееся зеркало. Вращающийся зеркальный барабан. Вращающиеся преломляющие призмы. Вращающиеся преломляющие клинья. Другие системы сканирования. Эффекты затемнения.

7. Фоточувствительные элементы формирователей сигналов изображения.

Типы фоточувствительных элементов. Основные характеристики фоточувствительных элементов. Характеристики шума фотоприемника и фотоприемного устройства. Пространственно-частотная характеристика. Показатель качества фотоприемных устройств.

## 8. Охлаждение фоточувствительных элементов.

Требования на рабочую температуру. Охлаждение жидкими газами. Микротеплообменники на основе эффекта Джоуля-Томсона. Газовые криогенные машины. Термоэлектрические охладители.

## 9. Схемы считывания в формирователях сигналов изображения.

Требования к схемам считывания. Основные виды схем считывания. Схема прямой инжекции тока.

Схема с трансимпедансным усилителем. Приборы с переносом заряда. Схемы мультиплексирования. Передаточные и шумовые характеристики схем считывания.

Гибридизация схем считывания и матриц фоточувствительных элементов.

## 10. Режимы работы схем считывания матричных ФПУ.

Поэлементный опрос. Считывание линеек матричного ФПУ. Полнокадровое интегрирование фототока. Режим Snap-Shot.

## 11. Режим временной задержки и накопления.

Принцип работы. Основные характеристики. Структура схем считывания для работы в режиме ВЗН.

## 12. Коррекция неоднородности матричных фотоприемных устройств.

Физические причины неоднородности. Требования на разрядность АЦП. Долговременная стабильность параметров и корректируемость МФПУ. Методы коррекции неоднородности с использованием опорных источников излучения. Адаптивные методы калибровки по сигналам сцены.

## 13. Основы цифровой обработки сигналов для формирователей сигналов изображения на основе матричных и многорядных фотоприемных устройств.

Структура блоков. Модуль синхронизации с блоком оптико-механической развертки. Модуль АЦП. Модуль коррекции геометрического шума. Модуль регулировки яркости и контрастности.

Модуль формирования видеосигнала.

## 14. Критерии пространственного разрешения при формировании изображений.

Интеграл свертки. Преобразование Фурье. Теорема свертки и оптическая передаточная функция. Применение операций свертки к процессам воспроизведения изображения. Оптические передаточные функции типичных элементов. Влияние электрических систем обработки сигнала на оптические передаточные функции. Ухудшение модуляционной

передаточной функции вследствие движения и неопределенности положения изображения.

#### 15. Критерии чувствительности формирователей сигналов изображения.

Эквивалентная шуму разность температур. Минимальная разрешаемая разность температур.

Минимальная обнаруживаемая разность температур. Температурно-частотная характеристика. Эквивалентная шуму излучательная способность. Характеристики приемного устройства.

Выбор спектрального диапазона. Факторы, характеризующие коэффициент полезного действия собирающей инфракрасной оптической системы. Параметры эффективности работы.

#### 16. Измерения основных параметров формирователей сигналов изображения.

Измерение показателей пространственного разрешения. Измерение показателей чувствительности. Измерение интегральных характеристик.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Физические основы фотоники и нанофотоники**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с основами фотоники и нанофотоники и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по фотонике и нанофотонике;
- создание у слушателей базиса для изучению смежных дисциплин квантовой электроники.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Определения фотоники; области R[2]C составляющие фотонику.
- Определять тип и форму линии атомного перехода в конденсированных средах.
- Оценивать предельные значения корректности лазера в зависимости от типа активной среды и выбранного резонатора.
- Рассчитывать пороговые значения генерации лазера.
- Оценивать энергетические зазоры в зонных диаграммах гетеропереходов в лазерном диоде.
- Рассчитывать предельные значения длительностей сверхкоротких световых импульсов для различных лазерных сред.
- Оценивать тип и размеры оптических волокон и их дисперсионные характеристики как средство транспорта световой энергии.
- Оценивать пороговые характеристики лазеров с трех- и четырехуровневыми активными средами.

##### **уметь:**

- Определять тип и форму линии атомного перехода в конденсированных средах.
- Оценивать предельные значения корректности лазера в зависимости от типа активной среды и выбранного резонатора.
- Рассчитывать пороговые значения генерации лазера.
- Оценивать энергетические зазоры в зонных диаграммах гетеропереходов в лазерном диоде.
- Рассчитывать предельные значения длительностей сверхкоротких световых импульсов для различных лазерных сред.
- Оценивать тип и размеры оптических волокон и их дисперсионные характеристики как средство транспорта световой энергии.
- Оценивать пороговые характеристики лазеров с трех- и четырехуровневыми активными средами.

**владеть:**

- Методами матричного расчета лазерных резонаторов.
- Методами получения ультракоротких импульсов.
- Методами модуляции добротности резонаторов с целью получения гигантских импульсов.
- Расчетом условий устойчивости лазерных резонаторов.
- Способами управления пространственными характеристиками лазерного излучения.
- Методами расчета толщин активных слоев в  $n/p$  лазерах для появления квантов размерных эффектов.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные определения фотоники. Области науки, входящие в фотонику.

