

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.06.2024 13:33:04  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaaf1e7372a3e2

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### MATLAB/Simulink для телекоммуникационных задач

#### Цель дисциплины:

Познакомить обучающихся с основными возможностям применения пакета Matlab и Simulink для телекоммуникационных задач.

#### Задачи дисциплины:

- Знакомство с инструментами моделирования математических систем Matlab и Simulink.
- Изучение способов компьютерного моделирования алгоритмов и систем цифровой обработки сигналов в Matlab.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- Основы математического моделирования и алгоритмов обработки данных в среде Matlab\Simulink.
- Принципы построения модели с учётом особенностей среды программирования Matlab\Simulink.
- Основы цифровой обработки сигнала в среде моделирования Matlab\Simulink.

##### уметь:

- Применять полученные знания для обработки цифровых сигналов.
- Предоставлять графические результаты математического моделирования Matlab\Simulink.
- Применять встроенные функционал Matlab\Simulink для решения задач моделирования и проектирования телекоммуникационных систем.

##### владеть:

- Базовыми алгоритмами цифровой обработки сигнала.

- Встроенными инструментами Matlab\Simulink.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Основы работы в Matlab**

Matlab как язык программирования. Назначение, особенности внутреннего устройства среды моделирования. Работа с интерфейсом. Пространство переменных. Простейшие операции и построение графика. Скрипты. Типы данных. Ветвление программы, логические типы данных. Циклы. Функции и анонимные функции. Способы поиска и исправления ошибок (отладчик).

### **2. Работа с массивами**

Создание массивов. Способы обращения к элементам массива. Обращения к элементу подмножества множества. Логическая индексация массива. Анализ массива. Многомерные массивы. Элементарные функции. Работа с комплексными числами. Оптимизация кода с учётом особенности языка моделирования Matlab.

### **3. Типы данных и обработка результатов**

Классификация данных. Работа с символами и строками. Структуры. Ячейки. Пользовательские классы. Построение графиков. Двухмерные и трёхмерные графики. Составление описания графика. Управление окнами графиков и осями координат. Дескрипторная графика. Сохранение графиков. Работа с файлами. Импорт и экспорт файлов.

### **4. Численные методы**

Решение систем линейных алгебраических уравнений. Решение нелинейных уравнение и систем уравнений. Численное интегрирование и дифференцирование. Преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Решение дифференциальных систем уравнений и систем. Интерполяция и аппроксимация. Символьные вычисления.

### **5. Цифровая обработка сигнала**

Дискретные сигналы. Детерминированные дискретные сигналы. Случайные дискретные сигналы. Z-преобразование. Спектральное представление дискретных сигналов. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Практическое применение ДПФ. Свёртка сигнала при помощи ДПФ. Синтез и анализ цифровых фильтров. КИХ-фильтры. БИХ-фильтры.

### **6. Модельно-ориентированное проектирование. Simulink**

Назначение, особенности внутреннего устройства среды моделирования. Работа с интерфейсом. Составление модели на основе готовых инструментов Simulink. Программно-определяемые радиосистемы (SDR). Внутреннее устройство и технические характеристики. FM-приёмника на базе SDR-RTL.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Актуальные проблемы электромобильности**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование видения и понимания физических, технических и инженерных основ создания интегрированных электроприводов; получения знаний о структуре, особенностях разработки, применяемых материалах и технологиях производства, а также методиках испытаний современных интегрированных электроприводов; формирования представления о будущем электромобильности.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний на уровне представлений: преимущества применения и перспективы развития электромобильности; история развития и текущее состояние электромобильности в мире и РФ; подходы к разработке интегрированных электроприводов; использование новых материалов и технологий при их опытном и серийном производстве;

- формирование знаний на уровне воспроизведения: базисные принципы функционирования и интеграции электроприводов; особенности выбора силовых электронных компонентов, методы охлаждения и цели контроля температуры; современные решения для производства роторов и статоров; различия между электроприводами наземного, воздушного, морского, железнодорожного и другого применения, а также моторколес;

- формирование знаний на уровне понимания: взаимосвязь конструкции высокооборотных интегрированных электроприводов с динамикой транспортного средства; современные системы накопления энергии электроприводов; программы и методики испытаний; беспроводная подзарядка.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные проблемы современной электромобильности;
- задачи и методы интеграции электроприводов и их структуру;
- перспективы развития электромобильности;
- новые материалы и технологии, используемые для производства электроприводов;

- современные подходы к проектированию электроприводов.

**уметь:**

- воспринимать новую информацию из современной профильной научно-технической литературы и сопоставлять с совокупностью полученных в курсе объемом знаний, а также устно и письменно излагать результаты изучения;
- понимать материал, излагаемый в последующих спецкурсах;
- разбираться в особенностях конструкции интегрированных электроприводов.

**владеть:**

- навыками и подходами к разработке современных интегрированных электроприводов.

**Темы и разделы курса:**

1. Вводная лекция

Цели и задачи курса. История развития электромобильности. Текущее состояние и перспективы в мире и РФ. Рынок электромобильности. Общие тенденции, проблемы развития и пути их решения. Сравнительный технико-экономический анализ различных электроприводов. Подходы к проектированию. Баланс потерь. Современные методы проектирования и оптимизации интегрированных электроприводов. Роль искусственного интеллекта. Плотность мощности и пути ее увеличения. Взаимосвязь электромагнитных, электронных и механических подсистем. Рынок электроприводов. Рециклинг.

2. Высокооборотные автомобильные электроприводы

Современное состояние и тенденции. Приводы с радиальным, аксиальным и гибридным потоком. Междисциплинарность и комплексность проблемы разработки. Структура цены. Трилемма ротора: контролируемый магнитный поток - прочность - ВШХ. Зависимость предела усталости от количества циклов. Варианты исполнения ротора. Методы ослабления потока. Проблемы выбора материалов статора. Взаимосвязь оборотов вращения, плотности мощности и массы магнитов. Редукторы. Роль многоступенчатых редукторов и многоуровневых систем напряжения. Проблемы управления на высоких оборотах. Взаимосвязь конструкции электропривода и динамических характеристик электромобиля. Цели оптимизации. Интегрированные электроприводы 3 в 1 и 8 в 1.

3. Новые материалы

Роль постоянных магнитов. Трилемма: магнитные параметры, температура и стоимость. Технические особенности применения в электроприводах. Магниты с переменным направлением намагничивания. 3D GBD процесс. Новые постоянные магниты и магнитомягкие материалы. Цериевые магниты, Fe16N2, Гибридные магниты, кинетические ферромагнетики. Применение трансформаторного анизотропного электротехнического проката. Новые электропроводящие, диэлектрические, изоляционные, пропиточные, теплопроводящие и композитные материалы. Новые требования к материалам. Частичный

разряд. Тепловое старение. Цифровое материаловедение. Пленочные и керамические конденсаторы. Нити на основе углеродных нанотрубок и их применение. ВТСП материалы.

#### 4. Новые технологии

Тенденции производственного процесса изготовления электроприводов. Цифровые технологии. Методы повышения заполнения паза медью и снижения потерь. Современные решения для производства обмоток статоров (Hairpin, W-pin, Next-pin и тд). Преимущества и недостатки обмоток типа «hairpin». Технологический процесс их изготовления. Аддитивные технологии в прототипировании и производстве электроприводов. Литцендрат. Холодная сварка. Спекание наночастиц серебра. Технологии соединения пакетов ротора и статора. Технология «горячего» намагничивания роторов. Реинжиниринг. Влияние допусков изготовления на тяговые характеристики электромашины при серийном производстве. Технологии, методики и программы испытаний.

#### 5. Новые методы охлаждения. Контроль магнитного потока. Снижение потерь.

Воздушное охлаждение. Самовентиляция. Методы масляного охлаждения. Взаимосвязь изоляции и охлаждения. Охлаждение лобовых частей обмоток. Тепловые трубки. Микроканалы. Контроль температуры. Цели и методы контроля магнитного потока в воздушном зазоре. Ослабление потока с помощью дополнительных электромагнитных и механических систем. Саморегулирующиеся зазоры. Методы снижения потерь.

#### 6. Моторколеса, электроприводы авиационного, морского, железнодорожного, МВт уровня.

Моторколеса для наземного электротранспорта и самолетов. Прямой электропривод: преимущества и недостатки на примере электропривода для метро. Электроприводы авиационного, морского, железнодорожного, МВт уровня и другого применения. Компромисс удельных энергетических характеристик и надежности. Встроенные системы диагностики. Электроприводы и электрогенераторы на основе ВТСП.

#### 7. Ветрогенераторы, накопители энергии, линейные генераторы, магнитные редукторы и магнитные муфты

Ветрогенераторы. Пути оптимизации отношения количества вырабатываемой энергии к массе магнитов. Линейные генераторы для расширения пробега. Мотор-генераторы для промышленных гравитационных накопителей электроэнергии. Магнитные редукторы и магнитные муфты. Перспективах применения электропривода в сельскохозяйственных и специальных машинах.

#### 8. Хранение и передача энергии

Аккумуляторы и перспективы их развития. Высокооборотные электромеханические системы накопления энергии. Водородная и солнечная энергетика. Мобильные системы хранения водорода. Суперконденсаторы. Беспроводная передача энергии. Методы и перспективы.

#### 9. Избранные вопросы автомобильной электроники и управления

От первого транзистора до современных топологий и материалов транзисторов. Переход от Si к SiC. Прогресс промышленного применения SiC после первого коммерческого прибора в 2001 г. Взаимосвязь физических свойств материала SiC с техническими и коммерческими

преимуществами использования полевых транзисторов MOSFET на основе SiC в электромобилях. Проблемы применения. Взаимосвязь с другим оборудованием электромобилей. Тепломеханические напряжения силовых устройств на основе SiC и методы их компенсации (спекание наносеребра). Новые подходы к управлению электроприводом. Экономика.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Алгоритмы на графах

#### Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в современной теории графов и анализ алгоритмов, используемых при решении основных задач на графах.

#### Задачи дисциплины:

- Обзор основных понятий теории графов, исследование различных типов объектов и подструктур в графах.
- Рассмотрение ряда классических задач на графах, изучение алгоритмов их решения, а также анализ сложности изученных алгоритмов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- Основные понятия и методы, используемые в современной теории графов.
- Классические задачи, возникающие на графах. Алгоритмы их решения.
- Оценку сложности рассматриваемых в курсе алгоритмов.
- Различные способы представления графов в памяти ЭВМ.

##### уметь:

- Сводить прикладные и теоретические задачи к задачам на графах, находить эффективные алгоритмы их решения.
- Применять полученные теоретические знания для доказательства различных свойств графов и связанных с ними объектов.
- Анализировать сложность рассматриваемых в курсе алгоритмов. Обосновывать их корректность.

##### владеть:

- Навыками освоения большого объема информации.

- Навыками самостоятельной работы и использования информации из предлагаемой литературы.
- Культурой и умением четко и однозначно формулировать задачу из области теории графов.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Безконтурные ориентированные графы

Определение безконтурного графа. Нумерация графа. Правильная нумерация ориентированного графа. Теорема о существовании правильной нумерации. Определение ярусной формы и высоты безконтурного графа. Теорема о связи высоты и критического пути. Определение истока/стока. Теорема о существовании истока/стока в безконтурном графе. Алгоритм поиска кратчайшего пути в безконтурном графе (Его вариации: самого длинного пути, самого надежного пути, пути с наибольше пропускной способностью).

#### 2. Введение в предмет

Области применения теории графов. Примеры прикладных задач и их графовые модели.

#### 3. Гамильтоновы циклы

Гамильтонов цикл/граф. Утверждение о количестве гамильтоновых графов. Теорема Дирака. Задача комивояжера. Метрическая задача комивояжера. Эвристический 2-приближенный алгоритм решения метрической задачи комивояжера. Алгоритм Кристофидиса.

#### 4. Двухсвязные компоненты

Поиск в глубину на неориентированном графе. Классификация ребер при поиске в глубину. Компонента связности. Точка сочленения. Теорема о существовании вершин, не являющихся точками сочленения. Двухсвязный граф. Определение блока. Алгоритм выделения блоков и точек сочленения.

#### 5. Деревья

Эквивалентные определения дерева. Бинарные деревья. Хранение и поиск информации в бинарных деревьях. Самобалансирующиеся деревья (на примере красно-черных деревьев): принцип работы, добавление/удаление и поиск узла.

#### 6. Задача нахождения минимального остовного дерева

Определение остовного дерева. Критерии минимальности остовного дерева: цепной и разрезный. Алгоритм Краскала. Алгоритм Прима.

#### 7. Задача о размещении центров графе

Определения эксцентриситета, центра, радиуса, диаметра, перифирии графа. Алгоритм нахождения центра. Обобщение задачи для случая точек. Определение вершинного центра. Алгоритм размещения абсолютного центра.

#### 8. Компоненты сильной связности



Отношение достижимости. Сильно-связный граф. Фактор-граф. Теорема о форме фактор-графа. Применение поиска в глубину для построения компонент сильной связности. Корень компоненты сильной связности. Определение нижней связи. Алгоритм Тарьяна поиска компонент сильной связности.

#### 9. Основные определения теории графов

Определение графа. Ориентированный/неориентированный граф. Определение вершин и ребер. Инцидентность вершин и ребер. Степень вершин. Полу степень захода/исхода. Определение цепи, пути, цикла, контура. Теорема о существовании цикла в неориентированном графе. Определение источника/стока.

#### 10. Отношение доминирования на графе

Отношение доминирования. Свойства отношения доминирования. Дерево доминаторов. Фронт доминирования.

#### 11. Паросочетания

Определение двудольного графа. Свойства двудольного графа. Паросочетания и совершенные паросочетания. Теорема Холла. Задача о трансверсалиях.

#### 12. Поиск в глубину

Алгоритм поиска в глубину на ориентированном графе. Понятие глубинной нумерации. Классификация дуг относительно поиска в глубину. Теорема о соотношении глубинных номеров относительно поперечных дуг. Алгоритм построения правильной нумерации.

#### 13. Представления графов в памяти

Матрица смежности. Матрица инцидентности. Список смежности. Модифицированный список смежности.

Оценка сложности типовых операций на различных представлениях графа в памяти. (источка/стока, всех источников/стоков и т.д.)

#### 14. Раскраска графа

Хроматическое число графа. К-раскраска. Примеры практического применения раскраски графа. Жадный алгоритм раскраски графа.

#### 15. Расстояния на графах

Типы задач о нахождении кратчайших путей на графах. Дерево кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры и обоснование его корректности. Алгоритм Флойда и обоснование его корректности. Транзитивное замыкание графа. Алгоритм Уоршелла.

#### 16. Эйлеровы циклы

Эйлеров цикл. Эйлеров граф. Задача определения эйлеровости графа. Критерий эйлеровости графа. Теорема о количестве эйлеровых графов. Алгоритм нахождения эйлерова цикла. Задача китайского почтальона.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Анализ данных**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация - электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современном состоянии, принципах и проблемах построения современных цифровых систем обработки анализа данных, имеющих различное назначение и реализацию; познакомить со структурой информации и протоколами ее обработки; познакомить слушателей с реализацией современных, методов обработки и моделирования с использование универсальных и специализированных машин и подготовить к изучению других специальных дисциплин – Имитационное моделирование, Информационная среда цифровых систем управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения алгоритмических решений нижнего и среднего уровня, предназначенных для эффективного анализа данных;
- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области создания и использования компонент, блоков и типовых приемов и модулей систем обработки и анализа данных;
- раскрытие сущности и значения задач специализации систем анализа данных, их места в общей системе задач эффективного использования цифровых систем, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ проектной деятельности;
- формирования системного подхода в сфере алгоритмизации и проектирования и привития инженерной культуры, умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы обработки и анализа информации, применительно к широкому классу алгоритмов, систем, устройств и процессов;

- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных цифровых ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и анализа, возможные приемы и способы реализации компонент и моделей систем обработки;
- принципы реализации и эффективного использования вычислительных ресурсов, систем и средств обработки и анализа данных.

#### **уметь:**

- эффективно применять свои знания для решения задач работы с информацией, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации отдельных компонент системы обработки;
- практически реализовывать полученные навыки анализа данных;
- формулировать задачи создания аналитических моделей, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

#### **владеть:**

- умением выбрать вычислительные ресурсы, необходимые для построения аналитической модели, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения реальных объектов, а так же объектов моделирования и проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по построению и эксплуатации цифровых моделей и систем анализа;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Общие вопросы анализа данных.
  - 1.1. Введение. Цели и тематика курса.
  - 1.2. Статистический анализ данных, основы аналитических исследований.
  - 1.3. Случайные величины, случайные события. Оценки и характеристики.
2. Оценка структуры данных. Выборки. Примеры законов распределения. Свойства предметной области.
  - 2.1. Нормальный закон распределения. Примеры.

- 2.2. Свойства предметной области – свойства данных.
- 2.3. Моделирование, как механизм анализа. Статистическое моделирование.
  
- 3. Регрессивный и корреляционный анализ. Оценка характеристик
  - 3.1. Структурирование данных. Точечная оценка характеристик.
  - 3.2. Корреляция. Связь между случайными величинами.
  - 3.3. Линейная регрессия. Логистическая регрессия.
  - 3.4. Псевдослучайные данные. Использование псевдослучайных данных в подготовке анализа.
  - 3.5. Метрики качества. Работа с признаками.
- 4. Гипотезы, систематизация и преобразование данных. Классический подход к анализу данных.
  - 4.1. Проверка статистических гипотез и преобразование данных.
  - 4.2. Классический подход к анализу данных.
  - 4.3. Проверка адекватности. Способы разметки, преобразования и анализа данных.
- 5. Элементы дисперсионного анализа. Приемы применения.
  - 5.1. Однофакторный дисперсионный анализ.
  - 5.2. Двухфакторный дисперсионный анализ.
  - 5.3. Применение дисперсионного анализа к реальным данным.
- 6. Прикладные области и использование методик обработки и анализа данных.
  - 6.1. Примеры анализа данных в медицине и биологии.
  - 6.2. Анализ данных и имитационные модели.
  - 6.3. Ретроспективный анализ.
- 7. Модели и способы представления данных для выполнения аналитики. Интеллектуальный анализ данных.
  - 7.1. Реальное и модельное пространство данных. Аналитические оценки и сравнения.
  - 7.2. Подбор законов и параметров распределения. Адекватность аналитической модели.
  - 7.3. Интеллектуальный анализ данных.
- 8. Концепции и инструментальные системы аналитической обработки данных.
  - 8.1. Типовые задачи в Data Mining и Text Mining. Понятия Deep Learning.
  - 8.2. Задачи анализа изображений и видео.
  - 8.3. Аналитические исследования в бизнесе.
  - 8.4. Введение в автоматическую обработку и анализ предметной информации

9. Информационные процессы, характеристики и прогнозирование. Прикладные аспекты использования методов аналитической обработки данных.

9.1. Информационные процессы, характеристики и прогнозирование.

9.2. Рекомендательные модели и системы.

9.3. Анализ данных и элементы теории игр.

10. Инструментальная поддержка анализа данных. Построение аналитических моделей.

10.1. Инструментальная поддержка анализа данных

10.2. Интеграция аналитических моделей и технология многоуровневых, иерархических моделей

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Аналитическая геометрия

#### Цель дисциплины:

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

#### Задачи дисциплины:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

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

**владеть:**

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

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

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

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

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

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

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

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

**2. Метод координат**

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

**3. Прямая и плоскость**

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

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

#### 4. Линии и поверхности второго порядка

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

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

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

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

#### 5. Преобразования плоскости

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

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

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



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Аналитическая механика**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

Ознакомление студентов с историей и логикой развития аналитической механики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

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

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

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

**уметь:**

Интерпретировать механические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата.

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

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

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

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

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

**владеть:**

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

Навыками применения основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях.

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

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

**Темы и разделы курса:**

1. Аксиоматика классической механики

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

2. Кинематика точки

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

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

### 3. Кинематика твердого тела (кинематика систем отсчета)

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

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

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

### 4. Алгебра кватернионов

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

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

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

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

### 5. Основные теоремы динамики

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

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

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

#### 6. Движение материальной точки в центральном поле

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

#### 7. Динамика твердого тела

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

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

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

#### 8. Динамика систем переменного состава

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

#### 9. Условия равновесия материальной системы

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

#### 10. Устойчивость

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

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

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

#### 11. Малые колебания консервативных систем

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

#### 12. Вынужденные колебания. Частотные характеристики

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

#### 13. Уравнения Гамильтона

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

#### 14. Первые интегралы гамильтоновых систем

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

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

#### 15. Вариационный принцип Гамильтона

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

#### 16. Интегральные инварианты

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

#### 17. Канонические преобразования

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

#### 18. Уравнение Гамильтона–Якоби

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

#### 19. Лагранжева механика

Понятие механической связи. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Общее уравнение динамики для системы материальных точек с идеальными связями. Конфигурационное многообразие голономной системы с конечным числом степеней свободы. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил; функция Лагранжа (лагранжиан системы). Уравнения Лагранжа в неинерциальных системах отсчета.