Основные определения фотоники как технологии генерации и преобразования излучения с использованием фотона в качестве квантовой единицы. Области науки, входящие в ФОТониКУ.

2. Теория теплового излучения.

Квантовая теория теплового излучения. Формула Планка.

3. Уравнения генерации лазера.

Уравнения генерации лазера. Классическое описание (вероятностный подход, уравнения Статца - Де Марса), полуклассическое (самосогласованные уравнения, уравнение Ван дер Поля), понятия о квантовых уравнениях. Скоростные уравнения: пороговые условия генерации, стационарный и модуляции добротности режимы. Уравнения Ван дер Поля лазерной генерации.

#### 4. Оптические резонаторы.

Оптические резонаторы. Открытый резонатор. Основные параметры резонатора: добротность, число Френеля, критерий устойчивости. Параметры лазерных пучков: расходимость, фактор качества  $M^2$ .

#### 5. Гауссов пучок как решение волнового уравнения.

Гауссов пучок как решение волнового уравнения в параксиальном приближении. Моды высшего порядка. Понятие лучевых матриц. Методы расчета резонаторов: на основе дифракционного интеграла, ABCD закона преобразования комплексного параметра. Обобщенный двухзеркальный резонатор, области устойчивости.

#### 6. Спонтанное и стимулированное излучение.

Спонтанное и стимулированное излучение. Атомные переходы в конденсированной среде. Форма линии. Коэффициенты поглощения и усиления. Инверсная населенность.

#### 7. Когерентность электромагнитного излучения.

Когерентность электромагнитного излучения. Многолучевая интерференция. Лазерные интерференционные зеркала.

#### 8. Оптические волоконные световоды.

Оптические волоконные световоды. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Материальная и волновая дисперсия в световодах. Одно- и многомодовые волокна. Микроструктурные волокна (фотонные кристаллы). Виды потерь в волокне. Типы волокон, активные волокна. Датчики на основе оптоволокна.

#### 9. Полупроводниковые источники лазерного излучения.

Полупроводниковые источники лазерного излучения. Твердые растворы соединений. Гомо и гетеропереходы. Квазиуровни Ферми. Энергетическая зонная диаграмма лазерного диода.

#### 10. Электронные волны де Бройля и зонная диаграмма.

Электронные волны де Бройля и зонная диаграмма. Прямые и непрямые переходы. Неравновесные состояния. Условия генерации. Квантооразмерные эффекты в п/п лазерах. Каскадные лазеры. РОС лазерные диоды. Светодиоды как новое поколение источников света.

### 11. Фотоприемники – физические основы работы.

Фотоприемники – физические основы работы. Фотодиоды, вольтамперная характеристика, лавинный фотодиод. Шумы полупроводниковых приемников излучения. ФЭУ. ЭОП. Матричные фотоприемники.

### 12. Нелинейная оптика. Генерация второй гармоники.

Нелинейная оптика. Генерация второй гармоники. Параметрическая генерация. Понятие фазового синхронизма. Скалярный и векторный синхронизм. Укороченные уравнения. Генерация гармоник высокого порядка.

### 13. Синхронизация мод в лазерах.

Синхронизация мод в лазерах, методы синхронизации. Сверхсильные световые поля. Нелинейно-оптические эффекты в лазерном поле. Пико- и фемтосекундные импульсы излучения. Спектрально-ограниченные импульсы. «Чирп» частоты. Волоконно-оптические компрессоры. Понятие о синхронизме в нелинейной оптике.

### 14. Распространение сверхкоротких лазерных импульсов в оптических средах.

Распространение сверхкоротких лазерных импульсов в оптических средах: линейной дисперсионной среде; усиливающей среде; нелинейной среде с керровской нелинейностью; через частотный фильтр. Описание лазерных импульсов. Распространение волнового пакета в дисперсионной линейной среде с дисперсией вида:  $n = n_0 + \chi^2$ . Керровская нелинейность. Поведение волнового пакета в нелинейной среде. Прохождение волнового пакета через частотный фильтр.

### 15. Методы формирования сверхкоротких импульсов.

Характерные интенсивности лазерного поля. Методы формирования сверхкоротких импульсов, измерения параметров. Петаваттные лазерные комплексы.

### 16. Волоконные лазеры.

Волоконные лазеры. Активные волоконные среды. Концентрационное тушение. Брегговские волоконные зеркала. Нелинейные явления в волоконных лазерах.

### 17. Адаптивная оптика.

Адаптивная оптика. Датчики Шака-Гартмана. Нелинейные адаптивные оптические системы на эффекте рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. 3-х и 4-х частотное взаимодействие.

#### 18. Оптическая гиометрия. Эффект Саньяка.

Оптическая гиометрия. Эффект Саньяка. Лазерные оптические гироскопы. Волоконно-оптические гироскопы. Эффекты невзаимности встречных волн. Атомно-лучевая гиометрия. Волны де Бройля. Лазерное охлаждение. Доплеровский метод. Магнитооптические ловушки.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Французский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне А1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;

– Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Начинаем изучение французского языка.**

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные - имя, возраст, национальность, профессии. Числительные. Сектор и место работы/учебы.

Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные. Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

#### **2. Приезд во франкоговорящую страну.**

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

#### **3. Знакомство с городом.**

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные 11-1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

#### **4. Жизнь в семье.**

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout.

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение *on*.

Фонетика: носовые звуки.

#### 5. Участие в празднике.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику/пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: *le futur proche*, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

#### 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы-клише для написания письма из поездки.

Грамматика: *le passe compose*. Притяжательные прилагательные. Спряжение глаголов 3 группы: *partir, dormir, descendre, recevoir*.

Фонетика: вербальные группы в *passe compose*. Звуки.

#### 7. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д. Сделать покупки в магазине/интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет. Одежда. Средства оплаты. Подарки.

Грамматика: указательные местоимения. Степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: *acheter, payer, vendre*.

Фонетика: пары открытых/закрытых гласных звуков. Сцепление.

#### 8. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то. Начать и вести разговор о работе. Обмениваться смс с друзьями. Написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише, чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: прилагательные 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Французский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне A1+ (A2.1);
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;

– Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Начинаем изучение французского языка.

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, род занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные: имя, возраст, национальность, профессии; числительные, сектор и место работы или учебы. Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные.

Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

### 2. Приезд во Францию.

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

### 3. Город. Ориентирование в городе.

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные от 11 до 1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

### 4. Семья. Вкусы и интересы.

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout...

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение ON.

Фонетика: носовые звуки.

## 5. Продукты питания. Меню. Традиции.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику, к пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: le futur proche, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

## 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы – клише для написания письма из поездки.

Грамматика: le passe compose, притяжательные прилагательные, спряжение глаголов 3 группы: partir, dormir, descendre, recevoir.

Фонетика: вербальные группы в passe compose. Звуки.

## 7. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д., сделать покупки в магазине, в интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, одежда, средства оплаты, подарки.

Грамматика: указательные местоимения, степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: acheter, payer, vendre.

Фонетика: пары открытых – закрытых гласных звуков. Сцепление.

## 8. Поиск работы.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то, начать и вести разговор о работе, обмениваться смс с друзьями, написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения COD, COI. Наречия длительности pendant, depuis.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

## 9. Организация свободного времени.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино, в театр, купить билеты, обсудить спектакль, фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui\que, местоимение EN, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с EN. Звуки.

## 10. Квартал. Дом. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение Y. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## 11. Приглашение друзей.

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки, блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты, фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения-дополнения COD, COI (повторение).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

## 12. Учеба.

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии, система образования во Франции.

Грамматика: le futur и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое “e” в формах будущего времени, носовые звуки.

### 13. Собеседование. Работа.

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо, пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики, профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности\неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

### 14. Средства массовой информации.

Коммуникативные задачи: слушать\читать новости, обсудить, прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование participe passé в роде и числе. Passé immédiat.

Фонетика: произношение форм participe passé.

### 15. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме, рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет\попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

### 16. Досуг студентов.

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль, фильм, кафе, ресторан. Заказать столик, купить\забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе\ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения celle, celles, celui, seux,.Степени сравнения прилагательных (повторение).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

## 17. Решение проблем.

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов\людей, разрешить\запретить что-либо, высказать\написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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, предрассудков по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

**владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

**Темы и разделы курса:****1. Продолжение изучения французского языка**

Коммуникативные задачи: рассказать о себе, представить кого-то, выразить свое мнение.

Лексика: фразы-клише для выражения мнения, портрет, физические и моральные качества человека.

Грамматика: конструкции *c'est – il\elle est, passé composé, imparfait*.

Фонетика: интонация, сцепление, связывание.

**2. Приглашение друзей**

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки. Блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты. Фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения *cod, coi* (повт.).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

**3. Учеба**

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии. Система образования во Франции.

Грамматика: *le futur* и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое е 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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **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: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Электродинамические системы мощных электровакуумных приборов**

#### **Цель дисциплины:**

- обучить студентов электрод основным электродинамическим системам, применяемым в современных мощных электровакуумных приборах.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с принципами формирования быстрых и медленных волн в направляющих системах и ВЧ полей в резонаторных системах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные свойства различных типов электродинамических систем, и ориентироваться в областях их применения.

##### **уметь:**

- анализировать дисперсионные свойства электродинамических систем, связывать распределения полей со структурой (симметриями) замедляющих систем, понимать принципы согласования и организации ввода-вывода энергии электромагнитных волн.

##### **владеть:**

- простейшими методами расчетов полей и параметров электродинамических систем.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Длинные линии**

Распределенные параметры длинных линий. Система уравнений длинных линий. Решение в виде бегущих волн. Характеристическое сопротивление. Постоянная распространения, затухающие волны. Входное сопротивление нагруженной длинной линии. Закороченная длинная линия. Представление отрезка длинной линии четырехполюсником в А-форме.

Ступенчатое соединение отрезков длинных линий. Согласование длинных линий с помощью четвертьволнового отрезка длинной линии. Реализация длинных линий в СВЧ диапазоне - коаксиальные линии.

## 2. Волноводы

Волновые уравнения, решения уравнений в виде бегущих волн E и H типов, постоянные распространения, фазовая скорость, групповая скорость, характеристическое сопротивление, критическая длина волны.