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Аналоговая электроника**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление студентов с основными принципами обработки аналоговых сигналов, включающими как линейные методы преобразования сигналов – усиление, фильтрация и другие, так и нелинейные преобразования – модуляция, детектирование, фазовая автоподстройка частоты. Студенты знакомятся с вопросами генерирования синусоидальных колебаний и их стабильности.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области аналоговой электроники;
- приобретение студентами навыков работы с электронными схемами, в том числе их расчет, создание и исследование;
- приобретение студентами навыков работы с измерительными приборами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные принципы обработки аналоговых сигналов, включая линейные методы преобразования – усиление, фильтрация, и нелинейные преобразования – генерирование колебаний, модуляция, детектирование, фазовая автоподстройка частоты.

##### **уметь:**

понимать возможности современной электроники и уметь формулировать требования к создаваемой радиоэлектронной аппаратуре с учетом этих возможностей.

##### **владеть:**

методами анализа и синтеза аппаратуры аналоговой обработки сигналов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Усиление электрических сигналов

Принцип действия усилителя. Характеристики биполярных и полевых транзисторов. Эквивалентные схемы транзисторов. Схемы с общим эмиттером и общим истоком, выбор режима транзисторов по постоянному току. Схема усилителя с общей базой. Амплитудные и частотные характеристики усилителей с резисторной нагрузкой. Сравнение свойств усилителей, использующих схемы с общим эмиттером и общей базой.

Дифференциальный усилитель. Параметры дифференциального усилителя. Источники постоянного тока, используемые в дифференциальных усилителях, токовое зеркало. Использование токового зеркала в качестве нагрузки.

Усилители мощности. Двухтактный повторитель в качестве усилителя мощности. Защита усилителей мощности от короткого замыкания. Структура аналоговых схем в интегральном исполнении.

Резонансные усилители. Параметры резонансных усилителей. Согласование сопротивлений в резонансных усилителях.

## 2. Обратные связи в схемах усилителей

Виды обратных связей. Изменение характеристик усилителей, охваченных обратной связью. Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик усилителей. Устойчивость усилителей с обратной связью, критерий устойчивости Найквиста. Применение положительной обратной связи в усилителях.

Операционный усилитель (ОУ), «идеальный» ОУ. Линейные схемы на основе операционных усилителей (операции сложения, вычитания, дифференцирования и интегрирования сигналов). Нелинейные схемы на основе операционных усилителей (операции логарифмирования, потенцирования, умножения и деления). Свойства реальных ОУ. Частотная коррекция ОУ.

## 3. Генерирование синусоидальных колебаний

Возникновение колебаний в схеме с обратной связью: условие самовозбуждения. Баланс амплитуд и баланс фаз в установившемся режиме.

LC-генераторы синусоидальных колебаний. Трехточечные генераторы синусоидальных колебаний (схемы Хартли и Колпитца). Кварцевый резонатор. Стабилизация частоты генерируемых колебаний на частоте последовательного резонанса кварцевого резонатора. Генераторы, использующие параллельный резонанс кварцевого резонатора.

RC-генераторы синусоидальных генераторов. Стабильность частоты RC-генераторов.

## 4. Нелинейные преобразования сигналов

Модуляция и ее применение для передачи информации. Фазоимпульсная и импульсно-кодовая модуляция. Спектры амплитудно-, частотно- и фазомодулированных колебаний. Методы осуществления модуляции. Метод Армстронга получения фазомодулированных колебаний. Фазоманипулированные сигналы Детектирование. Принципы детектирования при различных видах модуляции. Синхронное детектирование. Варианты реализации синхронных детекторов.



Преобразование частоты. Преобразователь частоты на дифференциальном усилителе. Преобразователи частоты с использованием нелинейности транзисторов. Преобразование частоты с помощью нелинейной емкости. Супергетеродинный прием.

#### 5. Шумы в радиотехнических системах

Описание шумов. Шумы в транзисторах. Прохождение шума через линейный четырехполюсник. Шумовая полоса. Извлечение детерминированного полезного сигнала из аддитивной смеси сигнала с гауссовским шумом. Преимущества частотной модуляции по сравнению с амплитудной модуляцией. Оптимальная фильтрация.

#### 6. Когерентный прием. Фазовая автоподстройка частоты

Когерентный прием. Методы реализации когерентного приема. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ). Устойчивость системы ФАПЧ.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Английский язык в экономике**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

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

**уметь:**

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

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

**Владеть:**

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

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

### **Темы и разделы курса:**

1. Модуль 1. Английский язык для общих целей (General English)

2. Тема 1. Человек

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

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

### 3. Тема 2. Прошлое и настоящее

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

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

### 4. Тема 3. Личностный рост

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о личностном росте, рассуждать о способах достижения успеха, возможностях развития внутреннего потенциала, жизни

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Английский язык для академических целей**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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



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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Society. Community Service

Study skills: Managing work and study.

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

## 2. Business. Starting on the Path to Success

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

## 3. Ecology. Food Waste

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

## 4. Trends. Urban Sprawl

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

## 5. Skill: Effort or Luck?

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

## 6. Education. Exam Pressure

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

## 7. Work. Failing to Succeed. Peer Pressure

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

## 8. Sociology. Stress Relief Therapy

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

## 9. Fear of Public Speaking

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

## 10. Factual Story. Elements of the Plot

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

### 11. Environment. Solar Power

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

### 12. Technology. Smart Eye Exam

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

### 13. A Book Report. Literary Studies

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

### 14. Work Space. Job Satisfaction

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

### 15. Designing Solutions

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

## 16. Neuroscience. Is Your Memory Online?

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

## 17. The Power of the Written Word

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

## 18. How Does the Brain Multitask?

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

## 19. Making a Difference

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

## 20. Career Trends. Global Graduates

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

## 21. The Craft of Research Publications

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

Исследовательский вопрос и научная гипотеза.

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

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

## 22. Mine of Knowledge

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

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

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

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

## 23. Vocabulary-Building Strategies

Лекция. Noun Phrases. Strategic Language Re-Use.

Dealing with New Words

Стратегии формирования профессионального тезауруса. Методика работы с новыми словами.

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

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

## 24. Collocation and Corpus Searching

Лекция. Treasure Store. Concordancing. Concept Mapping.

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

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

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

25. Модуль 1.

26. Модуль 2.

27. Модуль 3.

28. Модуль 4.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Английский язык для академической мобильности**

#### **Цель дисциплины:**

Основная цель дисциплины(модуля) заключается в освоении технологий - методов и приемов - подготовки к экзаменам по английскому языку международных стандартов, а также формирование и развитие компетенций, необходимых для использования английского языка в учебной, научной и профессионально-деловой сферах деятельности при решении задач академической мобильности и развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

Ознакомить обучающихся с общими тенденциями современной международной сертификации по английскому языку, ее целями и задачами, с группами экзаменов международного уровня и их форматами, с инновационными технологиями формирования иноязычной коммуникативной компетенции и систематизации языковых явлений и структур; обозначить основные языковые и речевые умения и навыки, анализируемые международными экзаменами; сформировать приемы обучения устным и письменным видам речевой деятельности, а также основы умений творчески применять изученные методики в профессиональной деятельности; развивать способность обучающегося решать языковыми средствами коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях общебытового, академического и делового общения.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть межкультурной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

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

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

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

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



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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- основные стратегии прохождения теста Academic IELTS (знать как работать с каждым типом вопросов, концентрировать внимание достаточно долгое время);
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на английском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной и профессионально-деловой коммуникации;
- различные аспекты жизнедеятельности человека, событий, явлений общественно-политического и социально-культурного характера;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- лексику, используемую в сфере высшего образования и в академической среде;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, ее анализа и синтеза;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- требования к речевому и языковому оформлению устных и письменных высказываний по предложенным темам;
- тематический словарь в рамках изучаемой дисциплины;
- закономерности организации высказывания в таких формах выражения мысли, как объяснение, полемика и аргументированное высказывание.

**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на английском языке;
- понимать аутентичные аудиотексты различных жанров с одновременным выполнением тестовых заданий;
- писать ответ в соответствии с требованием;
- распознавать грамматические конструкции при восприятии сложных академических текстов;
- осуществлять коммуникацию на английском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных;
- планировать, контролировать и оценивать свой устный и письменный ответ в рамках заданной темы;
- находить адекватные с точки зрения межкультурной коммуникации, аргументы в поддержку своего мнения в соответствии с поставленным вопросом;
- подбирать факты, структурировать информацию и выстраивать логику повествования;
- свободно выражать свои мысли, адекватно используя разнообразные языковые средства;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- создать точное представление о каком-либо культурном феномене и/или социально значимом событии;
- объяснить ранее неизвестное понятие; приводить аргументы и контраргументы; исследовать факты и связи;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов (распознавать в речи синонимы);
- выявлять сходство и различия в системах родного и английского языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;

- осуществлять устное и письменное иноязычное общение;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения на английском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;

**владеть:**

- навыками использовать лимит времени и четко выполнять инструкции к каждому заданию;
- основными дискурсивными способами реализации коммуникативных целей высказывания применительно к особенностям текущего коммуникативного контекста (распознавать ключевые слова: время, место, цели и условия взаимодействия);
- основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста, сверхфразовыми единствами, предложениями; различными коммуникативными стратегиями;
- дискурсивной компетенцией - уметь строить высказывание с учетом его логичности, достаточности, точности, выразительности, убедительности;
- навыками описывать иллюстрации (диаграммы, схемы, графики, картинки) и в установленном формате выражать свое отношение к чужому мнению, проблеме или ситуации
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала (развивать навык параллельно слушать и записывать слова);
- интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Тема 1. Чтение (Reading)

Стратегии для развития беглости чтения. Понимание смысла из контекста. Понимание деталей и распознавание парафраз.

Коммуникативные задачи:

обсуждение эффективной стратегия подготовки к чтению; анализ различных типов заданий; отработка техники выбора правильных ответов и построения логической связи;

чтение текстов (3-5 текстов на разные академические темы (гуманитарные, общественные, естественнонаучные) порядка 700 слов и ответ на вопросы по его содержанию (12-14 вопросов к каждому тексту); отработка понимания причинно-следственных связей, контрастного сравнения; определение и понимание смысла из контекста.

Практические задачи:

работа с незнакомой лексикой; отработка техники быстрого определения общего смысла текста и главной мысли каждого абзаца; выполнение тестовых заданий, опираясь на общеакадемическую лексику и логические связи без знания специфической терминологии; понимание деталей, узнавание разных формулировок; выборочное чтение с целью поиска конкретной информации; определение лексических и грамматических конструкций, синонимичных предложенным в вопросах.

## 2. Тема 2. Прослушивание

Понимание естественной речи. Логические и стилистические связи речи. Классификация и выводы.

Коммуникативные задачи:

развитие понимания аутентичной речи, обсуждение и распознавание главной мысли аудио фрагмента; нахождение подтверждения выбранным ответам в заданиях; распознавание различных акцентов английского языка, определение фонетических и лексических различий; определение сложностей или истинности суждений, а также отсутствия информации в аудио тексте.

Практические задачи:

прослушивание аудиозаписей, обращая внимание на сигналы, предшествующие нужной информации; понимание моментов, когда говорящий изменяет или корректирует информацию; построение предположений и заключений, анализ задания и предвосхищение содержания аудиотекста, определение формы ответа и организация информации в задании.

## 3. Тема 3. Говорение

Произношение. Связность речи. Анализ и оценка устного ответа.

Коммуникативные задачи:

обсуждение видов заданий на говорение в тесте; прослушивание и повторение предложений, обращая внимание на звуки, представленные выделенными буквами; выражение отношения к предмету с применением стратегии сравнения и противопоставления; рассуждение на заданную тему с применением стратегии трех стадий изложения; построение релевантных ответов на вопросы с расширением и обоснованием; организация монологического дискурса в соответствии с предложенным планом; выдвижение гипотез; приведение примеров; рассуждение о событиях и явлениях в прошлом, настоящем, будущем; сопоставление фактов и мнений; давать оценку фактам, вероятностям, событиям, процессам; выражение собственного мнения и отношения к событиям, явлениям, фактам.

Практические задачи:

прослушивание и затем чтение вслух текста; чтение текста одновременно с прослушиванием, копируя произношение и интонацию; анализ вопроса и подготовка ответа в течение 1 минуты.

#### 4. Тема 4. Письмо

Основные техники письма. Типы письменных заданий экзамена. Подготовка к записи. Логическая и грамматическая связность текста. Структура сочинения. Организация абзацев.

Коммуникативные задачи:

разбор и обсуждение основных техник письма, типов письменных заданий экзамена; описание иллюстраций и отслеживание динамики изменений (графика/схемы/таблицы); рассуждение по возможной тематике заданий (сочинение-рассуждение); выражение и обоснование собственного мнения; рассуждение на заданную тему с применением стратегии трех стадий изложения; построение релевантных ответов на вопросы с расширением и обоснованием; сравнение и противопоставление предложенных фактов и мнений; высказывание оценки и опровержения утверждений; выдвижение гипотез; приведение примеров; рассуждение о событиях и явлениях в прошлом, настоящем, будущем; сопоставление фактов и мнений; давать оценку фактам, вероятностям, событиям, процессам; выражение собственного мнения и отношения к событиям, явлениям, фактам; анализ организации письменного текста, перефразирования и обобщения информации в сочинении.

Практические задачи:

соединение нескольких простых предложений в одно сложное, используя грамматические и лексические средства; написание главного предложения абзаца, дополнение его поясняющими и/или иллюстрирующими предложениями; объединение абзацев в текст; написание введения и заключения.

#### 5. Тема 1. Чтение

Стратегии для развития беглости чтения. Понимание смысла из контекста. Понимание деталей и распознавание парафраз.

Коммуникативные задачи:

обсуждение эффективной стратегия подготовки к чтению; анализ различных типов заданий; отработка техники выбора правильных ответов и построения логической связи.

Практические задачи:

Чтение 4-х текстов объемом около 680 слов и ответ на 50 касающихся их вопросов; определить главную мысль текста; выделить важные для понимания главной мысли текста детали; понять структуру текста; определить средства связи между предложениями на уровне текста; использовать контекст для понимания смысла ключевых терминов, используемых в тексте.

#### 6. Тема 2. Прослушивание

Понимание естественной речи. Логические и стилистические связи речи. Классификация и выводы.

Коммуникативные задачи:

восприятие и понимание аутентичной речи на слух при прослушивании аудиозаписей, обращая внимание на сигналы, предшествующие нужной информации; понимание моментов, когда говорящий изменяет или корректирует информацию; построение предположений и заключений, анализ задания и определение формы ответа, обсуждение организации информации в задании.

Практические задачи:

Прослушивание 2-4 аудиозаписей и ответ на 5-6 вопросов к каждой из них: прослушивание различных ситуаций (продолжительностью от пяти до семи минут каждый), восприятие речи на слух (фрагмент лекции или беседу студентов и преподавателя либо двух студентов на академическую тему); ответить на вопросы; определить главную мысль звучащего текста; понять коммуникативные цели говорящего; выделить важные для понимания главной мысли текста детали; определить средства связи между предложениями на уровне текста.

7. Модуль 1. Академический курс подготовки к IELTS (Academic IELTS Preparation Course)

8. Модуль 2. Курс подготовки к TOEFL iBT (TOEFL iBT Preparation Course)

9. Тема 3. Говорение

Произношение. Связность речи. Анализ и оценка устного ответа.

Коммуникативные задачи:

обсуждение видов заданий на говорение; прослушивание и повторение предложений, обращая внимание на звуки, представленные выделенными буквами; выразить свое мнение; выражение отношения к предмету с применением стратегии сравнения и противопоставления; участвовать в дискуссиях на академические темы; выражать реакцию на чужие точки зрения; взаимодействовать с участниками образовательного процесса: сокурсниками, преподавателем; прослушивание и затем чтение вслух текста; чтение текста одновременно с прослушиванием, копируя произношение и интонацию; рассуждение на заданную тему с применением стратегии трех стадий изложения.

Практические задачи:

Блок из 6 задач: высказать мнение на предложенную тему и мотивировать его, а также прочесть текст и прослушать аудиозапись, после чего дать ответ на подготовленные экзаменатором вопросы по их содержанию; прослушать короткую лекцию и рассказать о наиболее эффективных способах разрешения проблемы, которые представлены в аудиозаписи; прослушать аудиозаписи с трактовкой выбранного термина и приведенными примерами, по итогам которого необходимо выявить и найти связь, после чего объяснить ее устно с развернутой мотивировкой.

10. Тема 4. Письмо

Основные техники письма. Типы письменных заданий экзамена. Подготовка к записи. Логическая и грамматическая связность текста. Структура сочинения. Организация абзацев.

Коммуникативные задачи:

разбор и обсуждение основных техник письма, типов письменных заданий экзамена (описание графика/схемы/таблицы; сочинение-рассуждение) и возможной тематики заданий; анализ организации письменного текста, перефразирования и обобщения информации в сочинении: соединение нескольких простых предложений в одно сложное, используя грамматические и лексические средства; написание главного предложения абзаца, дополнение его поясняющими и/или иллюстрирующими предложениями; объединение абзацев в текст; написание введения и заключения.

Практические задачи:

Прочитать текст и проанализировать аудиозапись на утвержденную тему, после чего записать резюме, в котором выявляют подтверждение или опровержение текста аудиозаписью. Написать эссе на заданную тему объемом до 300 слов в рамках предложенной темы, используя разнообразие лексических и грамматических структур; нормативное правописание и пунктуацию.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Английский язык для профессиональных целей**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

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

**уметь:**

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

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

**Владеть:**

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

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

### **Темы и разделы курса:**

1. Модуль 1. Английский язык для общих целей (General English)
  
2. Тема 1. Человек

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

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

### 3. Тема 2. Прошлое и настоящее

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

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

### 4. Тема 3. Личностный рост

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

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

### 5. Тема 4. Окружающий мир

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

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

участвовать в дискуссии о ценностях природных ресурсов, сохранения окружающей среды для будущих поколений.

#### 6. Тема 5. Развлечения и хобби

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

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

#### 7. Тема 6. Мечты и реальность

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

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

#### 8. Тема 7. Путешествия

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

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

#### 9. Тема 8. Социальная жизнь

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

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

#### 10. Модуль 2. Английский язык для академических целей (English for Academic Purposes)

## 11. Тема 1. Образование

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

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

## 12. Тема 2. Креативность и творчество

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

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

## 13. Тема 3. Старое и новое «Интернет вещей»

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

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

## 14. Тема 4. Жизненные ценности

Ценность жизни. Три основных круга жизненных ценностей: личная жизнь и от

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Английский язык для специальных целей**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

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

**уметь:**

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

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

**Владеть:**

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

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

### **Темы и разделы курса:**

1. Модуль 1. Английский язык для общих целей (General English)
  
2. Тема 1. Человек

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

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

### 3. Тема 2. Прошлое и настоящее

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

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

### 4. Тема 3. Личностный рост

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

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

### 5. Тема 4. Окружающий мир

Воздействие человека с окружающей средой. Погода и климат. Влияние человека на природу: атмосферу, леса, мировой океан, п

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Английский язык. Расширение словарного запаса**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

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

**уметь:**

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



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

**Владеть:**

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

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

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Образование и личностный рост**

Образовательные технологии в современном мире. Образование как основной стимул развития технологии, науки и предпринимательства. Исторические предпосылки сформированности образовательных моделей. Личностные характеристики, определяющие

академическую траекторию. Влияние образования на успешность в карьере. Гендерные различия в образовательном процессе. Преимущества и недостатки системы высшего образования РФ в сравнении с Европейскими. «Инфляция» Степени (Academic inflation) как явление современности.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: суммировать основные идеи статьи о важности образования в современном обществе; сделать выводы о ценности образования на основе статистики; обсудить недостатки и преимущества высшего образования; обсудить плюсы и минусы различных технологий обучения; дискутировать о влиянии образования на успешность в карьере, строить логические высказывания о личностном росте, рассуждать о способах достижения успеха, возможностях развития внутреннего потенциала, жизненных перспективах, смысловом наполнении жизни, формировании ответственности, взятой на себя добровольно; рассказывать о способах самосовершенствования.

## 2. Работа в XXI веке

Рынок труда: востребованность профессий, внедрение искусственного интеллекта в рабочий процесс, предпосылки к безработице, сравнительный анализ уровня безработицы на мировой арене и ее влияние на экономическое развитие страны. Гиганомика: плюсы и минусы, популярность модели в России, перспективы. Тренды развития рынка труда. Удовлетворенность работой и соблюдение верного временного баланса между работой и отдыхом. SWOT – анализ, раскрывающий наиболее вероятные и перспективные сферы деятельности. «Мягкие» навыки, формирующие портрет работника. Дискриминация на рабочем месте; стеклянный потолок для отдельных категорий работников: актуальности, способы борьбы с явлениями. Способы оплаты труда. Продуктивность и инструменты ее увеличения.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: представлять идеи в различных устных и письменных формах; обсудить влияние личностных качеств на карьерный рост; выдвигать гипотезы о будущем рынка труда; готовить доклады и презентации о трендах занятости; интерпретировать графически представленную информацию в устной и письменной коммуникации.

## 3. Тренды

Интенсивность межнациональных контактов и пересечений, вызванная глобализацией. Изучение актуальных тенденций в культуре, науке, искусстве, технологии. Разнообразие и различия трендов в современном мире Анализ влияния изменений разного рода на повседневную и профессиональную жизнь. Модернизация и вестернизация: исторические предпосылки, влияние, обоснованность. Современное искусство, использование новых материалов и технологий. Экосистемы. Зеленые практики, определяющие бизнес культуру. Новые социальные медиа-платформы, оказывающие влияние на массовую культуру. Медицина будущего. Обсуждение многообразия современного мира – строительство, взаимодействие, искусство, и т.д. Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать прогрессивные изменения тенденций в мировом масштабе; обмениваться мнением о техническом прогрессе и его влиянии на общество; осуществлять взаимодействие в группе при обсуждении тенденций в науке, инженерии, медицине; принять участие в учебной конференции с докладом; обсуждать в малых группах аспекты явления «Переосмысление ценностей» и его влияния на общество.

#### 4. Общество

Идентичность и автономность человека в современном мире. Наука и общество. Социальные проблемы: преступность, изолированность, напряженность. Вызовы современного общества. «Общество риска» как социальное явление. Наука на благо общества: изобретения, проекты, открытия, упрощающие жизнь людей. Общество равных возможностей: достижимо ли и актуально ли. Обсуждение влияния глобализации на жизнь в развитых и развивающихся странах. Сравнение существующих проблем в разных частях света. Рассуждение в формате Case о влиянии отраслей индустрии на окружающую среду.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: представлять идеи в различных устных и письменных формах; участвовать в обсуждении глобальных проблем современности и выдвигать предложения по их разрешению; написать эссе-рассуждение о вызовах, с которыми сталкивается современное общество.

#### 5. Естественные науки

Развитие разнообразных наук или история современного научного мировоззрения. Наука и технологии. Прорывные технологии. Наука и общество. Формирование научных направлений. Нобелевские лауреаты и их открытия. Перспективы развития отечественной науки. Особенности международного научного взаимодействия. Чтение формул, знаков.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: реферирования текста, аннотирования текста, описания процессов, описания графической информации, организация высказывания и использование соответствующих связок для его логического единства, использование конспекта или плана при предъявлении доклада, - поиск, оценка, анализ и синтез информации из разных источников, планирование текста, создание чернового варианта, его редактирование и написание чистового варианта. Учебная конференция.

#### 6. Будущее

Общие предпосылки и проблемы человеческого развития. Перспективы развития образования. Общество будущего. Технологии будущего. Экологические проблемы и их решение в будущем. Искусственный интеллект, ГPT, Интернет вещей и их влияние на бытовую и профессиональную активность общества. Анализ экологических вызовов и проблем, связанных с изменением климата, загрязнением окружающей среды и утилизацией отходов. Размышление о различных сценариях будущего человечества, определяемых общественными, политическими и экономическими силами.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: освоение способов решения проблем творческого и поискового характера. Развитие умения предсказывать и прогнозировать будущее и анализировать влияние нашего настоящего на будущее. Обсуждение возможных путей создания устойчивого и благополучного будущего для человечества в формате круглого стола.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Архитектура высокопроизводительных микропроцессоров и вычислительных систем**

#### **Цель дисциплины:**

представление теоретических основ, технических решений и схемотехнических принципов, являющихся основой архитектуры вычислительных средств, построенных на базе микропроцессоров. Курс последовательно дает понятия архитектуры, структуры и системы команд высокопроизводительного микропроцессора, а также методов построения сложных микропроцессорных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- выбора архитектуры микропроцессора, сбалансированной с позиций класса решаемых задач и организации вычислений;
- методов оценки производительности микропроцессоров и микропроцессорных систем;
- организации управления в высокопроизводительных микропроцессорах с использованием методов динамического и статического планирования и повышения степени параллелизма вычислений;
- построения многоуровневой иерархии памяти с аппаратной поддержкой ее когерентности;
- базовых технологий организации многопроцессорных систем и многомашинных вычислительных комплексов;
- разработки микропроцессорных наборов и коммуникационных средств для организации высокопроизводительных вычислительных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю и современные тенденции развития вычислительных систем;
- основные составляющие архитектуры микропроцессоров и вычислительных комплексов, представление в них информации и архитектурные принципы повышения производительности;

- принципы построения системы команд микропроцессоров различных архитектурных платформ;
- структуру основных трактов обработки команд в современных микропроцессорах;
- структуры данных: стеки, очереди, списки, деревья, таблицы;
- организацию подсистем ввода-вывода;
- принципы построения многопроцессорных и кластерных вычислительных систем;
- современные технические и программные средства взаимодействия с вычислительным комплексом.

**уметь:**

- проводить анализ новой информации о компьютерах разных архитектур;
- выбирать при проектировании микропроцессорных систем уровень организации вычислений в зависимости от класса решаемых задач;
- ориентироваться в оценке множества критериев при выборе конкретной архитектурной платформы и системы команд;
- оценивать сбалансированность времен исполнения различных команд при построении конвейеров исполнительных трактов микропроцессора;
- сравнивать затраты на построение того или иного блока микропроцессора;
- выбирать методы организации управления в микропроцессорных системах;
- строить структуры кэш-памятей для хранения команд и данных;
- пользоваться различными способами обеспечения эффективности иерархии памяти;
- выбирать структуру и характеристики микропроцессорного набора для вычислительных систем различного назначения;
- встраивать в структуру микропроцессоров отладочные и диагностические средства.

**владеть:**

- методами выбора элементной базы для построения различных архитектур вычислительных средств;
- методами оценки производительности микропроцессоров и микропроцессорных систем;
- технологией проектирования микропроцессора с учетом выбранных характеристик;
- механизмами оптимизации конвейера выполнения команд для получения максимальной степени распараллеливания операций.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс.

История отечественной вычислительной техники. Архитектура современного вычислительного средства – это архитектура микропроцессорной системы.

Микропроцессоры 70-х годов (от миниЭВМ к МП ).

2. Архитектура современного универсального микропроцессора, основные характеристики.

Уровень организации вычислений.

Система команд.

Набор вычислительных средств.

Пользовательский интерфейс.

Механизмы защиты программ и данных.

Первые МП, CISC, RISC и postRISC архитектуры.

Характеристики микропроцессоров.

3. Методы оценки производительности, методология проектирования.

Методы оценки производительности.

Маршрут проектирования.

Ресурсы проектирования.

4. Структурная схема, система команд, конвейер.

Структура микропроцессоров различных архитектурных платформ.

Организация конвейера в CISC - микропроцессорах, простых RISC – микропроцессорах, суперскалярных и VLIW – микропроцессорах.

Основные группы команд в системах команд МП. Режимы адресации.

5. Тракт выборки команд.

Формат и размер команд.

Конвейерная выборка команд.

Кэш команд, trace кэш, предподкачка команд.

Обработка переходов. Предсказание переходов.

6. Организация управления в микропроцессоре.

Дешифраторы в МП с большим числом режимов адресации.

Упрощение дешифраторов в первых RISC-МП.

Группирование команд в суперскалярных МП.

Переименование регистров в суперскалярных МП.

Элементы управления в конвейерных структурах с динамическим планированием потока команд (scoreboarding, reservation station, reorder buffer).

Дешифрация широкой команды VLIW МП.

Отложенная запись и bypass в RISC МП.

Восстановление программного порядка команд в суперскалярных МП.

Проблема точного прерывания в МП.

7. Исполнительные блоки.

Реализация регистрового файла в МП.

Целочисленные блоки.

Вещественные блоки.

Специализированные блоки.

8. Иерархия памяти.

Причины появления иерархии памяти.

Влияние на производительность МП времени выполнения команд load и store,

Кэш-память данных первого уровня.

Поддержка работы с виртуальной памятью.

Механизмы работы с большими массивами данных.

Кэш-память второго (третьего) уровня.

Механизмы поддержания когерентности в иерархии памяти.

Организация основной памяти.



## 9. Внешний интерфейс, микропроцессорные наборы.

Структура внешнего интерфейса МП.

Микропроцессорные наборы.

Шины.

Кольца.

Коммутаторы.

Сети.

## 10. Вычислительные системы.

Desktop PC и network PC.

Рабочие станции.

Серверы.

Кластерные системы.

MPP.

SMP.

NUMA.

Процессоры цифровой обработки сигналов ( DSP ). Графические и multimedia - процессоры.

Микропроцессоры для встроенных применений.

Объединение динамической и статической памяти с микропроцессором на одном кристалле.

Вычислительные системы на одном кристалле.

Мультипроцессор на одном кристалле.

Мультипоточковые структуры.

Архитектура, настраиваемая под различные задачи.

## 11. Отладочные и диагностические средства, аппаратный контроль.

Аппаратный контроль в ЭВМ и МП.

Отладочные и диагностические средства.

Стандарт JTAG.

LSSD, BIST.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Архитектура вычислительных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать теоретические и практические знания в организации вычислительных систем, методологии их проектирования, анализа производительности и энергопотребления, а также дать навыки оптимизации программного обеспечения под вычислительные системы.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучить теоретические основы организации вычислительных систем;
- ознакомиться с существующими способами организации вычислительных систем, изучить их достоинства и недостатки;
- овладеть навыками анализа производительности вычислительных систем, их оптимизации на базе результатов анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы организации вычислительных систем;
- основные существующие способы организации вычислительных систем, их классификацию, свойства и диапазоны применимости;
- основные понятия и характеристики вычислительных систем и их взаимосвязь.

##### **уметь:**

- Использовать полученные теоретические и практические знания для анализа функциональности, производительности, энергопотребления и стоимости вычислительных систем;
- выбирать оптимальные архитектурные и микроархитектурные решения, удовлетворяющие требованиям поставленной задачи;
- предлагать аппаратные и программные оптимизации существующих вычислительных систем.

**владеть:**

- Основными понятиями проектирования и анализа вычислительных систем;
- навыками самостоятельного изучения и исследования вычислительных систем;
- навыками работы с системой команд RISC-V, средствами программного моделирования архитектуры.

**Темы и разделы курса:**

1. Вычислительные системы как предмет исследования. Базовые понятия и направления исследований.

Вычислительные системы как предмет исследования. Исторический очерк. Определение производительность, методы измерения. Закон Амдала. Элементная база. Тенденции в области микропроцессоров: степень интеграции, площадь на кристалле, тактовая частота, производительность, энергопотребление, надежность, стоимость.

2. Архитектуры системы команд, основные реализации

Архитектуры системы команд. Структура команды. Многоадресные и одноадресные системы команд. Безадресная система команд. Стек для вычисления выражений. Способы адресации. RISC и CISC системы. Система команд RISC-V. Простейшие вычислительные машины. Тракт управления и тракт данных. Вычислительные системы с микрокодом. Процедурный механизм.

Понятие процедуры. Требование к процедурному механизму. Способы

передачи параметров и возврат значения. Описатель процедуры, вызов и возврат. Рекурсивный

вызов процедуры.

3. Микроархитектура конвейерных микропроцессоров

Основные принципы конвейеризации. Эффективность конвейера. Конфликты по данным и методы их разрешения. Конфликты по ресурсам и методы их разрешения. Конфликты по управлению. Влияние условных переходов на производительность конвейера. Основные методы предсказания условных переходов. Предикатное исполнение.

4. Подсистема памяти и ввода-вывода

Организация оперативной памяти (DDR). Понятие «барьера памяти». Пространственная и временная локальность. Кэш-память, принципы её организации. Алгоритмы замещения данных. Математическая модель эффективности кэш-памяти. Многоуровневая кэш-память. Методы предварительной подкачки данных в подсистему кэшей. Когерентность кэшей. Протоколы обеспечения когерентности. Аппаратная поддержка примитивов синхронизации. Необходимость введения виртуальной памяти. Аппаратная поддержка виртуальной памяти. Организация таблиц трансляции. Страничное ассоциативное ЗУ. Виртуальная память для больших адресных пространств.

5. Параллелизм на уровне команд

Истинные и ложные зависимости по данным. Сложный случай конвейеризации. Принцип динамического планирования. Скорборд. Алгоритм Томасуло. Внеочередное исполнение команд. Переименование регистров. Очередь выполнения и точное прерывание. Восстановление после ошибок предсказания. Внеочередное исполнение запросов к памяти, архитектура load store. Предсказание зависимостей между командами. Архитектура сверхдлинного командного слова (VLIW). Программная конвейеризация. Векторно-конвейерные процессоры. Зацепление векторов.

#### 6. Параллелизм на уровне потоков

Симметричные многопроцессорные системы. Массивно-параллельные структуры. Многоядерные

микропроцессоры. Одновременная многопоточность. Введение в графические процессоры. Основные задачи, решаемые в графических сопроцессорах. Организация потоков команд и

данных в графическом сопроцессоре. Архитектура аппаратных ускорителей. Гетерогенные системы. Аппаратная поддержка виртуализации.

#### 7. Вычислительные системы как предмет исследования. Базовые понятия и направления исследований.

Методы сокращения энергопотребления. Введение в архитектуру дата-центров. Современные направления исследований.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Архитектура вычислительных ядер современных микропроцессоров**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами базовых знаний в области архитектуры вычислительных ядер современных микропроцессоров и вычислительных комплексов на их основе, изучение особенностей организации, технологий проектирования и методов оптимизации.

#### **Задачи дисциплины:**

- эволюции подходов к разработке ядер высокопроизводительных микропроцессоров с учётом параллелизма выполнения команд;
- принципов организации архитектуры RISC-ядер высокопроизводительных микропроцессоров;
- принципов организации архитектуры ядер суперскалярных процессоров;
- принципов организации архитектуры VLIW-ядер высокопроизводительных микропроцессоров;
- архитектуры векторных процессоров;
- организации мультитредового исполнения команд.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципиальное устройство конвейера скалярных RISC микропроцессоров на примере процессора MIPS, в том числе количество стадий, взаимные конфликты и оптимизации конвейера;
- принципы работы суперскалярных out-of-order микропроцессоров в части оптимизации количества блокировок конвейера;
- принципы работы VLIW микропроцессоров, в том числе статическое планирование исполнения команд и спекулятивное исполнение команд;
- принципы работы векторных микропроцессоров;
- принципы организации многопоточного (мультитредового) выполнения команд конвейерами современных микропроцессоров.

**уметь:**

- выделять стадии конвейера микропроцессора исходя из функционала его составных частей;
- проектировать целочисленные и вещественные вычислительные элементы;
- разрешать возникающие на конвейере процессора коллизии при доступе к общему ресурсу;
- определять статическое планирование для VLIW процессоров;
- эффективно вставлять многопоточное исполнение команд в конвейер микропроцессоров различных архитектур.

**владеть:**

- навыками проектирования исполнительных конвейеров микропроцессоров с учётом выбранных характеристик;
- навыками оптимизации длины конвейера и количества блокировок конвейера при необходимости одновременной работы запросов разного типа;
- навыками оптимизации динамического планирования на конвейерах микропроцессоров с помощью технологии многопоточного исполнения команд;
- навыками устранения конфликтов и особых ситуаций, возникающих на конвейере микропроцессоров.

**Темы и разделы курса:****1. Целочисленная арифметика**

Аппаратная реализация стандартных вычислительных элементов целочисленной арифметики

**2. Вещественная арифметика**

Аппаратная реализация стандартных вычислительных элементов вещественной арифметики (сумматор, умножитель, делитель)

**3. Скалярные микропроцессоры**

Конвейер скалярных микропроцессоров на примере MIPS. Архитектура набора команд MIPS, типы команд. Предпосылки конвейерной организации процессора. Стадии конвейера MIPS. Типы коллизий на конвейере микропроцессора. Простые методы решения коллизий. Простые методы усовершенствования конвейера суперскалярного процессора.

**4. Суперскалярные микропроцессоры**

Принципы организации суперскалярных процессоров. Предпосылки создания, эффективность. Сложные методы разрешения конфликтов. Scoreboarding. Алгоритм Томасуло. Reservation Station. Переименование регистров.

## 5. Переходы и прерывания.

Типы особых ситуаций: переходы и прерывания. Обработка переходов в скалярных и суперскалярных процессорах. Предсказание переходов. Различные подходы к предсказанию переходов.

Типы прерываний. Обработка прерываний.

## 6. Мультитрединг

Мультитрединг. Различные виды многопоточного выполнения команд. Принципы планирования команд в многопоточных конвейерах. Накладные расходы при многопоточном исполнении команд

## 7. Введение в архитектуру Intel Itanium

ILP. Отличия EPIC от VLIW. Принципы построения и особенности вычислительных ресурсов архитектуры Intel Itanium. Дешифрация команд. Инструкционные группы и зависимости между командами.

## 8. Спекулятивное исполнение команд

Control Speculation. Команды Control Speculative Load и Speculation Check. Использование битов NaT. Data Speculation. Команды Advanced Load и Check Load. Использование структуры ALAT. Совмещение Control Speculation и Data Speculation. Минимизация проверочного кода.

## 9. Предикаты

Операции с предикатами. Параллельное вычисление составных условий. Применение If-Conversion. Использование предикатов для перемещения кода (Upward и Downward Code Motion). Проблема несбалансированных путей исполнения кода.

## 10. Векторные расширения набора команд

Векторизация вычислений. Предпосылки расширения набора команд. Расширения набора команд SSE. Расширение набора команд AVX.

## 11. Векторные процессоры

Предпосылки создания векторных процессоров. Преимущества векторного набора команд. Цепочки векторных команд. Модели памяти для векторных процессоров.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Архитектура подсистемы памяти современных микропроцессоров**

#### **Цель дисциплины:**

представление передовых достижений в области архитектуры подсистемы памяти современных микропроцессоров и вычислительных комплексов на их основе, изучение особенностей организации, технологий проектирования и методов оптимизации.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачами курса являются формирование знаний и проектных навыков в области:

- архитектуры подсистемы памяти высокопроизводительных микропроцессоров, определяющей принципы и технологии ускорения доступа в системную память, технологии организации многоуровневой иерархии памяти;
- технологии поддержки когерентности (актуальности копий) данных в многоядерных и многопроцессорных системах с общей памятью;
- принципов и типов организации виртуальной памяти, моделей виртуальной памяти современных высокопроизводительных микропроцессоров;
- моделей консистентности памяти и синхронизации процессов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- архитектуру подсистемы памяти современных микропроцессоров и технологии ее оптимизации;
- особенности построения иерархии кэш-памяти многоядерных микропроцессоров;
- методы синхронизации доступа в память многоядерных и многопроцессорных вычислительных систем;
- технологии поддержки виртуальной памяти в современных микропроцессорах;
- аппаратные технологии виртуализации вычислительных ресурсов и реализации защищенных режимов.

##### **уметь:**

- строить иерархию подсистемы памяти микропроцессора в зависимости от заданных требований;
- выбирать структуру и характеристики кэш-памяти для нахождения оптимального соотношения между временем доступа, пропускной способностью и площадью кэша.
- определять количество уровней таблицы страниц в зависимости от размера страницы и разрядностей адресных пространств;
- пользоваться семафорами для предоставления корректного доступа нескольких процессов к общим данным;
- строить таблицу переходов состояний для выбранного протокола когерентности;
- анализировать механизм когерентности на наличие гонок.

**владеть:**

- навыками проектирования подсистемы памяти с учетом выбранных характеристик;
- навыками оптимизации подсистемы памяти микропроцессора для достижения минимального времени доступа;
- навыками верификации выбранного протокола когерентности.

**Темы и разделы курса:**

1. Кэш-память современных микропроцессоров

- a. Базовые принципы организации кэш-памяти
- b. Иерархия кэш-памяти современных многоядерных микропроцессоров
- c. Распределенная кэш-память (NUCA)

2. Виртуальная память и ее поддержка в современных микропроцессорах

Базовые формы структурной организации виртуальной памяти

Развитая структура виртуальной памяти

Особенности организации виртуальной памяти современных микропроцессоров

3. Организация доступа в распределенную общую память

Консистентность памяти и синхронизация процессов

Механизмы поддержки когерентности памяти и их отладка

Поддержка когерентности памяти в современных микропроцессорах

#### 4. Виртуализация вычислительных ресурсов

Понятие и общие принципы виртуализации вычислительных ресурсов

Аппаратная поддержка виртуализации

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Архитектура современных виртуальных машин**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса – познакомить слушателей с особенностями построения современных сред исполнения на примере языка Java и JavaScript (OpenJDK, ART, V8, JavaScriptCore, SpiderMonkey).

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотреть техники построения эффективных интерпретаторов/компиляторов;
- изучить особенности JIT- и AOT-компиляции динамических языков, а также возможности параллелизации выполнения JavaScript-программ.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы программирования, применяемые при разработке виртуальных машин;
- методы программной реализации сложных структур данных и алгоритмов;
- методы разработки виртуальных машин и ключевые алгоритмы.