## 3. Лемма Лоренца

Лемма Лоренца, теорема взаимности. Возбуждение волноводов сторонними источниками: щелями связи, штыревыми антеннами, индуктивными петлями связи. Правила расположения источников возбуждения в волноводах. Возбуждение волноводов сторонними токами. Уравнение возбуждения.

## 4. Полые резонаторы

Уравнения типов колебаний. Спектры собственных частот. Эквивалентные параметры видов колебаний: частота, характеристическое сопротивление, добротность. Волны E типа цилиндрического волновода. Тороидальный резонатор-реализация в СВЧ диапазоне колебательного контура. Влияние носиков на параметры резонатора и распределение поля E-типа. Разновидности тороидальных резонаторов. Резонатор Каччия. Двух и многоззорные связанные резонаторы – их назначение.

## 5. Периодические бесконечные замедляющие системы

Симметрии в периодических системах. Теорема Флоке-Блоха. Решение волновых уравнений в виде суперпозиции пространственных гармоник, их отличие от типов волн в волноводах. Виды периодических замедляющих систем, их назначение. Синхронизация скоростей электронного потока и пространственной гармоник. Основные характеристики: дисперсия пространственных гармоник, фазовая и групповая скорости сопротивления связи (импеданс взаимодействия) с электронным потоком. Отличие бесконечных периодических систем и отрезков реальных замедляющих систем, содержащих конечное число периодов, применяемых в лампах с бегущей волной, их согласование.

## 6. Гребенчатые замедляющие системы

Одиночная и сдвоенная гребенки. Упрощенная система волновых уравнений для анализа бесконечно широкой сдвоенной гребенки. Метод частичных областей. Поле в канале взаимодействия и поле между зубцами гребенки. Возможные способы сшивания полей на границах. Дисперсионное уравнение, его графическое (численное) решение. Синфазный и противофазный виды колебаний. Поля синфазного и противофазного видов в канале взаимодействия. Поля одиночной гребенки как частный случай при бесконечно большом канале взаимодействия. Поток мощности через поперечное сечение гребенки. Сопротивления связи на нулевой пространственной гармонике синфазного типа. Гребенки конечной ширины в прямоугольном волноводе.

## 7. Замедляющая меандровая система

Волновые уравнения для бесконечно широкой меандровой линии, решение волновых уравнений в виде пространственных гармоник. Дисперсионное уравнение, сопротивление

связи. Разновидность меандровой системы –петляющий волновод – основная замедляющая система ламп с бегущей волной мм и субмиллиметрового диапазона длин волн.

#### 8. Спиральные замедляющие системы

Разновидности спиральные замедляющие систем, область применения. Ленточная спираль в круглом волноводе. Приближение бесконечно тонкой ленты. Метод частичных областей: Решение волнового уравнения методом Фурье внутри и вне спирали. Сшивание на границе. Разрыв магнитных полей на поверхности ленты. Дисперсионное уравнение. Поля внутри спирали. Поток мощности через поперечное сечение спирали. Сопротивление связи. Полосовые характеристики спиральной замедляющей системы. Учет диэлектрических опор. Согласование реальных спиральных систем и вводы-выводы энергии Бифилярная спираль.

#### 9. Цепочки связанных резонаторов (ЦСР)

Конструкции ЦСР и их назначение. Метод декомпозиции. Представление шестиполосниками.. Вывод А-матрицы шестиполосника через проводимости его ветвей. Число степеней свободы шестиполосника общего вида в двух полосах пропускания. Двухполосная схема замещения симметричного шестиполосника общего вида. Синтез параметров шестиполосника через известные (из 3D расчетов) значения частот отсечек резонаторной и щелевой полос, частоту  $\pi/2$ -вида и характеристическое сопротивление на частоте  $2\pi$ -вида резонаторной полосы. Условия физической реализуемости. Влияние потерь на дисперсионные характеристики бесконечной ЦСР. Импедансные характеристики бесконечной ЦСР. А-матрица неоднородной секции ЦСР, включающей концевые нагрузки. Z-матрица и уравнение возбуждения секции ЦСР наведенными токами. Влияние угла раскрытия щели связи на характеристики ЦСР, слияние полос и их инверсия. Физический смысл инверсии полос. Трансформация ЦСР в замедляющую систему на встречных штырях. Модификации встречно-штыревых замедляющих систем.

#### 10. Резонансный метод измерения характеристик

Резонансный метод измерения дисперсионной характеристики замедляющих систем. Метод измерения сопротивления связи. Погрешности методов. Устройства ввода-вывода энергии. Баночные выводы энергии. Технологии изготовления замедляющих систем. Источники технологического разброса параметров.

#### 11. Теорема Рамо-Шокли

Теорема Рамо-Шокли о наведенном токе. Релятивистское уравнение движения электрона в электромагнитных полях.

Частные случаи решения уравнения движения электрона в статических электрическом и магнитном полях. Основные идеи организации энергообмена между электромагнитной волной замедляющей структуры и электронным потоком. Классификация типов взаимодействий.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Электроника**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ современной электроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с элементами конструкции электронных приборов и систем;
- изучение основных источников СВЧ-излучения;
- изучение основных приборов, используемых для получения, поддержания и изучения свойств материалов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы описания взаимодействия электронов с веществом и физические механизмы их возникновения в электрическом и магнитном полях.