##### **уметь:**

- оценивать сложность имплементации виртуальных машин и проводить оценки сложности реализации алгоритмов;
- программировать различные компоненты виртуальных машин.

##### **владеть:**

- теоретическими знаниями в области виртуальных машин и уметь применять эти знания на практике;
- практическими навыками по программированию виртуальных машин.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Интерпретаторы**

Введение. Понятие интерпретации, виды интерпретаторов. Интерпретируемые языка программирования. Архитектуры современных интерпретаторов. Простой интерпретатор, интерпретатор компилирующего типа. Алгоритм работы интерпретатора. Достоинства и недостатки интерпретаторов.

### **2. Оптимизации в интерпретаторах**

Общее понятие оптимизаций байт-кода. Определение необходимости оптимизации функции. Использование статистики выполнения кода при компиляции. Оптимизация производительности. Динамические оптимизации. Предварительные оптимизации.

### **3. Аллокаторы и сборка мусора**

Ручное и автоматическое управление памятью. Утечка памяти. Механизмы сборки мусора: основные принципы, достижимость объекта. Стратегии сборки мусора. Требования к языку и системе. Проблемы использования. Достоинства и недостатки, альтернативы.

### **4. JIT Компиляторы**

Компиляция по мере выполнения (Just in Time). Классический подход: компиляция методов/функций. Трассирующая компиляция. Скорость компиляции. Спекулятивное выполнение кода. Проблемы JIT компиляторов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Архитектуры и микроархитектуры вычислительных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами принципов организации вычислительных систем на архитектурном и микроархитектурном уровне.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение студентами знаний о существующих системах команд, их разновидностях и логике их исторического развития;
- получение знаний о микроархитектурной организации микропроцессоров, принципах построения, преимуществах и недостатках различных микроархитектурных решений;
- приобретение навыков анализа микроархитектурных решений и нахождения компромиссов между производительностью, стоимостью и энергопотреблением микропроцессоров;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области архитектуры и микроархитектуры вычислительных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и характеристики вычислительных систем, их взаимосвязь;
- основные проблемы организации вычислительных систем на архитектурном и микроархитектурном уровне;
- классификацию и логику развития архитектурных и микроархитектурных решений;
- свойства и диапазоны применимости архитектурных и микроархитектурных решений, встречающихся в различных существующих вычислительных системах.

##### **уметь:**

- анализировать архитектурные и микроархитектурные решения с точки зрения; функциональности, производительности, энергопотребления, стоимости;

- проводить оценку и расчет микроархитектурных параметров микропроцессора;
- выбирать оптимальные архитектурные и микроархитектурные решения, удовлетворяющие требованиям поставленной задачи.

**владеть:**

- навыками освоения большого количества информации;
- навыками решения задач по определению параметров микропроцессора;
- навыками самостоятельного поиска и изучения микроархитектуры коммерческих микропроцессоров.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в компьютерные архитектуры

Архитектура и микроархитектура. Виды архитектур, достоинства и недостатки. Latency oriented и throughput oriented вычислительные системы.

2. Системы команд и ассемблер

Ассемблер RISC-V. Регистры общего назначения. Системные регистры. Флаговые регистры. Расширения систем команд.

3. Процедурный механизм

Структура программы. Стэк запуска процедур. Способы передачи параметров и возврата значений.

4. Симуляторы

Функциональные, потактовые, RTL-симуляторы. Языки описания аппаратуры (HDL). Открытые фреймворки для разработки симуляторов: Gem5, GPGPU-Sim.

5. Микроархитектура конвейерных процессоров общего назначения

Принципы конвейеризации. Недостатки и ограничения подхода. Основные блоки процессора общего назначения. 5-ти стадийный Risc-V процессор.

6. Организация подсистемы памяти

Виртуальная и физическая память. Размер страницы. Разделение пространств и защита памяти. MMU. TLB. Виртуализация.

7. Кэши. Введение.

Кэш данных и кэш инструкций. Подход к организации кэша. Иерархия кэшей. Инклюзивные и эксклюзивные кэши. Политики вытеснения. Скрэтчпад.

8. Микроархитектура процессоров с внеочередным исполнением команд

Параллелизм на уровне инструкций и данных. Принцип внеочередного исполнения. Потенциальные конфликты: Structural Hazards, Data Hazards, Control Hazards. Скорбординг. Спекулятивное исполнение инструкций. Предсказатель переходов. Префетч данных.

Алгоритм Томасуло. Re-order buffer. Переименование регистров. Микрооперации. Кэш микроопераций.

#### 9. Параллельные вычисления

Закон Амдала. Многопоточность, многоядерность, многопроцессорность. Технология SMT, Intel Hyper-Threading.

#### 10. Микроархитектура GPGPU

Векторные процессоры, преимущества и недостатки. Подход SIMT. Программные модели программирования GPGPU: Cuda и OpenCL. Аппаратный планировщик потоков. Проблема расходящихся потоков исполнения и методы её решения.

#### 11. Программно-аппаратный кодизайн

Специализированные расширения архитектур. Микроархитектурные оптимизации программного кода. Необходимость создания специализированных вычислительных систем.

#### 12. Микроархитектура специализированных вычислительных систем (ASIC)

Сетевые процессоры. Процессоры для майнинга криптовалют. Процессоры для одирования/декодирования видеопотока. Графические процессоры. Fixed pipeline. Универсальные шейдеры.

#### 13. Микроархитектура процессоров для задач искусственного интеллекта

Микроархитектура процессоров для задач искусственного интеллекта. Специфика задач искусственного интеллекта. Узкие места производительности. Систематические массивы. Data-flow процессоры. GPGPU. Специализированные расширения в процессорах общего назначения.

#### 14. Кэши для многоядерных систем

Проблема когерентности. Протоколы когерентности.

#### 15. Микроархитектура VLIW и DSP процессоров

Архитектура процессоров линейки Эльбрус. Архитектура процессоров линейки Itanium.

#### 16. Актуальное состояние области архитектурного и микроархитектурного дизайна - проблемы и перспективы развития

Общий обзор. Области архитектурного и микроархитектурного дизайна. Проблемы развития. Перспективы развития.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Безопасность жизнедеятельности**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

- ключевые аспекты здорового образа жизни, понятия о системах организма и способах их укрепления и развития;
- правовые и экономические понятия обеспечения безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации, в том числе государственной молодёжной политики и правовых отношений в области науки и высоких технологий;
- государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, правила поведения в чрезвычайных ситуациях и оказания первой помощи при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях и террористических актах;
- основные положения общевоинских уставов ВС РФ; организацию внутреннего распорядка в подразделении;
- общие сведения о ядерном, химическом и биологическом оружии, средствах его применения;
- правила поведения и меры профилактики в условиях заражения радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами;
- назначение, номенклатуру и условные знаки топографических карт; основные способы и средства оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах.

**уметь:**

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

**владеть:**

- принципами и основными навыками построения психологической безопасности, ведения безопасной межличностной коммуникации, распознавания социальных манипуляций;
- системным подходом к формированию аспектов здорового образа жизни;
- правовыми основами информационной безопасности и безопасности интеллектуально-правовых отношений;

- навыками принятия осознанных экономических решений, способами сохранения и грамотного использования капитала;
- принципами и основными навыками безопасного поведения в быту и при осуществлении профессиональной деятельности, в частности, при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях, коррупционных нарушениях и террористических актах.
- навыками применения индивидуальных средств РХБ защиты;
- навыками применения индивидуальных средств медицинской защиты и подручных средств для оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Введение в безопасность жизнедеятельности**

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

### **2. Добро пожаловать на Физтех**

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

### **3. Психологические угрозы**

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

### **4. Социальные механизмы психологической безопасности**

Социальное окружение как модератор психологической безопасности. Социальная сеть, социальная поддержка. Влияние социальной поддержки на психическое здоровье. Источники и возможности получения социальной и психологической поддержки в образовательных и муниципальных системах. Социальная фасилитация и социальная лень. Просоциальное поведение. Общественная и волонтерская деятельность, как способ самореализации и компенсации.

### **5. Ключевые аспекты здорового образа жизни. Основные понятия о системах организма.**

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

#### 6. Личная гигиена человека

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

#### 7. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации

Структура, требования и основное содержание общевоинских уставов.

Права военнослужащих. Общие обязанности военнослужащих. Воинские звания. Единоначалие. Начальники и подчиненные. Старшие и младшие.

Размещение военнослужащих. Распределение времени и внутренний порядок. Суточный наряд роты, его предназначение, состав. Дневальный, дежурный по роте. Развод суточного наряда.

Общие положения Устава гарнизонной и караульной службы. Обязанности разводящего, часового.

#### 8. Основы тактики общевойсковых подразделений

Вооруженные Силы Российской Федерации, их состав и задачи. Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ.

Основы общевойскового боя.

Основы инженерного обеспечения.

Организация воинских частей и подразделений, вооружение, боевая техника вероятного противника.

#### 9. Радиационная, химическая и биологическая защита

Ядерное оружие. Средства его применения. Поражающие факторы ядерного взрыва и их воздействие на организм человека, вооружение, технику и фортификационные сооружения. Химическое оружие. Отравляющие вещества (ОВ), их назначение, классификация и воздействие на организм человека. Биологическое оружие. Основные виды и поражающее действие. Средства применения, внешние признаки применения.

Цель, задачи и мероприятия РХБ защиты. Мероприятия специальной обработки: дегазация, дезактивация, дезинфекция, санитарная обработка. Цели и порядок проведения частичной и полной специальной обработки. Технические средства и приборы радиационной, химической и биологической защиты.

Средства индивидуальной защиты и порядок их использования. Подгонка и техническая проверка средств индивидуальной защиты.

#### 10. Основы медицинского обеспечения

Медицинское обеспечение как вид всестороннего обеспечения войск. Обязанности и оснащение должностных лиц медицинской службы тактического звена в бою. Общие правила оказания самопомощи и взаимопомощи. Первая помощь при ранениях и травмах. Первая помощь при поражении отравляющими веществами, бактериологическими средствами. Содержание мероприятия доврачебной помощи.

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

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

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

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

#### 13. Финансовая грамотность как основа личной экономической безопасности

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

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

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

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

Законодательная основа обеспечения БЖД населения. Организационная основа обеспечения БЖД населения. Обеспечение технологической безопасности и охраны труда,

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

#### 15. Государственная политика РФ в сфере противодействия экстремизму и терроризму

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в АСУ ТП АЭС**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование знания и понимания физических основ ядерной энергетики, понятия АСУ ТП АЭС (включая структуру и состав); получение знаний о структуре отечественной атомной промышленности в области гражданского применения ядерной энергии; формирование представления о технологическом процессе выработки электроэнергии на энергоблоках АЭС с реакторами типа ВВЭР-1200.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний на уровне представлений: риски применения и перспективы развития ядерной энергетики; дивизиональная структура ГК Росатом; системы безопасности энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1200; контроль технологических параметров энергоблока АЭС;

- формирование знаний на уровне воспроизведения: принцип работы ядерного реактора; управление энерговыделением ядерного реактора; тепловая схема энергоблока АЭС с двумя технологическими контурами; различия между энергоблоками с различными типами реакторов;

- формирование знаний на уровне понимания: иерархическая структура и состав АСУ ТП АЭС; фундаментальные функции безопасности АСУ ТП АЭС; жизненный цикл АСУ ТП АЭС; основное оборудование энергоблока с реактором типа ВВЭР-1200.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия ядерной энергетики;
- различные типы реакторов, применяемые на энергоблоках АЭС;
- перспективы развития ядерной энергетики;
- основные нейтронно-физические и теплотехнические параметры энергоблока;
- структуру, состав и жизненный цикл АСУ ТП АЭС;
- основное технологическое оборудование энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1200.

**уметь:**

- читать теплогидравлические схемы технологических систем;
- читать схемы с алгоритмами АСУ ТП АЭС.

**владеть:**

- навыками управления ядерного реактора типа ВВЭР.

**Темы и разделы курса:****1. Ядерная энергетика в мире. Часть 1.**

Ядерная энергетика на основе деления тяжёлых ядер: принцип работы ядерного реактора, общая тепловая схема двухконтурной АЭС; управление энерговыделением реактора: основы физики реакторов (составляющие уравнения баланса нейтронов, мгновенные и запаздывающие нейтроны, реактивность, кинетика и динамика реактора, уравнение обратных часов). Энергоблоки с реакторами типа ВВЭР (проект АЭС-2006, ВВЭР-ТОИ), БН, ВТГР.

**2. Ядерная энергетика в мире. Часть 2.**

Перспективы развития ядерной энергетики: малые модульные реакторы (ММР), плавучие энергоблоки (на примере ПАТЭС), двухкомпонентная ядерная энергетика (ЗЯТЦ, проект Прорыв), жидкосолевой реактор, ОИАЭ для производства водорода и управляемый термоядерный синтез (УТС на примере термоядерного реактора конструкции типа "токамак", ITER). Риски использования ядерной энергетики. Модернизация АЭС после аварий на ЧАЭС в 1986 г. и на АЭС Фукусима Дайичи в 2011 г. Дивизионы ГК Росатом.

**3. Общие сведения об АСУ ТП АЭС.**

Понятие и назначение АСУ ТП. Состав АСУ ТП. Иерархическая структура АСУ ТП АЭС. Фундаментальные функции безопасности АСУ ТП АЭС. Энергоблок как объект автоматизации. Основные поставщики ПТК для АСУ ТП АЭС.

**4. Контроль технологических параметров энергоблока АЭС. Исполнительные механизмы.**

Контроль мощности нейтронного потока (АКНП+АКМ). Контроль основных теплотехнических параметров: давление, температура, расход сред, уровень. Радиационный контроль. Общие сведения об электродвигателях.

**5. Основное оборудование энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1200.**

Ядерный остров энергоблока. Машинный зал. Основное оборудование химического цеха: спецводоочистка, оборудование для ведения водно-химических режимов 1 и 2 контуров, водоподготовительная установка (в следующем объеме: установки ультрафильтрации, установки обратного осмоса 1 и 2 ступеней, установки ионного обмена). Блочная обессоливающая установка.

**6. Основные системы безопасности энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1200.**



Система аварийного и планового расхолаживания 1 контура и охлаждения бассейна выдержки. Система аварийного расхолаживания парогенераторов. Система пассивного отвода тепла. Система аварийного ввода бора. Система аварийного охлаждения активной зоны (пассивная часть). Система гидроёмкостей второй ступени (пассивная часть САОЗ). БЗОК. БРУ-А. Система защиты 1 контура от превышения давления. Ловушка расплава.

7. Жизненный цикл АСУ ТП АЭС.

V-модель жизненного цикла АСУ ТП АЭС. Верификация и валидация проектных решений (в том числе на математических моделях энергоблоков АЭС).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в выпуклую оптимизацию**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ современной теории выпуклой оптимизации, знакомство с основными методами и алгоритмами выпуклой оптимизации в конечномерных пространствах (как для детерминированных, так и для стохастических задач), выяснение их сложности, применение в ряде прикладных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение представлений о современных рекуррентных методах выпуклой оптимизации;
- обоснование сложности методов — числа итераций, гарантирующего заданную точность оптимума (по целевой функции);
- знакомство с соответствующими методами решения задач машинного обучения, PageRank, о многоруком бандите.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- описание класса выпуклых задач оптимизации (как детерминированных, так и стохастических);
- основные рекуррентные методы выпуклой оптимизации и их сложность;
- конкретные алгоритмы прямо-двойственной оптимизации, предназначенные для машинного обучения.

##### **уметь:**

- формулировать задачи выпуклой оптимизации;
- описывать современные методы и алгоритмы выпуклой оптимизации, в частности, прямо-двойственного типа;
- обосновывать сложность указанных методов (по числу итераций);
- пользоваться основными прямо-двойственными алгоритмами выпуклой оптимизации, широко используемыми для задач машинного обучения.

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Элементы выпуклого анализа. Введение в выпуклую оптимизацию. Краткий обзор задач и методов. Примеры.

Введение: выпуклые множества и функции. Задача выпуклой оптимизации (в  $n$ -мерном пространстве). Примеры: машинное обучение, классификация с учителем, регрессия.

Элементы выпуклого анализа: теоремы о разделении, об опорной гиперплоскости, определение и существование субградиента. Условия оптимальности 1-го порядка.

Модель черного ящика. Понятия об оракуле, его сложности, о методе оптимизации и его сложности. Краткий обзор методов и результатов.

2. Метод центров тяжести и метод эллипсоидов: свойства и сложность. Градиентный метод.

Метод центра тяжести. Доказательство верхней границы. Сложность метода.

Метод эллипсоидов, его свойства и сложность. Градиентный метод.

3. Прямо-двойственный подход и метод зеркального спуска (МЗС) для задач стохастической и детерминированной оптимизации. МЗС с инерцией.

Прямо-двойственный подход к задачам выпуклой оптимизации. Идея метода зеркального спуска (МЗС). Параметры метода: исходная и двойственная нормы, потенциал отображения сопряженного пространства и условие Липшица на градиент. Примеры (с доказательствами).

Задача выпуклой стохастической оптимизации на заданном компакте с оракулом 1-го порядка. МЗС и его анализ. Понятие прокси-функции, преобразование Лежандра-Фенхеля. Параметр сильной выпуклости. Связь МЗС с методом стохастической аппроксимации.

Частный случай параметров МЗС; полностью рекуррентный алгоритм ЗС (АЗС), его верхняя граница и сложность. Доказательства.

Адаптивный АЗС (по обобщенной температуре), его верхняя граница и сложность. Другие варианты прямо-двойственных методов. Обсуждение. МЗС с инерцией.

4. Верхние и нижние (информационные) границы методов оптимизации. Их вывод и обоснование.

Подробное изучение нижних и верхних границ методов зеркального спуска в задачах выпуклой оптимизации, в частности, для задачи о стохастическом многоруком бандите.

5. Минимаксные выпукло-вогнутые задачи, их решение на основе МЗС.

Рассмотрение задачи PageRank как минимаксную выпукло-вогнутую задачу и ее решение на основе МЗС. Обобщение на выпукло-вогнутые стохастические задачи.

6. Применение МЗС к задачам о многоруком бандите, PageRank, бинарной классификации с учителем и др.

Задача о стохастическом многоруком бандите. Применение оптимизационного подхода и МЗС. Получение верхней границы. Сравнение с известной информационной нижней границей. Задача PageRank как оценивание главного собственного вектора стохастической матрицы. Сведение к задаче выпуклой оптимизации и применение МЗС.

Задача бинарной классификации с учителем: применение МЗС для минимизации ошибки классификации на выпуклой оболочке «простых» правил разделения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в математический анализ**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

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

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Действительные числа

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

2. Пределы последовательностей

2.1. Предел числовой последовательности. Теорема Кантора о вложенных отрезках. Единственность предела. Бесконечно малые последовательности и их свойства. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Арифметические операции со сходящимися последовательностями. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной ограниченной последовательности. Число  $\epsilon$ . 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: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в машинное обучение**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

- основными понятиями теории машинного обучения.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Композиции классификаторов, бустинг

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

## 2. Критерии выбора моделей

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

## 3. Методы отбора признаков

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

## 4. Методы ранжирования

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

#### 5. Обучение с подкреплением

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

#### 6. Задачи с частичным обучением

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

#### 7. Коллаборативная фильтрация

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

## 8. Тематическое моделирование

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

## 9. Байесовское обучение

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

## 10. Введение в глубинное обучение

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в методы множественного доступа**

#### **Цель дисциплины:**

Знакомство студентов с основными методами множественного доступа, а также базовыми математическими подходами к оценкам их эффективности.

#### **Задачи дисциплины:**

- познакомить студентов с основными теории массового обслуживания, с ее помощью доказать необходимость методов множественного доступа;
- познакомить студентов с базовыми методами случайного доступа, ответив на вопросы: зачем нужны те или иные алгоритмы и протоколы; как они работают; и почему они устроены именно так;
- познакомить студентов с подходами к оценке производительности этих методов;
- оказывать консультацию студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований телекоммуникационных сетей и систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы расчета простейших систем массового обслуживания;
- основные методы множественного доступа, используемые в современных беспроводных сетях;
- основные методы борьбы с интерференцией.

##### **уметь:**

- ориентироваться в многообразии методы множественного доступа, используемых в беспроводных сетях;
- проводить оценку эффективности различных методов множественного доступа в беспроводных сетях;
- проводить сравнительный анализ различных подходов к решению задачи множественного доступа.

**Владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и аналитического моделирования процессов и явлений в области телекоммуникационных сетей и систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Задача Эрланга и ее развитие

Основные понятия теории массового обслуживания. Классификация потоков событий. Пуассоновский поток. Поток Пальма. Прореживание пуассоновских потоков. Помеченный пуассоновский поток. Суперпозиция пуассоновских потоков. Дисциплины обслуживания. Формула Литтла. Задача Эрланга. Система с отказами. Система с бесконечной очередью и ожиданием. Другие простейшие СМО:  $M/M/1$ ,  $M/D/1$ ,  $M/G/1$ ,  $D/M/1$ ,  $D/D/1$ . Необходимость множественного доступа.