##### **уметь:**

- рассчитывать распределение электрического и магнитного полей в вакуумных системах и влияние этих полей на движение электронных пучков.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями, используемыми для расчётов и описания распределения электрического и магнитного полей в вакуумных системах, и влияние этих полей на движение электронных пучков.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Представления о квантовых свойствах электрона.

Гипотеза Планка. Гипотеза де-Бройля (волновая гипотеза). Принцип соответствия Бора. Корпускулярно-волновой дуализм.

## 2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Свойства свободных электронов в вакууме. Волны де-Бройля. Уравнение Шредингера в декартовых координатах для одной частицы и для системы из двух различных частиц. Многочастичная и одночастичная волновые функции, их физический смысл. Стационарные состояния. Разрешенные уровни энергии. Волновая функция электрона, имеющего постоянную потенциальную энергию. Граничные условия для волновой функции.

## 3. Задача об электроны, налетающем на прямоугольную потенциальную ступеньку.

Надбарьерное отражение. Проникновение квантовой частицы под барьер. Туннельный эффект. Точное выражение для прозрачности прямоугольного потенциального барьера конечной ширины. Приближенное выражение для прозрачности барьера произвольной формы. Прозрачность треугольного барьера.

## 4. Неразличимость элементарных частиц и принцип запрета Паули.

Классические частицы; квантовые частицы (фермионы и бозоны). Статистика Ферми-Дирака. Функция распределения Ферми-Дирака, ее свойства, график функции. Связь статистики Ферми-Дирака с классической статистикой Больцмана. Уровень Ферми, его физический смысл. Нахождение уровня Ферми в модельных двухуровневых задачах; зависимость положения уровня Ферми от температуры.

## 5. Элементы зонной теории кристаллического твердого тела.

Энергетические зоны. Квантовые числа: номер зоны и квазиимпульс. Период энергетической зоны в пространстве квазиимпульсов. Представление о зонах Бриллюэна. Количество электронных состояний в одной энергетической зоне. Эффективная масса в экстремумах энергетических зон. Запрещенная зона. Перекрывание зон.

## 6. Классификация твердых тел металлы, диэлектрики, полупроводники.

Собственный, донорный и акцепторный полупроводники. Уровень Ферми и работа выхода электронов для металла, собственного полупроводника, донорного полупроводника, акцепторного полупроводника. Зависимость уровня Ферми от температуры для металлов и полупроводников.

## 7. Энергетическая диаграмма твердое тело-вакуум.

Потенциальный барьер на границе раздела металл-вакуум. Уровень энергии вакуума. Контактная разность потенциалов (КРП) между двумя проводящими телами, находящимися в электрическом контакте; природа КРП. Методы измерения контактной разности потенциалов.

## 8. Термоэлектронная эмиссия в вакуум из металлов и полупроводников.

Вывод формулы Ричардсона-Дэшмана. Ток насыщения. Вольтамперные характеристики (ВАХ) вакуумного термоэмиссионного диода. Токотхождение в вакууме. Начальные токи. Ток термоэлектронной эмиссии, ограниченный пространственным зарядом (закон трех вторых). Влияние электрического поля на термоэлектронную эмиссию. Эффект Шоттки. Влияние КРП на вольтамперную характеристику вакуумного диода с термокатодом. Термодинамическая работа выхода. Эффективная работа выхода.

Ричардсоновская работа выхода; метод прямых Ричардсона. Средняя по току и средняя по поверхности работа выхода. Методы измерения работы выхода электронов.

9. Принципы термоэмиссионного преобразования энергии.

Энергетические диаграммы для разных режимов ТЭПЭ. Компенсация пространственного заряда. ТЭПЭ, как тепловая машина. КПД идеального ТЭПЭ.

10. Основные типы термоэлектронных катодов и их характеристики.

Эмиссионная способность, эффективность и срок службы термоэлектронных катодов. Пленочные эмиссионные системы. Эффективные термоэлектронные катоды. Металлопленочные катоды; торий на вольфраме. Оксидный катод.

11. Фотоэлектронная эмиссия.

Законы внешнего фотоэффекта; уравнение Эйнштейна. Пороговая длина волны (красная граница). Влияние КРП на вольтамперную характеристику вакуумного диода с фотокатодом. Выражение (без вывода) для плотности тока фотоэмиссии в модели Фаулера вблизи пороговой длины волны. Фотоэлектронная работа выхода, ее опытное определение по методу кривых Фаулера и кривых Дюбриджа. Фотоэлектронная работа выхода для полупроводниковых катодов с различными типами проводимости. Основные характеристики фотоэммиттеров: интегральная чувствительность, спектральная чувствительность, квантовый выход. Эффективные фотоэммиттеры. Представление о фотоэммиттерах с отрицательным электронным средством.

12. Автоэлектронная эмиссия.

Вывод формулы Фаулера-Нордгейма. Функция Нордгейма. Экспериментальное наблюдение автоэлектронной эмиссии. Определение параметров автокатодов из экспериментальных данных; метод прямых Фаулера-Нордгейма; количественные оценки. Ионная бомбардировка. Типы автоэммиттеров: острый, лезвийный, пленочный, стержневой; особенности их работы. Формфактор. Эффективные автоэлектронные катоды. Природа нестабильности тока автоэмиссии.

13. Приборы, предназначенные для исследований поверхности твердых тел.

Растровый электронный микроскоп (РЭМ); автоэлектронный проектор (АЭП); автоионный проектор (АИП); атомный зонд; сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) — принцип действия, конструкция, разрешающая способность, особенности их работы и экспериментальные возможности. Природа высокой разрешающей способности этих приборов.

14. Поверхностная ионизация.

Термоионная эмиссия. Формула Саха -Ленгмюра.

15. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ).

Схема экспериментальной установки для исследования ВЭЭ. Кривая задержки и функция распределения электронов по энергиям. Истинно вторичные, упруго отраженные и рассеянные электроны. Особенности вторичной электронной эмиссии полупроводников и диэлектриков по сравнению с металлами. Формула Брюинга (без вывода), ее физический смысл. Кривые подобия. Эффективные вторично-эмиссионные катоды. Электронные умножители, коэффициент усиления. Фотоэлектронные умножители.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Электронная оптика интенсивных пучков в приборах СВЧ**

#### **Цель дисциплины:**

- обучить студентов методам расчета электронных пушек и фокусирующих систем, электронных пучков с высокими значениями первеанса.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными понятиями электронной оптики интенсивных электронных пучков и параксиальными методами расчета сходящихся электронных потоков в магнитных фокусирующих полях.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия электронной оптики интенсивных пучков и типы электронных пушек.

##### **уметь:**

- по техническому заданию на пучок рассчитать геометрию электронной пушки и подтвердить эти расчеты численным моделированием.

##### **владеть:**

- параксиальным методом анализа интенсивных электронных пучков.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Предмет электронной оптики**

Предмет электронной оптики: фокусировка и сопровождение. Аналогии и различия между оптикой света и оптикой электронов. Интенсивные электронные пучки. Первеанс. Схема и состав однолучевой электронно-оптической системы СВЧ прибора.

Длина волны Де-Бройля электрона и среднее расстояние между электронами в плотных пучках. Отсутствие необходимости квантово-механического описания. Релятивистские уравнения движения электрона в статических электрических и магнитных полях. Потенциалы реальных пучков в мощной СВЧ электронике пучков, отношение  $v/c$ . Когда необходимо учитывать релятивизм?

Виды электронных пучков: аксиально-симметричные сплошные и полые, пучки прямоугольного и эллиптического сечения, многолучевые пучки - области их применения. Основные характеристики электронного пучка.

Решение нерелятивистского уравнения движения электрона без учета полей пространственного заряда в статических электрических и магнитных полях. Примеры траекторий.

## 2. Фокусирующие свойства электрических и магнитных полей

Фокусирующие свойства электрических и магнитных полей. Некоторые примеры.

Параксиальные аксиально-симметричные пучки. Параксиальное приближение для компонент аксиально-симметричных электрических и магнитных полей.

Уравнения движения в цилиндрической системе координат.

Пространственный заряд в цилиндрических пучках. Контур пучка в трубе дрейфа. Влияние начальных условий. Кроссовер. Универсальная кривая расширения пучка под действием сил пространственного заряда.

Провисание потенциала в цилиндрических пучках.

Предельный ток в цилиндрической трубе с заданным отношением диаметра к длине.

## 3. Бриллюэновский поток

Электронный пучок в однородном магнитном поле. Система уравнений. Теорема Буша. Угловая скорость электрона. Уравнение контура пучка в магнитном поле. Степень экранировки катода.

Пучок постоянного диаметра. Пульсации пучка: амплитуда и длина волны пульсаций.

Бриллюэновский поток. Небриллюэновский равновесный поток.

## 4. Пушка Пирса с прямолинейным пучком

Пушка Пирса с прямолинейным пучком. Распределение потенциалов.

Форма фокусирующих электродов в практических конструкциях.

Анод как рассеивающая линза. Влияние диаметра отверстия. Первеанс пушки Пирса – свойство только геометрии пушки (отношения радиуса катода к расстоянию до анода)

Пушка Пирса с прямолинейным потоком в однородном магнитном поле.

Пример расчета фокусирующего магнитного поля.

Недостатки пушки Пирса с прямолинейным потоком. Область их применения.

## 5. Сходящиеся электронные пучки

Сходящиеся электронные пучки – их преимущества  
Компрессия пучка: по площади и линейная компрессия. Характерные величины компрессий пучков в реальных конструкциях пушки в зависимости от первоанса пучка.

Пушка Пирса сферического типа, формирующая сходящийся поток. Полный ток сферической пушки. Функция Лэнгмюра.

Электронный конический пучок, формируемый частью сферической поверхности. Пушка Пирса. Формы реальных электродов. Влияние отверстия в аноде.

Электронные пушки со сходящимися электронными пучками с высоким микропервеансом ( $> 1$ ). Абберрации.