## 2. Задача множественного доступа

Методы разделения ресурсов в беспроводном канале. Централизованное и распределенное управление множественным доступом. Задача множественного доступа. Особенности беспроводного канала. Понятие коллизии. Ресурс «время-частота-код-пространство». Пропускная способность беспроводного канала. Стоимость ресурсов беспроводного канала. Модели временного и частотного разделения в канале. Прямой и обратный каналы. Метод Aloha: с непрерывным и дискретным временем (pure и slotted Aloha). Оценка производительности Aloha. Древовидные алгоритмы повышения производительности Aloha. Метод множественного доступа с прослушиванием несущей. Настойчивый, ненастойчивый,  $p$ -настойчивый,  $O$ -настойчивый доступ. Обнаружение и избегание коллизий. (CSMA/1-persistent, persistent,  $p$ -persistent, CD, CA). Пример метода случайного доступа в сетях Wi-Fi.

## 3. Интерференция в беспроводных сетях

Формула Шеннона. Интерференция в беспроводных сетях и сценарии, когда они возникают. Пример передачи данных между двумя парами станций. Проблема скрытых и засвеченных станций. Методы снижения потерь от интерференции в одношаговых и многошаговых сетях: доступ по расписанию, виртуальная занятость канала, запрос на отправку/подтверждение на отправку и др. Выбор скорости передачи.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в нейросетевые технологии**

#### **Цель дисциплины:**

- приобретение знаний и практического опыта в области теории нейронных сетей, различных архитектур и способов их настройки;
- изучение и обеспечение основ для последующих курсов, посвященных разработке нейросетевых методов и программ решения прикладных задач;
- практическое освоение современной системы Матлаб для эмуляции нейронных сетей различной архитектуры;
- приобретение навыков исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение специфических нейросетевых технологий, широко применяемых в различных областях современной науки и техники.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами подходов, методов и моделей нейронных сетей;
- приобретение практических навыков применения нейронных сетей;
- приобретение умения интерпретировать полученные результаты для построения планов экспериментальных исследований и выбора оптимальных параметров нейронных сетей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные архитектуры нейронных сетей и методы их настройки (адаптации) и тестирования;
- общую методологию синтеза структуры нейронной сети для решения прикладных задач;
- историю и перспективы развития теории нейронных сетей;
- подходы к унификации мягких вычислений (нейросетевых, нечетких, вейвлет и т.п.);
- язык программирования Матлаб и основные его инструментарии для реализации нейронных сетей.

##### **уметь:**

- разрабатывать программы на Матлаб для эмуляции, настройки и тестирования нейронных сетей различной архитектуры;
- синтезировать структуру нейронной сети согласно общей методике;
- читать и критически анализировать специальную литературу по теории нейронных сетей.

**владеть:**

- прикладным аппаратом нейронных сетей;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- методами решения широкого спектра современных математических задач с использованием нейросетевых технологий.

**Темы и разделы курса:**

1. История нейронных сетей

Первые модели однослойных нейронных сетей. Перцептрон Розенблатта на основе двухслойной нейронной сети. Активизация исследований в области нейронных сетей в эпоху роста производительности ЭВМ, многослойные сети. Разработка метода обратного распространения ошибки. Алгоритмы глубокого обучения. Современные исследования. Роль нейронных сетей в разработке методов искусственного интеллекта.

2. Нейрон и его структура

Понятие о нейроне, его структуре, входах и выходах; понятие весовых коэффициентов. Функция активации, виды функций активации.

3. Нейронная сеть

Понятие о нейронной сети (НС). Виды нейронных сетей. Области применения. Многослойный перцептрон. Радиально-базисная сеть. Сеть Кохонена. Нейронные сети с обратными связями, сеть Хопфилда, Элмана и др. Сеть СМАС. Нейронные сети глубинного обучения. Нейронные сети переменной структуры. Спайковые нейронные сети.

4. Обучение (настройка) нейронной сети

Понятие об обучении (настройке) и самообучении нейронной сети. Методы обучения. Метод градиентного спуска. Метод обратного распространения ошибки. Модификации метода градиентного спуска. Методы второго порядка, метод Левенберга-Марквардта, метод сопряженных градиентов. Обучение динамических нейронных сетей. Методы случайного поиска. Генетические методы оптимизации.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в организацию современной информационной инфраструктуры предприятия**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является ознакомление и углубленное изучение подходов и технологий, используемых при создании современных информационных инфраструктур корпоративного уровня.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачами дисциплины являются формирование знаний и практических навыков в области:

- технологий, используемых при создании современных информационных инфраструктур корпоративного уровня;
- подходов к проектированию информационных инфраструктур корпоративного уровня.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- подходы к созданию современных корпоративных инфраструктур обработки и хранения информации.

##### **уметь:**

- разбираться в вычислительных устройствах, используемых при создании современных центрах обработки данных;
- разбираться в программном обеспечении, используемом при создании современных центров обработки данных.

##### **владеть:**

- техниками организации современных центров обработки данных.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Понятие современного ЦОД

Роль ЦОД в современной информационной инфраструктуре;

Основные компоненты ЦОД: серверы, сетевое соединение, системы хранения данных;

Типы виртуализации: гипервизоры первого и второго типов;

Виды поставки облачных сервисов: \*aaS.

## 2. Клиентские устройства

Основные типы современных клиентских устройств: десктопы, ноутбуки, планшеты и т.д.;

Специфики операционных систем для клиентских устройств, отличие клиентских операционных систем от серверных;

Специфики аппаратной платформы для современных клиентских устройств.

## 3. Компоненты ЦОД: серверы, СХД, коммутаторы

Типы корпусования серверов: tower, rackmount, blade;

Понятие “кластера” и “кластеризации”;

Требования, предъявляемые к современным серверным операционным системам;

Протоколы, используемые в сетевых подключениях в современных ЦОД

Современные топологии организации ЦОД;

Ограничения современных сетевых протоколов с точки зрения их использования при построении ЦОД;

Требования к современным инфраструктурам в области хранения данных: понятия DU/DL, определение “девятки”;

Понятие “интеллектуальной системы хранения данных” - RAID массив, кэш, обслуживающие серверы, сетевое подключение;

Типы RAID - их отличие между собой;

Типы доступа к системам хранения данных: блочный, файловый, объектный;

Современные способы решения задач высокой надежности.

## 4. Современные процессоры и многоядерность. Работа Linux на процессорах RISC-V

Специфика создания и исполнения кода современных программ;

Ограничения современных подходов разработки ПО при их использовании в многоядерном окружении;

Техники написания программ для выполнения в многоядерном окружении.

Специфика совместимости операционных систем с различными архитектурами;

Специфика Linux приложений, работающих на аппаратном обеспечении RISC-V;  
Перспективы развития Linux с точки зрения совместимости с RISC-V архитектурами.

## 5. Операционные системы

Понятие дистрибутива. Что считается самостоятельным дистрибутивом операционной системы;

Модули операционных систем. Техники создания модулей;

Отличие классов операционных систем: серверные, встраиваемые, пользовательские.

## 6. Управление корпоративными инфраструктурами, организация поддержки

Определение “инфраструктуры как код” и основные характеристики;

Задачи и примеры использования OpenStack для организации высоконагруженной архитектуры;

Управление конфигурацией инфраструктуры с использованием Ansible.

Требования к работе службы поддержки, понятие SLA;

Примеры инструментов для организации службы поддержки;

Примеры инструментов для взаимодействия службы поддержки и команд разработки.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в программирование FPGA**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студентов с основными идеями программирования и применения программируемых логических интегральных схем (FPGA) в физическом эксперименте и в прототипировании.

#### **Задачи дисциплины:**

- разъяснение места и роли программируемых логических интегральных схем в физическом эксперименте и в прототипировании;
- приобретение учащимися начальных навыков работы с программируемыми логическими интегральными схемами;
- ознакомление с особенностями внутреннего устройства и принципов работы микросхем программируемой логики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

принципы работы программируемых логических интегральных схем, основы создания цифровых устройств, концепции языка описания аппаратуры Verilog, в том числе сведения относящиеся к аналоговой и цифровой электронике.

##### **уметь:**

проектировать и отлаживать цифровые устройства с использованием языка описания аппаратуры Verilog, понимать и составлять цифровые схемы.

##### **владеть:**

основными методами создания цифровых устройств с применением языка описания аппаратуры Verilog.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Базовые концепции языка Verilog. Симуляция

Модули Verilog. Минимальный рабочий модуль. Проверка работоспособности модуля. Создание тестового окружения. Инвертор.

## 2. Комбинационная логика. Восемьбитный сумматор

Отличие комбинационной логики от последовательностной. Базовые логические элементы: XOR, AND. Однобитный сумматор. Синтез сумматоров. Восемьбитный сумматор. Вычитание. Обратный код. Имплементация вычитания через сложение. Блок расширения знака.

## 3. Последовательностная логика. D-триггер. Регистры. Счётчик

Внутреннее состояние схемы. Бистабильные элементы. Необходимость синхронизации. Тактирование. D-триггер. D-триггер с асинхронным сбросом. Счётчик. Делитель частоты тактирования.

## 4. Прошивка FPGA

Программируемая логическая интегральная схема Altera Quartus. Программатор. Компиляция прошивки. Планировка риспиновки. Управление светодиодом.

## 5. Мультиплексор. Декодер. 7-сегментный индикатор

Мультиплексор. Условные выражение: конструкция if-else, тернарный оператор, конструкция case. Декодер. Конструкция case в комбинационной логике. Выражение присваивания. Семисегментный индикатор. Делитель частоты. Семисегментный декодер. Динамическая индикация. Шестнадцатеричный индикатор.

## 6. Устройство FPGA Altera Cyclone IV

Внутреннее устройство FPGA Altera Cyclone IV: логические элементы, блоки логических элементов. Ввод-вывод. Mapping и Fitting.

## 7. Устройство памяти. Память команд

Иерархия памяти компьютера. Типы памяти: RAM/ROM, динамическая/статическая. Разделение памяти команд и памяти данных. Гарвардская архитектура и архитектура фон Неймана.

## 8. Архитектура и микроархитектура. Архитектура RISC-V

RISC и CISC архитектуры. Обзор архитектуры RV32I: инструкции и регистры. Арифметико-логическое устройство. Однотактное устройство управления. Однотактное ядро.

## 9. Ассемблер RISC-V

Язык ассемблера. Ассемблер. Набор инструментов GNU binutils: ассемблер, компоновщик, objcopy, readelf, objdump, hexdump.

## 10. Симуляция архитектуры набора команд RISC-V

Потактовый и функциональный симуляторы. Симуляция архитектуры набора команд. Симуляция RV32I и RV32I.

## 11. Ввод-вывод

Ввод-вывод через порты и через память. Инstrukция SW. Контроллер памяти и ввода-вывода.

## 12. Условные и безусловные переходы

Команды перехода. Имплементация чисел Фибоначчи. Команды безусловного перехода.

## 13. Фазовая автоподстройка частоты

Фазовый детектор. Фильтр низких частот. Модуляция, демодуляция. Определение частоты и фазы сигнала. Умножение частоты. Имплементация в Altera Cyclone IV.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в проектирование на языке Verilog**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление обучающихся с основными идеями применения языка Verilog для проектирования цифровых вычислительных систем и применения ПЛИС в прототипировании вычислительных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение обучающимися начальных навыков проектирования на языке Verilog;
- разъяснение места и роли языка Verilog в разработке цифровых вычислительных систем;
- разъяснение места и роли ПЛИС в прототипировании вычислительных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы создания цифровых устройств, принципы работы ПЛИС, концепции языка описания аппаратуры Verilog, в том числе сведения относящиеся к цифровой электронике.

##### **уметь:**

- проектировать и отлаживать цифровые устройства с использованием языка описания аппаратуры Verilog, понимать и составлять цифровые схемы.

##### **владеть:**

- основными методами создания цифровых устройств с применением языка описания аппаратуры Verilog.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Основные конструкции языка Verilog**

Проектирование схем для FPGA и ASIC. Маршрут проектирования. Роль HDL языков (Verilog, VHDL). Основные термины. Отличие от программирования под CPU. Средства

проектирования. САПР. Симулятор. Логический синтез. Синтезируемое и несинтезируемое подмножество Verilog. Верификация. Тестбенчи. Модули, порты, непрерывное присваивание, шины, логические операции, параметры. Инстанцирование модулей. Симуляция в Icarus Verilog. Проектирование и симуляция блока N-битного инвертора.

## 2. Комбинационная логика

Комбинационная логика. Сумматор. Мультиплексор. Декодер. LUT. Способы описания комбинационной логики на Verilog. Операторы if-else. Блок case-endcase. Проектирование и симуляция 32-битного арифметико-логического устройства.

## 3. Последовательностная логика

D-триггеры. Тактовый сигнал, сигнал сброса. Синхронный и асинхронный сброс. Описание триггеров. Регистры Verilog. Блок always. Неблокирующее присваивание. Счетчик. Параметры Verilog. Проектирование и симуляция счетчика.

## 4. ПЛИС

Возможности и внутреннее устройство ПЛИС на примере Altera Cyclone IV. САПР Altera Quartus. Назначение пинов. Компиляция. Синтез. Имплементация. Прошивка ПЛИС. Добавление IP-блоков. Блоки ФАПЧ. SignalTap. RTL Viewer. Мигание светодиодом с помощью счетчика. Генерация тактового сигнала с помощью ФАПЧ. Вывод двоичных чисел на семисегментный индикатор.

## 5. Конечные автоматы и сдвиговые регистры

Конечные автоматы. Сдвиговые регистры. Описание конечного автомата и сдвигового регистра на Verilog. Интерфейс UART. Многотактные вычислительные блоки. Проектирование передатчика UART.

## 6. Регистровые файлы и память

Регистры, регистровые файлы, SRAM. М9К SRAM в Cyclone IV. Массивы в Verilog. FIFO. Проектирование модуля 1R1W регистрового файла. Проектирование модуля однопортовой памяти.

## 7. Архитектура набора команд RISC-V

Архитектура и микроархитектура. RISC/CISC, load-store архитектуры. RISC-V ISA. RISC-V toolchain. Компиляция C и ассемблера под RV32I. Функциональные и потактовые симуляторы. Функциональный симулятор RISC-V Spike.

## 8. Однотактная микроархитектура RISC-V

Однотактная и многотактная микроархитектура. АЛУ, регистровый файл, память команд и устройство управления. Однотактный RISC-V без команд перехода и доступа в память данных.

## 9. Работа с памятью и периферией

Память данных. Инструкции доступа в память. Периферия. MMIO. Однотактный RISC-V без команд перехода с доступом к памяти данных и периферии.

## 10. Инструкции перехода и прерывания



Инструкции условного и безусловного перехода. Поллинг. Прерывания. Однотактный RISC-V с полной поддержкой RV32I и периферии. Обработка прерываний в однотактном процессоре.

#### 11. Вычисления с плавающей запятой

Расширения RISC-V ISA. Расширение M. Расширение F. Вычисления с плавающей запятой. Стандарт IEEE 754. Расширение однотактного процессора инструкциями вычисления специальных функций.

#### 12. Многотактные и конвейерные вычислительные устройства

Задержка распространения сигнала. Критический путь. Многотактные вычислительные устройства. Конвейеризация вычислений. Латентность. Пропускная способность. Проектирование конвейерного сумматора для чисел с плавающей точкой.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в распараллеливание алгоритмов и программ**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами знаний в области применения современных высокопроизводительных комплексов различной архитектуры в научных исследованиях и прикладных областях, в частности — в математическом моделировании и обработке больших массивов данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование основных знаний в области применения высокопроизводительных вычислительных комплексов различной архитектуры на основе курсов информатики, операционных систем, языков программирования и курсов вычислительной математики для обеспечения технологических основ математического моделирования в современных инновационных сферах деятельности;
- обучение студентов принципам создания эффективных параллельных алгоритмов и программ, анализа существующих программ и алгоритмов на параллельность; знакомство с основными методами и принципами параллельного программирования, основными технологиями параллельного программирования;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области параллельных вычислений и математического моделирования с использованием современных технологий, и программных средств параллельного программирования в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историю эволюции вычислительных систем и историческую необходимость использования параллельных вычислений;
- основы архитектуры параллельных вычислительных комплексов
- основные технологические этапы разработки параллельных программ;
- принципы асимптотического анализа алгоритмов;
- методы декомпозиции последовательных алгоритмов;

- способы эквивалентных и неэквивалентных преобразований последовательных программ, позволяющих использовать их на параллельных вычислительных комплексах;
- основные идеи при реализации численных алгоритмов, позволяющих избежать случая низкой эффективности распараллеливания.

**уметь:**

- Оценивать асимптотическую сложность используемых алгоритмов и выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- анализировать последовательные программы для выявления возможности их распараллеливания;
- оценивать эффективность работы распараллеленных программ;
- выбирать эффективные численные методы для поставленных задач математического моделирования.

**владеть:**

- Приемами распараллеливания алгоритмов и программ;
- средствами и технологиями разработки приложений, обеспечивающих проведение параллельного вычислительного эксперимента.

**Темы и разделы курса:**

1. Проблемы эволюции вычислительных систем. Архитектурный и программный параллелизм. Парадигмы последовательного и параллельного программирования

Архитектурный и программный параллелизм. Проблемы использования параллельных систем. Непереносимость алгоритмов. Ошибки округления. Зависимость от архитектуры, языка, компилятора, ОС. Расширенная квалификация Флинна. Примеры SISD, SIMD, MISD, MIMD машин. Модели параллельного программирования. Этапы параллельного решения проблем: decomposition, assignment, orchestration, mapping. Задачи, решаемые на каждом этапе.

2. Элементы асимптотического анализа алгоритмов

Элементы асимптотического анализа алгоритмов. Основные предположения. Вычислительная модель RAM. Терминология и обозначения. Асимптотические отношения. Наилучший последовательный алгоритм. Пример асимптотического анализа сложности последовательного алгоритма выбора элемента из множества. Рекуррентные соотношения. Основная теорема асимптотического анализа. Вычислительные модели PRAM. Ускорение при распараллеливании. Стоимость параллельного алгоритма. Оптимальность алгоритма по стоимости. Пример асимптотического анализа сложности параллельного алгоритма выбора элемента из множества. Ограниченность асимптотического анализа.

3. Декомпозиция алгоритмов на уровне операций

Декомпозиция алгоритмов на уровне операций. Понятие о графе алгоритма. Строго параллельные формы графа, каноническая параллельная форма. Соотнесение строго параллельных форм с выполнением алгоритма на конкретных архитектурных решениях. Ярусы параллельной формы, их ширина и высота. Концепция неограниченного параллелизма. Определение максимально возможного ускорения по ярусно-параллельной форме алгоритма.

#### 4. Укрупнение параллельных ярусов

Укрупнение параллельных ярусов. Декомпозиция алгоритмов и программ на уровне действий и операторов. Условия Бернштейна и их нарушение. Истинная или потоковая зависимость, антизависимость, зависимость по выходным данным. Графы зависимостей. Связь зависимостей операторов с возможностью одновременного выполнения.

#### 5. Параллельность циклов

Параллельность циклов. Простые циклы: расстояние зависимости; зависимости, связанные и несвязанные с циклом. Вложенные циклы. Вектора зависимости и направлений. Их использование для определения возможности распараллеливания циклов. Способы устранения зависимостей: loop distribution, code replication, loop alignment, приватизация переменных, индукция и редукция. Декомпозиция на уровне блоков операторов, блоки.

#### 6. Основные подходы к организации размещения задач на процессорах

Assignment. Основные подходы к организации размещения задач на процессорах. Динамическое, потоковое, статическое планирование, work pool, pipeline, competition, divide & conquer. Их недостатки и достоинства. Проблемы балансировки загрузки процессоров. Гомогенные и гетерогенные вычислительные системы.

#### 7. Аранжировка исполнения параллельных программ

Аранжировка выполнения. Где и как синхронизировать вычисления и обмениваться данными. Перекрытия. Ухудшение последовательного алгоритма для улучшения параллельного.

#### 8. Методы параллельного решения жестких систем ОДУ большой размерности.

Методы параллельного решения жестких систем ОДУ большой размерности. Методы Рунге–Кутты, Розенброка и W-методы. Методы Розенброка и W-методы с приближенным вычислением обратной матрицы. Метод Шульца приближенного обращения матрицы.

#### 9. Решение краевой задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (на примере уравнений второго порядка).

Решение краевой задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (на примере уравнений второго порядка). Параллельные версии алгоритма прогонки. Решение системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей методом редукции.

#### 10. Решение краевой задачи для нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений (на примере уравнений второго порядка).