Практическая конструкция электронной пушки с напряжением до 10 кВ. Состав и материалы конструкции. Армирование пушек

## 6. Фокусирующие магнитные системы

Фокусирующие магнитные системы: соленоиды, однополярные постоянные магниты, реверсные магнитные системы на постоянных магнитах.

Магнитное поле соленоида. Влияние магнитного экрана (полюсного наконечника). Галетная конструкция. Тепловые потери в соленоидах.

В-кривые железных магнитных экранов. Влияние отверстий в экранах.

Магнитное поле постоянных магнитов: “подкова”, кольцевой магнит с продольно намагниченностью, кольцевой магнит с радиальной намагниченностью.

Магнитное поле в реверсных магнитных системах на постоянных магнитах

## 7. Согласование параметров пушки с магнитным полем

Согласование параметров пушки и магнитной фокусирующей системы.

Расчет “против течения”. Упрощенный расчет.

## 8. МПФС

Область применения МПФС. Поле отдельной ячейки МПФС. МПФС совмещенного и несовмещенного типов. Фокусирующее действие периодического магнитного поля.

Контуры пучка в МПФС. Уравнение Матъе. Контуры пучка в МПФС. Зоны устойчивости (решение уравнения Матъе). Зависимость токопрохождения от анодного напряжения. Трубочатые электронные пучки. Пушки магнетронного типа.

#### 9. Коллектор электронов

Коллектор электронов. Тепловой режим и предельные удельные тепловые нагрузки.

Конструкции коллекторов. Система охлаждения. Расход охлаждающей жидкости. Обеспечение отсутствия локальных перегревов. Коллектор в статическом режиме. Коллекторы с рекуперацией энергии.

#### 10. Влияние тепловых скоростей электронов

Влияние тепловых скоростей электронов на формирование пучка.

Перераспределение плотности тока в сходящемся пучке (влияние тепловых скоростей и крайних траекторий).

Распределение плотности тока по сечению пучка на катоде и в области пушки в практических конструкциях.

#### 11. Многолучевые пушки

Многолучевые пушки – особенности конструкции. Фокусировка многолучевых потоков в реверсных магнитных полях.

#### 12. Фазовый объем пучка

Теорема Лиувилля. Сохранение фазового объема. Эммитанс электронного пучка.

#### 13. Численные методы моделирования электронно-оптических систем

Численные методы моделирования самосогласованных полей и пучков в пушках. Примеры моделирования в трехмерных пакетах программ. Влияние дискретности моделей.

Сопоставление численного и параксиального методов расчета.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Электронные и транспортные свойства низкоразмерных систем и наноструктур**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение особенностей электронного транспорта в наноструктурах.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с базовыми понятиями мезоскопической физики и их проявлении в транспортных свойствах наноструктур.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы описания электронных и транспортных свойств.

##### **уметь:**

- моделировать электронный транспорт в наноструктурах с применением основных теоретических методов.

##### **владеть:**

- основными теоретическими моделями описания электронного транспорта в наноструктурах, пониманием физических основ явлений, специфичных для структур с пониженной размерностью и наноструктур.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Электроны в металлах и полупроводниках (повторение)**

Спектр электронов в периодическом потенциале. Статистика Ферми. Металлы и полупроводники. Квазиклассическое описание. Модель Друде. Зависимость проводимости полупроводников и металлов от температуры.

## 2. Влияние размерных эффектов на электронные свойства наноструктур

Квантование одночастичных уровней энергии в одномерном случае. Квантование энергии в наноразмерных кристаллах. Понятие о квантовой точке (КТ). Оптические свойства КТ.

## 3. Двумерный электронный газ

Методы реализации: инверсионный слой в полевых транзисторах; гетероструктуры. Основные характеристики. Концентрация носителей, длина свободного пробега. Квантование энергии в магнитном поле. Уровни Ландау. Циклотронный резонанс.

## 4. Магнетосопротивление

Магнетосопротивление в модели Друде, связь с подвижностью. Понятие «магнитной длины» и циклотронного радиуса (ЦР). Роль соотношения между длиной свободного пробега, классическим ЦР и характерными размерами системы. Осцилляции Шубникова-де-Гааза. Квантовый эффект Холла.

## 5. Носители заряда в графене как пример естественной реализации модели двумерного электронного газа

Зонная структура графена и ее особенности. Что понимается под «безмассовостью».

Краткий экскурс в оптические свойства графена. Особенности электронного транспорта в системе с дираковским спектром носителей заряда.

## 6. Углеродные нанотрубки (УНТ) и полупроводниковые нанопровода как одномерные квантовые точки

Квантование электронных состояний на поверхности цилиндра. Зонная структура УНТ.

Оптические свойства УНТ.

## 7. Слабая локализация в двумерных системах

Основные экспериментальные факты и модели явления. Магнетосопротивление тонкого цилиндра в аксиальном поле; эффект Ааоронова-Альтшулера-Спивака. Проявление слабой локализации в графене и УНТ.

## 8. Специфика транспорта заряда в наноструктурах

Роль затвора и затворного напряжения. Расчет эффективности затвора. Примеры: графен и УНТ.

## 9. Электронный транспорт в квантовых точках

От квантованной проводимости к кулоновской блокаде. Транспортные свойства одномерных полупроводниковых наноструктур на примере УНТ. Квантовые точки на основе графена и других новых 2D материалов.

10. Обзор новейших экспериментов в области экзотических свойств наноструктур

Наноструктуры на основе топологических изоляторов. Сверхпроводниковые наноструктуры.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Электроника, фотоника и нанотехнологии**

### **Электронные свойства твердых тел**

#### **Цель дисциплины:**

- дать углубленные специализированные знания, необходимые для выполнения научных исследований в рамках дипломных проектов бакалавров и магистров, направленных на изучение новых физических эффектов в твердом теле, применимых для создания новых электронных устройств. При этом основной акцент делается на физику полупроводников и некоторые методы теоретического описания наиболее значимых явлений в твердом теле.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с физическими основами явления сверхпроводимости и сверхпроводниковой электроники;
- дать студентам знания в области наиболее важных практических приложений в науке, технике и технологиях;
- привить студентам навыки к развитию новых подходов к постановке и решению задач фундаментального и прикладного значения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- природу явлений проводимости в твердом теле и его электронных свойств, а также основные методы теоретического описания основополагающих электрофизических свойств твердых тел.

##### **уметь:**

- самостоятельно ставить и решать задачи по теоретическому исследованию особенностей;
- ставить и решать задачи по теоретическому исследованию особенностей электронных явлений в твердых телах.

##### **владеть:**



- навыками и методами теоретического исследования основных параметров электронных свойств твердых тел.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Систематика электронных состояний в кристаллах.

Квазичастицы. Адиабатическое приближение. Кулоновское взаимодействие и приближение самосогласованного поля. Волновые функции электронов в периодическом потенциале, теорема Блоха. Квазиимпульс, обратная решетка, зона Бриллюэна.

#### 2. Электронная зонная структура.

Приближение почти свободных электронов. Приближение сильно связанных электронов. Функции Ваннье. Электронный спектр металлов, полупроводников, диэлектриков. Прямозонные и непрямоzonные полупроводники. Плотность состояний. Динамика блоховского электрона. Эффективная масса и кр-приближение.

#### 3. Приближение эффективной массы в полупроводниках.

Уравнение Шредингера для электронов в методе эффективной массы. Электронная структура примесных атомов. Экситоны Ваннье-Мотта. Уравнение движения электрона в кристалле. Дырки.

#### 4. Статистическое распределение электронов и дырок в полупроводниках.

Металлы: вырожденный электронный газ. Полупроводники: невырожденный электронный газ. Собственные и примесные полупроводники. Компенсированные полупроводники. Температурная зависимость концентрации электронов и дырок и уровня Ферми в полупроводниках. Зависимость концентрации электронов и дырок от концентрации глубокой примеси.

#### 5. Кинетическое уравнение Больцмана.

Кинетическое уравнение Больцмана. Условия применимости. Интеграл столкновений. Взаимодействие носителей заряда с точечными дефектами, фононами и между собой. Время упругого рассеяния и длина свободного пробега, тау-приближение.

#### 6. Статические кинетические свойства металлов и полупроводников.

Электропроводность электронного газа в металлах и полупроводниках. Формула Друде для электропроводности. Вклад электронного газа в термоэлектрические эффекты и теплопроводность.

#### 7. Диэлектрическая проницаемость твердого тела.

Диэлектрическая проницаемость твердого тела. Вычисление линейного отклика по теории возмущений. Пространственная и временная дисперсия. Формула Линдхарда для диэлектрической проницаемости. Предельные случаи: экранирование статического поля, плазменные колебания. Коновская аномалия, фриделевские осцилляции.

#### 8. Кинетические явления в магнитном поле.

Эффект Холла и продольное магнетосопротивление. Классически слабые и сильные магнитные поля.

9. Разогрев электронного газа в электрическом поле.

Время рассеяния энергии, длина энергетической релаксации. Горячие электроны, электронная температура.

10. Основные эффекты в полупроводниках в сверхсильных электрических полях.

Основные эффекты в полупроводниках в сверхсильных электрических полях.

Лавинное размножение носителей и его основные характеристики. Межзонное туннелирование.

11. Контактные явления. Неоднородные электронные системы.

Условия равновесия контактирующих проводников. Электронное сродство, работа выхода и контактная разность потенциалов. Распределение концентрации электронов и электрического поля вблизи контактов металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Длина экранирования электрического поля. Вольтамперная характеристика p-n перехода и ее физическая интерпретация.

Размерное квантование и низкоразмерные электронные системы.

12. Сверхпроводимость.

Сверхпроводимость. Экранирование межэлектронного взаимодействия электронами и ионами и эффективное притяжение между электронами. Спектр элементарных возбуждений в сверхпроводнике. Незатухающий ток.

13. Рекомбинация неравновесных носителей в полупроводниках.

Рекомбинация неравновесных носителей в полупроводниках.

Межзонная излучательная рекомбинация, примесная рекомбинация (рекомбинация Холла-Шокли-Рида), межзонная Оже-рекомбинация. Зависимость скорости рекомбинации Холла-Шокли-Рида от концентрации рекомбинационных центров при слабом отклонении полупроводника от равновесного состояния.