Решение краевой задачи для нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений (на примере уравнений второго порядка). Алгоритм «параллельной пристрелки» и его

принципиальные отличия от «пристрелки». Переход к решению расширенной системе ОДУ как основа параллельной версии алгоритма.

11. Конечно-разностные методы решения эволюционных уравнений в частных производных (уравнений параболического и гиперболического типов).

Конечно-разностные методы решения эволюционных уравнений в частных производных (уравнений параболического и гиперболического типов). Геометрическое распараллеливание и итерационные методы.

12. Проблема выбора «удачного» базиса.

Проблема выбора «удачного» базиса. Методы вейвлет-Галеркина (на примере решения интегрального уравнения) и возможность их параллельной реализации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в системную инженерию**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основ системной инженерии, роли системного инженера и формирование целостного представления о системной инженерии, как междисциплинарной области технических наук, сосредоточенной на проблемах создания эффективных и комплексных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

Овладение знаниями и достижение понимания:

- Целей и задач системной инженерии, как комплексной дисциплины;
- Роли и места системного инженера в процессе создания сложных систем;
- Основных системных концепций;
- Назначения и рекомендаций по применению основных российских и международных стандартов в области системной и программной инженерии;
- Проблем принятия решений при создании сложных систем;
- Современных подходов к реализации процессов жизненного цикла систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

1. Основные понятия и концепции системной инженерии;
2. Принципы построения и анализа систем управления;
3. Базовые методы и средства системной и программной инженерии;
4. Российские и международные стандарты в сфере системной и программной инженерии;
5. Подходы к принятию решений при создании сложных систем.

##### **уметь:**

1. Определять назначение и характеристики сложных систем с учетом цели их создания;
2. Планировать жизненный цикл сложных систем;
3. Использовать специализированные методологии и средства моделирования процессов и систем;
4. Сопоставлять назначение и технические характеристики сложных систем с составом и функциональными возможностями ее компонентов.

**владеть:**

Методологией и навыками решения научных и практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. PBS – Plant Breakdown Structure

Функциональные и геометрические структуры. Стандарты классификации функций и оборудования ISO 81346.

2. WBS – Work Breakdown Structure

Структура деятельности и работ. Управление проектами, процессами, кейсами.

3. Дисциплина системной инженерии и роль системного инженера

Роль системного инженера, отличия системного инженера от проектного менеджера и инженеров по специальностям. Связь и отличия системной инженерии и программной инженерии, инженерии и исследований.

4. Инженерия требований, структура требований, работа инженера по требованиям

Инженерия системной архитектуры, работа системного архитектора. Описания требований и архитектурные описания.

5. Интеграция данных жизненного цикла в технологии ISO 15926

Интеграция данных жизненного цикла в технологии ISO 15926. Технология ISO 15926.

6. Моделеориентированная системная инженерия

Описания и модели систем. Сквозное проектирование от идеи до расчетного обоснования, детального проектирования и изготовления. Управление конфигурацией и изменениями. Модель продукта и модель организации. Документоцентрические и датацентрические архитектуры современных САПР и СУЖЦ.

7. Организационные структуры

Матрица Захмана. OMG ArchiMate (архитектурный язык для описания структуры предприятий).

8. Понятие системы

Жизненный цикл системы. Понятие жизненного цикла. Типы и разнообразие жизненных циклов. Виды жизненных циклов: последовательный, инкрементальный, итерационный.

#### 9. Системный анализ

Функционально-физический анализ. Анализ риска. Функционально-стоимостной анализ.

#### 10. Системы интерактивного моделирования

OpenModelica - язык моделирования физических явлений (функций).

#### 11. Системы систем. Мультиагентные системы

Мультиагентные системы.

#### 12. Стандарты системной инженерии

Стандарт ISO 15288 (практики жизненного цикла системной инженерии). Стандарт ISO 42010 (архитектурное описание). Стандарт ISO 24744 (описание методов разработки). Интеграция данных жизненного цикла в технологии ISO 15926.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в теорию кодирования информации**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных принципов и алгоритмов сокращения избыточности, лежащих в основе кодирования видеоинформации для ее передачи по каналам связи;
- изучение основных стандартов компрессии статических и динамических изображений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами подходов и методов сокращения избыточности видеоинформации;
- приобретение практических навыков применения современных методов и стандартов компрессии статических и динамических изображений;
- приобретение знаний для ориентации в современных технологиях цифровой передачи видеоинформации и выбора перспективных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общую структуру цифровых систем передачи видеоинформации;
- основы статистического (энтропийного) кодирования;
- методы устранения визуальной избыточности статических и динамических изображений;
- стандарты кодирования статических и динамических изображений.

##### **уметь:**

- применять знания основ и стандартов видеокодирования при построении, эксплуатации и техническом обслуживании сетей цифровой передачи видеоинформации.

##### **владеть:**

- основными методами устранения избыточности видеoinформации и оценки качества работы этих методов при эксплуатации и техобслуживании программно-аппаратных средств цифровой передачи видеoinформации;
- теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью изучения перспективных методов и систем видеокомпрессии.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Основные понятия теории информации**

Основные определения теории информации. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины. Энтропия (мера неопределенности) случайной величины и ее свойства. Условная энтропия при условии, что задано значение другой случайной величины. Условная энтропия при условии, что задана другая случайная величина. Многомерная энтропия, цепное равенство. Энтропия источника. Избыточность, её виды.

### **2. Общие идеи статистического кодирования**

Классификация методов статистического кодирования. Побуквенное кодирование. Необходимое и достаточное условие однозначного декодирования, неравенство Мак-Миллана. Префиксные коды и кодовые деревья. Неравенство Крафта. Обратная и прямая теоремы Шеннона для побуквенного кодирования. Код переменной длины. Алгоритмы Шеннона-Фано и Хаффмана. Адаптивная реализация алгоритма Хаффмана. Код Танстола.

### **3. Методы представления целых чисел**

Использование методов представления целых чисел в качестве методов статистического кодирования. Унарные коды. Гамма- и дельта-коды Элиаса. Коды Голомба и Райса. Омега-коды Элиаса и коды Ивэн-Родэ. Код Фибоначчи.

### **4. Учёт статистических взаимосвязей в сообщении**

Блочное кодирование источников с памятью и без. Идея универсального кодирования. Арифметическое кодирование. Программная реализация арифметического кодера. Ассиметричная система счисления (ANS). Кодирование длин серий (RLE). Условное кодирование.

### **5. Словарное кодирование**

Семейства LZ-77, LZ-78. Алгоритм LZW.

### **6. Статистическое моделирование**

Методы PPM. Взвешивание с использованием контекстных деревьев (CTW). Метод нейронных сетей. Динамическое марковское кодирование (DMC).

### **7. Контекстное кодирование**

Ассоциативное кодирование Буяновского. Метод Барроуза-Уиллера.

### **8. Комбинаторное кодирование**

Понятие комбинаторного кодирования.

### **9. Дискретные каналы связи без памяти**

Матрица переходных вероятностей. Каналы, симметричные по входу. Каналы, симметричные по выходу. Пропускная способность. Лемма об обработке данных. Лемма оценивания Фано. Теоремы Шеннона для канала с шумом.

#### 10. Основы помехоустойчивого кодирования

Стратегии декодирования. Разделение всего пространства выходных сигналов на области по принципу наименьшей вероятности ошибки. Вывод формулы для вероятности ошибки. Два подхода – без отказов и с отказами от декодирования. Непрерывные каналы. Формула Шеннона для пропускной способности канала с белым Гауссовым шумом. Формула для пропускной способности с цветным Гауссовым шумом.

#### 11. Блочные коды

Общие понятия. Длина, мощность и скорость кода. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова—Гилберта. Линейные коды. Порождающая матрица. Кодирование. Систематические коды. Проверочная матрица. Синдромное декодирование. Расстояние линейного кода.

#### 12. Свёрточные коды

Структура свёрточного кодера. Образующие полиномы. Решётчатая диаграмма. Декодирование свёрточных кодов. Алгоритм Витерби. Турбокод.

#### 13. Циклические коды

Алгебраические методы построения циклических кодов. Порождающий многочлен.

#### 14. Коды с низкой плотностью проверок на чётность (LDPC)

Порождающая и проверочная матрицы. Классификация кодов LDPC. Построение матриц кодов LDPC. Циклы. Коды Галлагера. Коды МакКея. Коды повторения накопления. Примеры использования в стандартах DVB. Методы декодирования кодов LDPC.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Введение в тестирование и верификацию программно-аппаратных комплексов**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является формирование у слушателей понимание основных техник тестирования программного обеспечения а также верификации систем на кристалле.

#### **Задачи дисциплины:**

- понимания определений “тестирование программного обеспечения” и “верификация систем на кристалле”;
- понимания составляющих компонент профессий инженера по тестированию ПО и инженера по верификации систем на кристалле;
- владения основными техниками и видами тестирования и верификации систем на кристалле;
- работы с требованиями на компоненты программно-аппаратных комплексов, составления тест-планов, проведения тестирования и процедур верификации, а также документирования результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные обязанности инженера по тестированию ПО и верификации систем на кристалле;
- базовые техники тестирования и верификации;
- способы документирования выявленных дефектов.

##### **уметь:**

- создавать тестовые сценарии на основании требований на различные компоненты программно-аппаратного комплекса;
- выбирать необходимые техники тестирования и верификации в зависимости от поставленной задачи;

- документировать результаты выполнения тестов с целью воспроизводимости полученных результатов.

**владеть:**

- основными техниками тестирования и верификации ПО;
- подходами к документированию результатов тестирования и верификации ПО;
- способами работы с требованиями и написания тестовых сценариев.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в профессию инженера-тестировщика

Определение профессии «инженера-тестировщика»

История профессии

Маршрут проектирования и фазы разработки СнК (pre-Selicon, Post-selicon)

Роль и важность верификации и валидации

Shift-left подход

2. Виды тестирования

Виды тестирования по объекту тестирования: функциональное, производительности, конфигурационное, интерфейса, Security/Compliance

Тестирование по степени изолированности: продукта в целом, модулей/компонент, тестирование классов, тестирование функций, системное тестирование, end-to-end тестирование, интеграционное тестирование, модульное тестирование

Тестирование по знаниям об устройстве: black-box, white box, grey box

Уровни верификации

Функциональная верификация

Формальная верификация

Co-Sim

3. Документация и тест-кейсы

Степень подготовленности требований

Степень документированности тестирования

Критерии оценки требований

Чек-лист для проверки документации

Форматы тест-кейсов: без документации, чек-листы, lean тес-кейсы, обычные тест-кейсы

Содержание тест-кейса

Понятие severity и priority

Подготовка плана верификации (верификации, валидации)

4. Техники тестирования

Позитивное и негативное тестирование

Классы эквивалентности и анализ граничных значений

Таблица решений

Предугадывание ошибок

Правила оформления дефектов

5. Метрики тестирования

Подходы к оценке качества программного продукта

Traceability матрица

Понятия run rate, pass rate

Способы отслеживания тестирования

Дополнительные метрики

6. Техники верификации систем на кристалле

Создание тестовых планов на заранее подготовленных IP

Подходы к верификации IP-модуля

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Вычислительная математика**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать у студентов систематическое представление о:

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

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

## Темы и разделы курса:

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

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

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

Численные методы решения линейных уравнений в частных производных параболического типа.

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

3. Методы численного решения уравнений и систем нелинейных уравнений

Локализация корней. Принцип сжимающих отображений. Метод простых итераций.

Условие сходимости метода простых итераций. Метод Ньютона.

Порядок сходимости и условия достижения заданной точности итерационных методов.

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

4. Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений

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

5. Предмет вычислительной математики

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

6. Приближение функций, заданных на дискретном множестве

Задача алгебраической интерполяции. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома.



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

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

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

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

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

Методы построения аппроксимирующих разностных уравнений для уравнений в частных производных.

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

Принцип максимума, спектральный признак устойчивости, принцип замороженных коэффициентов.

8. Решение систем линейных алгебраических уравнений

Нормы в конечномерных пространствах. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.

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

Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций.

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

\*Каноническая форма записи двухслойного итерационного метода.

\*Чебышёвские итерационные методы. \*Метод сопряженных градиентов.

\*Проблема поиска собственных значений матрицы. \*Степенной метод.

\*Метод вращений для поиска собственных значений самосопряженной матрицы.

Переопределенные системы линейных алгебраических уравнений.

9. Численное дифференцирование

Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности.

10. Численное интегрирование

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

Методы вычисления несобственных интегралов.

## 11. Численное решение краевых задач для ОДУ

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

## 12. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

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

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

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

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

## 14. Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа

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

## 15. Понятие о пакете OpenFoam

Решение типовых задач в пакете OpenFoam

## 16. Анализ сигналов

Основные вычислительные методы анализа сигналов. Вейвлеты.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Гармонический анализ**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

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

**уметь:**

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

-исследовать полноту систем в функциональных пространствах;

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

-представлять функции интегралом Фурье; выполнять преобразования Фурье;

-оперировать с обобщенными функциями.

**владеть:**

-мышлением, методами доказательств математических утверждений;

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

-навыками применения изученной теории в математических и физических приложениях;

-умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций.

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

2. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических.

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

3. Метрические и линейные нормированные пространства.

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

#### 4. Бесконечномерные евклидовы пространства.

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

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

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

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

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

Выражение бета-функции через гамма-функцию.

#### 7. Интеграл Фурье.

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

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

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

#### 9. Преобразование Фурье обобщенных функций.

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Дискретные преобразования сигналов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теории и методов анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов;
- освоение практических навыков по проектированию цифровых систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области цифровых сигналов и систем уже на ранней стадии обучения (предложение базовых кафедр ФРТК);
- приобретение теоретических знаний по методам представления сигналов в системах с дискретным временем;
- приобретение навыков решения практических задач цифровой обработки сигналов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- знать теоретические основы дискретных преобразований сигналов, процессов получения дискретных сигналов.

##### **уметь:**

- интерпретировать результаты преобразований над сигналами в целях спектрального анализа;
- применять дискретные преобразования сигналов для анализа линейных дискретных систем и интерполяции сигналов.

##### **владеть:**

- навыками самостоятельной работы в избранном научно-техническом направлении.
- культурой постановки и моделирования задач цифровой фильтрации и спектрального анализа сигналов в пакете программ MATLAB;

- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- навыками освоения большого объема информации.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Классификация сигналов, понятия дискретизации и квантования

Классификация сигналов. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Понятия дискретизации и квантования. АЦП и шум квантования.

#### 2. Преобразование Фурье, спектры импульсных и периодических сигналов

Преобразование Фурье, его свойства. Спектры периодических и импульсных сигналов.

#### 3. Дискретизация аналоговых сигналов

Дискретизация аналоговых сигналов. Спектр дискретизованного сигнала. Теорема Котельникова. Эффект наложения спектров. Выбор частоты дискретизации.

#### 4. Дискретное во времени преобразование Фурье

Оценка спектра дискретизованного сигнала по последовательности его отсчетов. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ): формы записи, свойства, сходимость к непрерывной функции для абсолютно суммируемых последовательностей отсчетов. ДВПФ последовательности отсчетов гармонического сигнала и отрезка гармонического сигнала.

#### 5. Дискретное преобразование Фурье

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ): формы записи, свойства, области применения (периодические сигналы и сигналы конечной длительности). Связь ДПФ и ДВПФ для периодических последовательностей, пример для отсчетов гармонического сигнала. Связь ДПФ и ДВПФ для последовательностей конечной длительности, интерполяция ДВПФ путем добавления нулевых отсчетов в сигнал. Частотная ось ДПФ, связь с частотами в спектрах аналогового и дискретного сигналов.

#### 6. Линейные дискретные системы

Линейные дискретные системы (ЛДС). Принцип суперпозиции. Стационарные системы. Частотная и импульсная характеристики ЛДС. Физическая реализуемость. Устойчивость. Свойства стационарных ЛДС. Явление Гиббса и идеальный фильтр нижних частот.

#### 7. Алгоритм быстрого преобразования Фурье

Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Разбиение  $N$  - точечного множества на два  $N/2$  - точечного множества при вычислении ДПФ. БПФ с составным основанием и с основанием 2. Применение БПФ для вычисления дискретной свертки (циклической и линейной) и отклика линейной дискретной системы.

#### 8. Эффект растекания спектральных компонент

Эффект растекания спектральных компонент. Окна в спектральном анализе, основные окна: прямоугольное, треугольное, Ханна, Хемминга, Блэкмана. Влияние ширины главного лепестка и максимального уровня боковых лепестков на результат спектрального анализа отрезка гармонического сигнала.

#### 9. Интерполяция и прореживание сигнала

Интерполяция периодического сигнала с ограниченной спектральной полосой с помощью ДПФ. Прореживание сигнала и эффект наложения.

#### 10. Представление сигналов ортогональными рядами

Представление сигналов ортогональными рядами. Полные ортонормированные системы. Обобщённые ряды Фурье. ДПФ как ряд Фурье по системе дискретных экспоненциальных функций.

#### 11. Дискретизация в частотной области

Дискретизация в частотной области, дискретизация энергетического спектра, база сигнала, интерполяционная формула Котельникова в частотной области.

#### 12. Кратковременное дискретное преобразование Фурье

Кратковременное дискретное преобразование Фурье (STFT). Спектрограмма. Разрешение STFT по времени и по частоте, выбор оконных функций.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Дискретные случайные процессы

#### Цель дисциплины:

- ознакомление с основными положениями теории дискретных случайных процессов.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области случайных процессов с дискретным временем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия теории меры и теории интегрирования по Лебегу;
- аксиоматику теории вероятностей по Колмогорову;
- определение основных видов дискретных случайных процессов;
- основные свойства дискретных случайных процессов.

##### уметь:

- приводить классические примеры случайных процессов;
- составлять математическую модель для конкретной прикладной задачи;
- пользоваться своими знаниями для решения практических задач с помощью их вероятностной модели.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и использования информации из баз знаний в Интернет;
- культурой постановки и решения задач по теории дискретных случайных процессов;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

## Темы и разделы курса:

### 1. Колмогоровские модели

Общее понятие пространства как множества, с которым связана в контексте рассуждения некоторая структура; структура же как система вспомогательных множеств (или множеств и функций), связанных с исходным множеством.

Понятие так называемого «измеримого» пространства как заданном сигма-алгеброй на «единице» этой алгебры, где «единица» совпадает, как множество, с этим пространством.

\*Моделирование (булевой) системы событий как синтаксической структуры (текстовые описания событий, например из статистических исследований) и как теоретико-множественной структуры.

(Напоминание) Основные свойства вещественных и комплексных линейных пространств, свойства вещественного и комплексного (эрмитова) скалярных произведений в соответственных линейных пространствах; примеры координатных пространств и пространств непрерывных функций с такими произведениями.

Определения свойства измеримости как для функции с числовыми значениями, определенной на измеримом пространстве общего вида (заданном сигма-алгеброй на области определения этой функции), так и для функций (отображений), определенных на тех же пространствах со значениями снова в измеримых пространствах (тех же или других). Понятие измеримости по Борелю (она же борелевость) функций из многомерного анализа. Достаточность свойства непрерывности для свойства борелевости отображения (т.е. его измеримости по Борелю).

Определения сигма-алгебры, порожденной системой подмножеств заданной «единицы» сигма-алгебры в терминах минимальности. \*Конструкция процесса порождения сигма-алгебры с помощью трансфинитной индукции.

Связь системы подмножеств «единицы» сигма-алгебры с индикаторными функциями этих подмножеств. Связь некоторых операций над множествами с операциями над индикаторными функциями этих множеств (произведение нескольких функций, их минимум, их максимум, «(остатки) суммы по модулю 2», разность большей и меньшей).

Определение («тензорного») произведения сигма-алгебр на декартовом произведении «единиц» этих алгебр: конечное число множителей, счетное число множителей.

Общее понятие меры как функции, областью определения которой служит система множеств (функция «переменного множества»  $dx$ ).

Понятие меры, называемой «плотность множеств натуральных чисел», заданной на некоторой системе подмножеств множества натуральных чисел, и её роль в теории вероятностей как простейшая модель вероятности событий; неудовлетворительность максимальной области определения.

Понятие образа меры при измеримом отображении одного измеримого пространства в другое как композиция меры с операцией взятия полного прообраза множества.

Классические геометрические модели вероятностных пространств, где

- а) элементарные события --- точки евклидова пространства некоторой размерности  $n$ ,
- б) события --- борелевские подмножества в том пространстве,
- в) вероятности событий вычисляются либо с помощью интеграла от измеримой по Борелю «весовой» функции («плотности» как функции) по подмножеству, играющему роль достоверного события, относительно меры объема (Лебега), рассматриваемой либо во всем  $n$ -мерном пространстве, либо порожденной как (поверхностная) мера объема в фиксированном аффинно-евклидовом подпространстве исходного  $n$ -мерного пространства.

Лебегова схема интегрирования измеримых вещественно и комплексно-значных функций

- по измеримому пространству с неотрицательной мерой и а) конечной мерой «единицы»,
- б) в общем случае, включая меру Лебега («объем») во всем многомерном евклидовом пространстве.

Напоминание: колмогоровская схема определения случайной величины (вещественной или векторной, в том числе комплексной) как измеримой функции на вероятностном пространстве.

Математические ожидания вещественных или комплексных случайных величин как их интегралы по вероятностным пространствам; дисперсии и характеристические функции вещественных случайных величин как интегралы по тем же вероятностным пространствам. Средние значения, матрицы ковариаций и характеристические функции упорядоченных конечных наборов вещественных случайных величин (= «случайных векторов» = «векторных случайных величин») на общем вероятностном пространстве как интегралы по тому же вероятностному пространству.

Напоминания: евклидова норма (длина) вектора как корень из скалярного квадрата; различные нормы непрерывной функции на отрезке: как интеграл её модуля, как корень из интеграла от квадрата модуля, как сумма квадратов коэффициентов Фурье; неравенство треугольника для норм, второе неравенство треугольника; неравенство (Коши-Буняковского) между квадратом модуля скалярного произведения двух векторов и произведением квадратов длин этих векторов.

Эквивалентность функций, выражающих случайные величины, в терминах совпадения почти наверное. Гильбертово пространство всех классов эквивалентности измеримых функций с интегрируемым квадратом модуля по неотрицательной мере.

Равномерное распределение на отрезке или ином множестве (постоянная «весовая» функция «плотности») в многомерном пространстве.

Напоминание: определения функций распределения, непрерывных слева и непрерывных справа, их основные свойства.

Гауссовские плотности (нормальных распределений на (аффинно-) евклидовых (под)пространствах). \*Отсутствие «весовой» борелевской плотности положительной размерности для дираковского распределения, сосредоточенного в точке.

Формулы для меры распределения вещественной случайной величины в разных случаях: с помощью функции распределения, с помощью плотности распределения (если она существует), характеристической функцией, наконец, как образ той вероятностной меры,

которая задана на вероятностном пространстве, служащем в --- колмогоровской схеме случайной величины как функции --- областью определения измеримой функции, выражающей случайную величину.

Задание меры распределения многомерной («векторной») случайной величины в разных случаях: а) с помощью плотности распределения (если она существует),

б) характеристической функцией, в) наконец, как образ той вероятностной меры, которая задана на вероятностном пространстве, служащем --- в колмогоровской схеме случайной величины как функции --- областью определения измеримой функции, выражающей случайную величину; \*г) многомерной функцией распределения.

Общий вид характеристической функции многомерного гауссовского распределения.

Описание борелевской меры  $n$ -мерного гауссовского распределения по его характеристической функции.

Случайная функция в узком смысле как индексированная система случайных величин

$\xi = \{\xi_j : j \in M\}$ , заданных на общем для всех них вероятностном пространстве, или как функция, определенная на множестве  $M$  значений индекса, и принимающая значения в множестве случайных величин, заданных на общем для всех них вероятностном пространстве.

Случайный процесс в узком смысле как такая случайная функция в узком смысле, для которой множество индексов является подмножеством в множестве вещественных чисел.

Система конечномерных распределений случайной функции в узком смысле в терминах образов мер.

Согласованность индексированной системы конечномерных распределений как согласованность пар её больших и меньших конечных подсистем в терминах образов мер.

Случайная вещественная функция на множестве  $M$  числовой оси (она же случайный процесс с множеством моментов времени  $M$ ) в широком смысле как индексированная конечными строго возрастающими наборами точек из  $M$  без повторений согласованная система конечномерных распределений.

Случайная комплексная функция как пара вещественных случайных функций.

Теорема Колмогорова о реализации случайного процесса в широком смысле с множеством  $M$  моментов времени с помощью процесса в узком смысле с тем же множеством  $M$  в качестве множества значений индекса.

## 2. Стационарность

Дискретный случайный процесс (в узком или широком смысле) как случайный процесс, для которого множество  $M$  дискретно.

Пример счетной согласованной системы распределений «стандартный гауссовский белый шум», когда для каждого конечного возрастающего набора из  $n$  целочисленных индексов соответствующе  $n$ -мерное распределение является гауссовским с нулевым средним и единичной матрицей ковариации.

Стационарный в узком смысле дискретный случайный процесс (с множеством натуральных чисел в качестве множества значений индекса): общее определение, пример с независимыми одинаково распределенными значениями процесса.

Сохраняющее меру измеримое преобразование вероятностного пространства: общее определение, примеры: а) сохраняющего меру измеримого преобразования вероятностного пространства, б) не сохраняющего меру измеримого преобразования вероятностного пространства.

Построение стационарного в узком смысле дискретного случайного процесса (с множеством натуральных чисел в качестве множества значений индекса) с помощью случайной величины как измеримой функции на вероятностном пространстве и сохраняющего меру преобразования этого вероятностного пространства; назовем таким образом построенный процесс стандартным стационарным в узком смысле дискретным случайным процессом; совпадение распределений произвольного стационарного в узком смысле дискретного случайного процесса (с множеством натуральных чисел в качестве множества значений индекса) с распределением одного из стандартных (формулировка).

Теорема Пуанкаре о возвратности для сохраняющих меру преобразований.

Стационарные в широком смысле случайные последовательности (с комплексными значениями, целочисленными индексами и конечными абсолютными вторыми моментами). Примеры таких процессов (одномерный пример (когда все случайные значения процесса пропорциональны друг другу) периодической последовательности; конечномерный пример «почти» периодической последовательности; условие на коэффициенты для бесконечномерной почти периодической последовательности; стандартный гауссовский белый шум). Ковариационная и корреляционная функции для таких процессов, определения и примеры для периодической «одномерной» последовательности, почти периодической, белого шума, скользящего среднего конечного порядка, авторегрессии.

Полнота (гильбертовость) множества случайных величин с конечным абсолютным вторым моментом и нулевым средним.

Вывод свойств:  $0 \leq R(0)$ ,  $|R(n)| \leq R(0)$ ,  $(R(n))^* = R(-n)$ .

Спектральная функция, спектральная плотность, неотрицательная спектральная (структурная) мера: определения, примеры, обозначения вида

$$m\xi(d\lambda) = dF\xi(\lambda) = F\xi(d\lambda) = f(\lambda)d\lambda.$$

Обоснование понятия «белый шум» в терминах спектральной плотности.

Теорема Герглотца (формулировка).

Ортогональные меры со значениями в гильбертовом пространстве.

(«Стохастические») интегралы от непрерывных  $2\pi$ -периодических функций по ортогональной борелевской мере на  $(-\pi, \pi]$ .

Спектральное представление «интегралом Фурье» по ортогональной мере для стационарных в широком смысле случайных последовательностей с нулевым средним.

Примеры ортогональных мер  $Z\xi$  для перечисленных выше типов ковариационных функций  $R\xi$ , спектральная плотность для смешанной модели авторегрессии и скользящего среднего конечных порядков.

Связь значений ортогональной меры  $Z\xi$  и её структурной неотрицательной меры  $m\xi$ .

Связь структурных мер  $m\xi$  и  $m\eta$  в случае тождества  $Z\eta(d\lambda) = g(\lambda)Z\xi(d\lambda)$  с произвольной непрерывной на отрезке  $[-\pi, \pi]$  функцией  $g$ .

Аналог закона больших чисел --- пределы средних арифметических значений процесса и его ковариационной функции, выраженные через значения спектральных мер (структурной и ортогональной) на одноточечном множестве  $\{0\}$ .

Статистическое оценивание среднего, ковариационной функции (в гауссовском случае) и спектральной плотности --- несмещенные, состоятельные и асимптотически несмещенные оценки, периодограмма в разных видах и её сглаживания (свёртками).

Сингулярные и регулярные процессы. Разложение на регулярную и сингулярную части.

Равносильность регулярности и свойства быть процессом скользящего среднего, обновляющий белый шум.

Разложение Вольда.

Оптимальное оценивание «по прошлому»: точность для сингулярного процесса.

Постановка задач экстраполяции, интерполяции и фильтрации стационарных сигналов и примеры решений.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Дискретный анализ**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Алгебра логики.

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

2. Множества и логика.

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

3. Математические определения, утверждения и доказательства.

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

4. Графы

Графы I. Неориентированные графы.



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

Графы II. Деревья.

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

5. Двудольные графы, паросочетания и функции.

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

6. Комбинаторика

Комбинаторика I. Правила суммы и произведения.

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

Комбинаторика II. Биномиальные коэффициенты.

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

### Комбинаторика III. Формула включений-исключений.

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

#### 7. Бинарные отношения. Отношения эквивалентности.

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

#### 8. Ориентированные графы и отношения порядка.

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

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

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

#### 9. Булевы функции.

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

#### 10. Производящие функции.

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

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Дифференциальные уравнения

#### Цель дисциплины:

ознакомление слушателей с основами дифференциальных уравнений и подготовка к изучению других математических курсов – теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, оптимизации и оптимального управления, функционального анализа и др.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических навыков в области решения простейших дифференциальных уравнений, линейных дифференциальных уравнений и систем, задач вариационного исчисления, исследования задач Коши, исследовании особых решений, построения и исследования фазовых траекторий автономных систем, нахождения первых интегралов и решения с их помощью нелинейных систем и уравнений в частных производных, решения линейных уравнений и систем с переменными коэффициентами;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов дифференциальных уравнений в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

Простейшие типы дифференциальных уравнений, методы понижения порядка дифференциальных уравнений.

Основные формулы общего и частного решения линейных систем и уравнений с постоянными коэффициентами, определение и свойства матричной экспоненты.

Условия существования и единственности решения задачи Коши для нормальных систем дифференциальных уравнений и для уравнения  $n$ -го порядка в нормальном виде, характер зависимости решений от начальных условий. Понятие особого решения.

Постановку задач вариационного исчисления.

Основные понятия и свойства фазовых траекторий автономных систем, классификацию положений равновесия линейных автономных систем второго порядка.

Понятие первого интеграла нелинейных систем дифференциальных уравнений, их применение для решений уравнений в частных производных первого порядка, условия существования и единственности решения задачи Коши для уравнения в частных производных первого порядка.

Структуру общего решения линейных систем с переменными коэффициентами, свойства определителя Вронского, формулу Лиувилля-Остроградского. Свойства нулей решений дифференциальных уравнений второго порядка (теорема Штурма).

#### **уметь:**

Решать простейшие дифференциальные уравнения, применять методы понижения порядка.

Решать линейные уравнения и системы с постоянными коэффициентами, применять матричную экспоненту к решению систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

Исследовать задачу Коши. Находить особые решения уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной.

Исследовать различные задачи вариационного исчисления.

Находить положения равновесия, строить линеаризованные системы в окрестности положений равновесия, определять тип положения равновесия и строить фазовые траектории линейных систем второго порядка.

Находить первые интегралы систем дифференциальных уравнений, применять их для решения простейших нелинейных систем. Решать линейные уравнения в частных производных первого порядка.

Применять формулу Лиувилля-Остроградского и метод вариации постоянных для решения уравнений второго порядка с переменными коэффициентами. Исследовать свойства решений дифференциальных уравнений второго порядка с помощью теоремы Штурма.

#### **владеть:**

Логическим мышлением, методами доказательств математических утверждений.

Навыками решения и исследования дифференциальных уравнений и систем в математических и физических приложениях.

Умением пользоваться необходимой литературой.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Простейшие типы дифференциальных уравнений

Основные понятия. Простейшие типы уравнений первого порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Метод введения параметра для уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Методы понижения порядка

дифференциальных уравнений. Использование однопараметрических групп преобразований для понижения порядка дифференциальных уравнений.

## 2. Линейные дифференциальные уравнения и системы с постоянными коэффициентами

Формула общего решения линейного однородного уравнения  $n$ -го порядка. Отыскание решения линейного неоднородного в случае, когда правая часть уравнения является квазимногочленом. Уравнение Эйлера. Исследование краевых задач для линейного уравнения второго порядка (в частности, при наличии малого параметра при старшей производной). Формула общего решения линейной однородной системы уравнений в случае простых собственных значений матрицы коэффициентов системы. Теорема о приведении матрицы линейного преобразования к жордановой форме (без доказательства). Формула общего решения линейной однородной системы в случае кратных собственных значений матрицы коэффициентов системы. Отыскание решения линейной неоднородной системы в случае, когда свободные члены уравнений являются вектор-квазимногочленами. Матричная экспонента и ее использование для получения формулы общего решения и решения задачи Коши для линейных однородных и неоднородных систем. Преобразование Лапласа и его применение к решению линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

## 3. Элементы вариационного исчисления

Основные понятия. Простейшая задача вариационного исчисления. Задача со свободными концами; задача для функционалов, зависящих от нескольких неизвестных функций, и задача для функционалов, содержащих производные высших порядков. Изопериметрическая задача. Задача Лагранжа.

## 4. Исследование задачи Коши

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальных систем дифференциальных уравнений и для уравнения  $n$ -го порядка в нормальном виде. Теорема о продолжении решений нормальных систем. Характер зависимости решения задачи Коши от параметров и начальных данных: непрерывность, дифференцируемость. Задача Коши для уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Особые решения.

## 5. Автономные системы дифференциальных уравнений

Основные понятия и свойства фазовых траекторий. Классификация положений равновесия линейных автономных систем уравнений второго порядка. Характер поведения фазовых траекторий в окрестности положения равновесия автономных нелинейных систем уравнений второго порядка. Устойчивость и асимптотическая устойчивость положения равновесия автономной системы. Достаточные условия асимптотической устойчивости.

## 6. Первые интегралы и линейные однородные уравнения в частных производных первого порядка

Основные понятия и свойства фазовых траекторий. Классификация положений равновесия линейных автономных систем уравнений второго порядка. Характер поведения фазовых траекторий в окрестности положения равновесия автономных нелинейных систем уравнений второго порядка. Устойчивость и асимптотическая устойчивость положения равновесия автономной системы. Достаточные условия асимптотической устойчивости.

## 7. Линейные дифференциальные уравнения и линейные системы дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальных линейных систем уравнений и для уравнения  $n$ -го порядка в нормальном виде. Фундаментальная система и фундаментальная матрица решений линейной однородной системы уравнений. Структура общего решения линейной однородной и неоднородной системы уравнений. Определитель Вронского. Формула Лиувилля-Остроградского. Метод вариации постоянных для линейной неоднородной системы уравнений. Следствия для линейных уравнений  $n$ -го порядка. Теорема Штурма и следствия из нее.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Дополнительные главы теории вероятностей и основы математической статистики**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ современной теории вероятностей и теории мартингалов, знакомство с теоретическими основами и методами математического описания стохастических динамических систем, изучение методов оценивания состояния динамических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство студентов с аксиоматическими основами современной теории вероятностей и методами математической статистики;
- освоение студентами базовых знаний в области теории меры и интеграла Лебега;
- приобретение теоретических знаний в области стохастического анализа;
- изучение методов конструктивного математического моделирования случайных процессов;
- освоение методов оценивания случайных процессов с использованием методов теории фильтрации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- аксиоматику современной теории вероятностей;
- методы оценивания параметров вероятностных распределений;
- построение доверительных интервалов;
- статистические выводы, проверка гипотез;
- линейная и полиномиальная регрессия;
- понятие измеримой функции (случайной величины) и виды сходимости их последовательностей;
- основы теории меры и интеграла Лебега;
- теоремы о предельном переходе под знаком интеграла Лебега;
- условные математические ожидания и их свойства;



- основные понятия теории мартигалов,
- методы фильтрации для линейных моделей случайных процессов.

**уметь:**

- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- алгоритмизировать процесс построения математической модели явления;
- делать качественные выводы по результатам математического моделирования;
- получать наилучшие оценки изучаемых параметров и правильно оценивать степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа вероятностных процессов.

**Темы и разделы курса:**

1. Аксиоматика теории вероятностей

Вероятностные модели с конечным и счетным числом исходов. Основные понятия элементарной теории вероятностей. Сигма-алгебры и измеримые пространства. Вероятностные пространства. Основы теории меры.

2. Методы построения вероятностных моделей на основе статистической теории оценивания и проверки гипотез

Методы статистического вывода, построение доверительных интервалов, проверка гипотез.

3. Измеримые функции (случайные величины) и виды сходимости их последовательностей. Интеграл Лебега и его свойства

Измеримые функции. Виды сходимости их последовательностей. Конструкция интеграла Лебега. Абсолютная непрерывность мер. Теорема Радона-Никодима. Замена переменных в интеграле Лебега. Теорема Фубини.

4. Теоремы о предельном переходе под знаком интеграла Лебега

Теорема о монотонной сходимости. Лемма Фату. Теорема о сходимости мажорируемой последовательности. Равномерная интегрируемость. Необходимые и достаточные условия для предельного перехода под знаком интеграла Лебега.

5. Условные математические ожидания и их свойства

Условные математические ожидания и условные вероятности. Определения. Основные свойства.

#### 6. Теория мартингалов

Определения. Неравенства для мартингалов. Сходимость полумартингалов. Моменты остановки, сохранение мартингального свойства

#### 7. Фильтр Калмана (дискретное время)

Определение фильтра Калмана. Формула дискретного фильтра Калмана.

Прогнозирование случайного процесса.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Защита информации**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам представление о фундаментальных принципах построения систем защиты информации.

#### **Задачи дисциплины:**

- выработать у студентов представление о защите информации как о точной науке, основанной на Шенноновской теории информации;
- дать представление о существующих криптографических примитивах и протоколах, а также их современных реализациях (российских и международных стандартов);
- дать представление о применении теории групп и теории конечных полей в криптографии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общие принципы организации защиты информации;
- основы классической криптографии с секретным ключом;
- основы криптографии на открытых ключах;
- современные криптографические примитивы, математические основы их работы;
- простейшие, классические и современные криптографические протоколы, в том числе протоколы аутентификации и авторизации;
- основы криптоанализа примитивов и протоколов.

##### **уметь:**

- анализировать соответствие степени защищённости криптографических примитивов современному уровню развития криптоанализа;
- выбирать подходящие криптографические примитивы и протоколы для использования в информационных системах и процессах организации.

## **владеть:**

- простейшими методами оценки надёжности информационных систем с использованием криптографических средств;
- навыками совместного выполнения проектов.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Информация как предмет защиты

Основные определения курса «защита информации». Теоретические основы, введение в работы Шеннона по защите информации. Использование математического аппарата теории информации в качестве теоретического базиса защиты информации. Понятие об абсолютно защищённых системах. Краткий исторический обзор.

### 2. Защита от угрозы нарушения конфиденциальности информации

Блочные и потоковые шифры. Генераторы криптографически стойких псевдослучайных последовательностей.

### 3. Аутентификации сообщений и идентификации сторон

Протоколы распространения ключей.

### 4. Криптография на открытых ключах

Обеспечение конфиденциальности и целостности информации с использованием криптосистем RSA, El Gamal и криптосистем на основе эллиптических кривых. Гомоморфное шифрование.

### 5. Обеспечение целостности

Криптографически стойкие хэш-функции. Государственный стандарт «СТРИБОГ». Семейство хэш-функций SHA.

### 6. Квантовая и постквантовая криптография

Квантовые алгоритмы распространения ключа. Постквантовая криптография.

### 7. Протоколы безопасного обмена данными

Протоколы Kerberos, TLS, IPsec.

### 8. Проектирование систем защиты информации

Нормативно-правовое регулирование разработки СЗИ и СКЗИ в РФ, международные стандарты. Подходы к формированию модели угроз и модели нарушителя. Подходы к формированию мер противодействия нарушителю.

### 9. Понятие о компьютерной безопасности

Уязвимости информационных систем и методы защиты от них. Примеры информационных компонентов и систем, направленных на выполнение целей по защите информации.

Методы поиска уязвимостей и их устранение Цикл безопасной разработки. Управление рисками.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Имитационное моделирование технических систем**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ создания комплексной модели технических объектов, работы с базой данных сигналов. Обучение студентов основам программирования библиотек функциональных блоков, позволяющим на основе простого интерфейса создавать модели сложных технических объектов.

#### **Задачи дисциплины:**

- фундаментальная подготовка студентов в области теории имитационного моделирования
- способность применять в своей профессиональной деятельности знания, полученные на стыке нескольких физических и математических дисциплин, включая: высшая математика, информатика, программирование, теория и системы управления.
- способность понимать сущность задач, поставленных в ходе своей профессиональной деятельности и использовать физико-математический аппарат для их описания и решения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные методы имитационного моделирования, средства автоматизации физических и технологических процессов, средства контроля, диагностики и проведения испытаний.

##### **уметь:**

- разрабатывать имитационные модели физических и технических устройств для решения научно-исследовательских задач
- ставить экспериментальные исследования с использованием инструментов динамического моделирования и проводить статистическую обработку полученных результатов.

##### **владеть:**

- навыками построение комплексных математических моделей.

- навыками программирования имитационных моделей в среде динамического программирования SimInTech.

### **Темы и разделы курса:**

1. Общие вопросы математического моделирования.

Модель и оригинал. Система. Системность. Модель как системное отражение оригинала. Прямое, косвенное и условное подобие модели оригиналу. Математические модели. Аксиоматическое и конструктивное определение математических моделей. Уровни моделирования. Классификация математических моделей.

2. Имитационное моделирование.

Общие подходы. Моделирование стохастических процессов. Моделирование надежности систем.

3. Классификация прикладного программного обеспечения по целям использования Mathlab, Maple, Simintech.

Сравнительный анализ основного функционала данных продуктов в рамках создания математических моделей. Преимущества и недостатки каждого из видов ПО.

4. Программная среда Simintech как отечественная альтернатива Mathlab.

Опыт использования данного ПО на отечественных предприятиях. Разбор внедренных технических решений в космической, атомной отрасли и самолетостроении, и др.

5. Термины, определения языка программирования математических моделей Simintech.

Назначение языка Simintech. Основные алгоритмы в языке Simintech.

6. Общие сведения о языке программирования Simintech.

Базы данных, примеры встроенных моделей (теплогидравлика, кинетика нейтронов в основе ядерной физики, динамические и линейные структуры, обработка сигналов и др.)

7. Функции и процедуры языка программирования.

Создание блоков и библиотек. Применяемые функции и процедуры.

8. Определение «решателя».

Интеграционные возможности. Какие математические модели возможно решать с помощью данной среды. Методика использования инструментов и их применение в моделировании.

9. Библиотека блоков моделирования.

Знакомство с основными видами блоков. Расчет установившегося режима (схем электрики, схем теплогидравлики). Основные применяемые термины и типовые алгоритмы языка программирования.

10. Принципы формирования расчетной схемы для моделирования технических систем.

Изучение принципов формирования расчетной схемы для моделирования технических систем. Определение комплексной модели.

#### 11. Создания моделей сложных объектов.

Принцип «от простого к сложному». Переход от встроенных библиотек к написанию собственной библиотеки. Применение языка программирования С для отладки алгоритмов управления.

#### 12. Создание комплексной модели.

Принципы отладки сложных моделей. Работа с комплексной моделью. Понятие о типовых блоках управления оборудованием.

#### 13. Векторизованная обработка сигналов.

Отображение расчетных параметров моделей. Управление расчетным процессом.

#### 14. Принципы формирования видеокадров и мнемосхем.

Создание визуализационных блоков. Использование скриптового языка программирования.

#### 15. Библиотека блоков.

Базовые принципы работы с библиотекой блоков: создание нового блока, занесение нового блока в библиотеку. Создание пользовательских библиотек.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Имитационное моделирование**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам, обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация – электронные вычислительные машины), комплекс знаний и базовых принципов организации и функционирования цифровых блоков и ЭВМ в целом. Ознакомление слушателей с основами построения ЭВМ и подготовка к изучению других специальных дисциплин – Микропроцессорные системы, Прикладная схемотехника другое.

#### **Задачи дисциплины:**

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения ЭВМ;
- освоение обучаемыми базовых знаний в области систем управления ЭВМ;
- приобретение теоретических знаний об архитектуре ЭВМ;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы моделирования, применительно к широкому классу алгоритмов, систем, устройств и процессов;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных цифровых ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации компонент, модулей и составных частей проектируемых моделей;
- принципы реализации и эффективного использования вычислительных ресурсов, систем и средств моделирования.

##### **уметь:**

- Эффективно применять свои знания для решения задач проектирования моделей, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации отдельных компонент системы;
- практически реализовывать полученные навыки разработки имитационных моделей;
- формулировать задачи создания цифровых моделей, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

**владеть:**

- Умением выбрать вычислительные ресурсы, необходимые для построения цифровой модели, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения объектов моделирования и проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по построению и эксплуатации цифровых моделей и систем;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в моделирование систем

1.1. Введение. Цели и тематика курса.

1.2. Дискретная модель. Модель и окружающая среда, логическая и временная компоненты функций обработки.

1.3. Обобщенная структурная схема имитационной модели, разбиение на функциональные подсистемы.

2. Цифровые и аналоговые системы и приемы моделирования. Статистическое моделирование. Имитационная модель

2.1. Цифровые и аналоговые системы - режимы работы.

2.2. Свойства предметной области, диктующие особенности построения модели.

2.3. Преимущества и недостатки цифровых систем моделирования. Статистическое моделирование.

3. Структурирование данных. Структура информационных связей как основа моделирования.

3.1. Структурирование данных. Структура информационных связей как основа моделирования.

3.2. Статические параметры информационных процессов в модели.

3.3. Цикл моделирования.

4. YAML, XML, JSON, XSLT. Способы разметки, преобразования и эффективного хранения данных
  - 4.1. YAML, XML, JSON, XSLT как способ преобразования данных.
  - 4.2. Классический подход к организации данных.
  - 4.3. Способы разметки, преобразования и эффективного хранения данных.
5. Графы. Сети. Автоматы и формальные языки. Конечные автоматы. Сети Петри.
  - 5.1. Способы описания и задания автоматных алгоритмов.
  - 5.2. Графы. Сети. Сети Петри.
  - 5.3. Основные понятия теории автоматов.
6. Автономные и реверсивные автоматы. Полуавтоматы. Операции с автоматами. Построение автоматных моделей.
  - 6.1. Автономные и реверсивные автоматы. Обратимость и эквивалентность автоматов.
  - 6.2. Автономная реализация имитационной модели.
  - 6.3. Полуавтоматы. Операции с автоматами.
7. Случайные события и процессы в моделировании. Методы формирования псевдослучайных последовательностей. Модельное время.
  - 7.1. Реальное и модельное время. Реализация модельного времени.
  - 7.2. Методы формирования псевдослучайных последовательностей.
8. Базовые концепции и инструментальные системы имитационного моделирования. Виды моделей и специализация систем моделирования.
  - 8.1. Применение и модификации стандартных приемов моделирования.
  - 8.2. Виды моделей и специализация систем моделирования.
9. Прикладные аспекты имитационного моделирования
  - 9.1. Информационные процессы в модели. Стенды и аппаратно-программное моделирование.
  - 9.2. Преимущества агрегированной организации модели
  - 9.3. Влияние операционной системы на работу модели. Операционные системы реального времени (ОС РВ).
10. Моделирование с использованием универсальных и специализированных языков
  - 10.1. Специализированные языки моделирования
  - 10.2. Универсальные языки программирования и их использование при построении моделей.
  - 10.3. Технология многоуровневых, иерархических моделей

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Импульсные и цифровые устройства**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление с современными технологиями и получение навыков разработки, моделирования и отладки импульсных и цифровых устройств.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области разработки импульсных и цифровых устройств на основе программных логических интегральных схем (ПЛИС);
- приобретение теоретических знаний области методики проектирования, моделирования и анализа импульсных и цифровых устройств;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований и разработки импульсных и цифровых устройств на основе ПЛИС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные инструменты и технологии, составляющие понятие импульсных и цифровых устройств;
- основные технологические процессы, связанные с разработкой импульсных и цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС);
- современные проблемы проектирования импульсных и цифровых устройств на ПЛИС;
- основные методы оптимизации проектирования импульсных и цифровых устройств на ПЛИС;
- основы обеспечения качества и высокой скорости проектирования при разработке импульсных и цифровых устройств.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов моделирования и эксперимента;

- делать качественные выводы при переходе к предельным частотам сигналов синхронизации цифровых устройств;
- видеть в результатах моделирования соответствия и отличия от реальных процессов в импульсных и цифровых устройствах;
- осваивать новые методики описания связей элементов в электронных схемах цифровых устройств.

#### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и использования информации из баз знаний в Интернет;
- культурой постановки и проектирования задач по разработке импульсных и цифровых устройств;
- навыками использование современных инструментов проектирования импульсных и цифровых устройств;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Триггеры и счетчики импульсов на ПЛИС.

Элементная база современных импульсных и цифровых устройств (КМОП транзисторы, инвертор, буфер, ключ, переключатель). ПЛИС. Структура, генераторы произвольной логической функции, D-триггеры, T и E-буферы, блоки ввода/вывода, конфигурируемые логические блоки, глобальные буферы, слайсовая и блочная память, загрузка конфигурации. Триггеры ПЛИС (FDCE, FDPE, FDRE, FDSE, FJKE, FTE). Счетчики импульсов (CBmCE, CBmRE, реверсивный счетчик CBmLED, декадный счетчик, счетчик Джонсона, счетчик в коде Грея).

##### 2. Генераторы импульсов на ПЛИС

Составление схем модулей ПЛИС на VERILOG-e. Моделирование работы модулей в ISE симуляторе. Составление схемы устройства на ПЛИС со встроенными модулями.

##### 3. Аккумуляторные измерители частоты на ПЛИС

Цифровые генераторы импульсов. Синтезатор периода. Цифровые управляемые генераторы импульсов с заданными параметрами. Цифровые генераторы «пилы».

##### 4. Реализация арифметических операций на ПЛИС

Измерители длительности, периода и частоты импульсов. Аккумуляторные измерители частоты. Аккумулятор (накапливающий сумматор). Синтезатор частоты с декадно-кратным шагом.

Арифметические операции на ПЛИС. Представление чисел с фиксированной и плавающей точкой. Аппаратные средства ПЛИС для суммирования, вычитания, умножения и деления.

Умножение комплексных чисел. Регистр последовательного приближения. Извлечение квадратного и кубического корня.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Интеллектуальные технологии в информационной безопасности**

#### **Цель дисциплины:**

- Привить студентам навыки разработки методов генерации гипотез о риск-моделях веб-атак в высоко динамичных веб-системах;
- приобрести навыки анализа применимости нейро-нечеткого и байесовского подходов (объединение априорных и наблюдаемых данных) к синтезу интеллектуальных систем принятия решений по инцидентам информационной безопасности и разработке механизмов веб-программирования в Nadoop.

#### **Задачи дисциплины:**

- Введение в методологию интеллектуальных систем в информационной безопасности, освоение современных подходов и методов для анализа и синтеза систем информационной безопасности на основе интеллектуальных технологий;
- формирование у студентов практических навыков применения изученных методов и схем и аргументации при принятии решений по противодействию веб-атакам в условиях множественного выбора.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Методы анализа рисков и математические методы, используемые в интеллектуальных системах информационной безопасности;
- критерии защищённости объекта кибератаки;
- пределы применимости вероятностных подходов оценки риска атак.

##### **уметь:**

- На практике применять риск-модели и методы, учитывающие многомерность данных для идентификации параметров веб-атак, а также уметь извлекать знания в информационном противодействии;
- интерпретировать полученные результаты для построения сценариев, прогнозов;

- принимать решения с целью противодействия веб-инъекционным атакам и объяснением характера возникающих в информационно-коммуникационных системах инцидентов информационной безопасности.

**владеть:**

- Навыками создания подходов, методов и моделей анализа динамики процессов информационного противоборства различного характера;

- технологическими механизмами идентификации кибератак на основе интеллектуальных технологий в инфокоммуникационных системах различного назначения.

**Темы и разделы курса:**

1. Методология системного анализа риска нападения в информационно-коммуникационных технологиях. Концепция риска кибер-атаки

Исторические сведения о становлении научной дисциплины – системный анализ рисков инфокоммуникаций. Основные понятия информационной войны в Интернете.

Примеры программирования информационной войны в среде Matlab.

2. Примеры информационной войны. Формальная постановка исследовательской задачи

Характеристика особенностей сложных систем: уникальность, слабая структурированность

теоретических и фактических знаний о системах, композиционный характер

(мультипротокольность), неоднородность подсистем и элементов, случайность и

неопределенность факторов, действующих в системах, многокритериальность процессов

оценки (игры с конфликтующими интересами), большая размерность, непрерывность

переменных и немонотонность в динамике, субъективность в описании сложных систем.

Интегральные характеристики. Общие свойства.

Примеры программирования информационных мультипротокольных систем в среде Matlab.

3. Сравнительный анализ региональных особенностей рисков атак в мире (на примере развитых и развивающихся регионов мира)

Пределы применимости вероятностных подходов оценки риска атак. Полнота, инвариантность

случайной диаграммы риска атаки. Примеры программирования значения риска объекта



риска в Matlab.

#### 4. Критерии защищённости объекта кибер-атаки

Условие защищенности объекта риска. Оценка защищенности объекта риска. Примеры программирования алгоритма оценки защищенности объекта риска в Матлаб.

#### 5. Оценка рисков

Уточнённое условие защищённости объекта риска. Новые градации функций защиты.

Примеры программирования новых градаций функций защиты объекта риска в Матлаб.

#### 6. Методы анализа рисков и математические методы, используемые в интеллектуальных системах информационной безопасности

Оценка экстремальных рисков. Метрики для оценки рисков. Максимизация, экстремальные задачи, мультиэкстремальные задачи.

#### 7. Моделирование веб-атак

Класс моделей. Процесс идентификации в системно-ориентированном моделировании в облаке. Примеры программирования бот-атак в Matlab, Hadoop.

#### 8. Предварительный анализ текущего состояния: параметры цели

Моделирование этапов, постановка целей, построение информационной структурно-функциональной среды, построение логической среды СУБД. верификация.

Примеры программирования логических сред СУБД, в среде MATLAB, Hadoop.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Информатика сигналов и волн**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний о работе РЛС и принципов цифровой обработки сигналов для оптического и радио диапазона длин волн, а также принципов построения современных систем обнаружения.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных алгоритмов используемых при приеме сигналов;
- изучение методов выделения сигналов на фоне шумов и помех;
- изучение влияния окружающей среды на передачу сигналов в радио и оптическом диапазонах;
- обзор математических методов, используемых при цифровой обработке сигналов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные процессы необходимые для функционирования современных РЛС;
- математические методы и алгоритмы, используемые при приеме сигналов;
- основные виды сигналов, используемых в радиолокации и связи.

##### **уметь:**

- применять методы оптимальной обработки сигналов в различных ситуациях;
- применять алгоритмы цифровой обработки сигналов и расчета характеристик РЛС;
- оценивать и устранять влияние окружающей среды на сигналы РЛС и оптико-электронных средств.

##### **владеть:**

- основами математических методов цифровой обработки сигналов;

- принципами приема сигналов в современных РЛС;
- методами оптимальной обработки сигналов РЛС.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Обзор математических методов обработки непрерывных сигналов свойства преобразования Фурье

Обзор свойств преобразования Фурье (ПФ). Преобразование Фурье и линейные системы. Спектры некоторых неинтегрируемых функций. Спектры модулированных гармонических сигналов. Теоремы запаздывания, свертки и сдвига, равенство Парсеваля, соотношение неопределенности. Многомерное ПФ.

#### 2. Преобразование Фурье дискретных сигналов

Дискретизация и восстановление сигналов. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Двумерное ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.

#### 3. Обработка радиолокационных сигналов во временном и спектральном пространствах

Фильтровая и корреляционно-фильтровая обработки. Сжатие сигнала. Алгоритм быстрой свертки. Оконное ПФ как метод описания сигналов с изменяющимися спектрами. Вейвлеты. Идея кратномасштабного анализа. Правила построения семейств вейвлетов. Примеры вейвлетов Хаара, Добеши. Применения вейвлетов для анализа и обработки сигналов.

#### 4. Выделение сигнала на фоне помех

Цифровые селектирующие фильтры. Методы реализации цифровых фильтров. Оптимальные фильтры для выделения регулярных сигналов. Прием сигналов с неизвестными параметрами. Функция неопределенности сигнала по задержке и частоте.

#### 5. Основные виды сигналов, используемых в радиолокации и связи

Импульсные, ЛЧМ и ФКМ сигналы. Коды Баркера и М-последовательности. Составные (пачечные) сигналы. Их свойства. Факторы, влияющие на точность определения координат дальности и скорости.

#### 6. Рассеяние волн

Общая постановка задачи. Понятия матрицы рассеяния, сечения рассеяния эффективной площади рассеяния. Приближение Релея. Квазиоптическое приближение и представление о методах его уточнения. Представление сложных рассеивателей в виде совокупности независимых центров рассеяния (блестящих точек). Функция корреляции поля, рассеянного совокупностью некогерентных "блестящих точек".

#### 7. Распространение волн в неоднородных средах

Поглощение и рассеяние. Показатель преломления атмосферы. Рефракция и запаздывание сигнала в атмосфере. Изменение поляризации волн в ионосфере. Влияние атмосферной и ионосферной турбулентности

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Информатика**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основы дискретной математики;
- основы теории алгоритмов;
- свойства алгоритмов, проблемы алгоритмической сложности и алгоритмической неразрешимости;
- основы одного или нескольких алгоритмических языков программирования, общие характеристики языков программирования, идеологию объектно-ориентированного подхода;
- приемы разработки программ;
- общие понятия о структурах данных: стеки, очереди, списки, деревья, таблицы;
- основы архитектуры электронно-вычислительной машины (ЭВМ), представления информации в ЭВМ и архитектурные принципы повышения их производительности.

##### **уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Алгоритмические языки

Характеристика алгоритмических языков и их исполнителей. Понятие трансляции.

Понятие о формальных языках. Способы строгого описания формальных языков, понятие о метаязыках. Алфавит, синтаксис и семантика алгоритмического языка. Описание синтаксиса языка с помощью металингвистических формул и синтаксических диаграмм.

Языки программирования. Общие характеристики языков программирования. Алфавит, имена, служебные слова, стандартные имена, числа, текстовые константы, разделители. Препроцессор и комментарии.

Типы данных, их классификация. Переменные и константы. Скалярные типы данных и операции над ними. Старшинство операций, стандартные функции. Выражения и правила их вычисления. Оператор присваивания.

Файлы. Стандартные функции ввода-вывода.

Простые и сложные операторы. Пустой, составной, условный операторы. Оператор варианта. Оператор перехода.

Оператор цикла. Программирование рекуррентных соотношений.

Составные типы данных. Массивы.

Описание функций (процедур). Формальные и фактические параметры. Способы передачи параметров. Локализация имен. Побочные эффекты. Итерации и рекурсии.

Ссылочный тип данных. Методы выделения памяти: статический, динамический и автоматический. Структуры. Битовые поля. Объединения. Перечисления. Декларация typedef.

## 2. Алгоритмы и структуры данных

Абстрактные структуры данных: список, стек, очередь, очередь с приоритетом, ассоциативный массив. Отображение абстрактных структур данных на структуры хранения: массивы, линейные списки, деревья.

Различные реализации ассоциативного массива: двоичные деревья поиска (АВЛ-деревья, красно-чёрные деревья), перемешанные таблицы (с прямой и открытой адресацией, использование техники двойного хэширования при открытой адресации). Оценки алгоритмической сложности операций поиска, добавления и удаления элемента.

Классические алгоритмы: перебор с возвратом, жадные алгоритмы. Примеры алгоритмов работы с графами: поиск минимального остового дерева, поиск кратчайшего пути, задача коммивояжера.

## 3. Архитектура процессора

Архитектура системы команд X86. Способы задания операндов. Система команд как важная характеристика ЭВМ. Разнообразие систем команд в реальных ЭВМ (CISC, RISC и др.). Понятие цифрового конструирования и язык управления аппаратурой. Последовательная реализация X86. Основные принципы конвейеризации. Конвейерная реализация X86.

## 4. Введение в алгоритмы

Понятие внутренней и внешней сортировки. Устойчивая сортировка. Сортировка in-place. Сортировка простыми вставками, простым выбором, метод «пузырька». Шейкер сортировка. Метод Шелла. Быстрая сортировка Хоара. Сортировка слиянием. Пирамидальная сортировка. Оценка трудоемкости.

## 5. Введение в теорию алгоритмов

Интуитивное понятие алгоритма. Свойства алгоритмов. Понятие об исполнителе алгоритма. Алгоритм как преобразование слов из заданного алфавита. Связь понятия алгоритма с понятием функции. Машина Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова. Вычислимые функции и их свойства. Невычислимые функции. Различные эквивалентные определения множества вычислимых функций. Алгоритмическая сложность.

## 6. Введение. Структура ЭВМ

Уровни абстрактного представления ЭВМ, язык Ассемблера и машинные команды среди них. Элементы и контекст машинного представления информации. Трансляция и интерпретация программ и команд. Краткое описание устройств ЭВМ и схема их взаимодействия. Структура центрального процессора (ЦП). Регистры, арифметико-логическое устройство, устройство управления. Схема работы ЭВМ. Кэширование и иерархия устройств хранения. Оперативная память ЭВМ. Ячейки, адреса, машинные слова, разряды, биты. Двоичное представление информации в ЭВМ, причины выбора такого представления. Взаимодействие ЭВМ друг с другом. Одновременность и параллельность.

## 7. Иерархия памяти

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

#### 8. Машинное представление программ

Кодирование программ. Форматы данных. Обращение к данным. Арифметические и битовые операции. Команды управления. Процедуры. Массивы. Неоднородные конструкции данных. Указатели. Использование отладчика. Некорректные ссылки и переполнение буфера. 64-битное расширение IA-32. Программы с плавающей точкой.

#### 9. Оптимизация программ

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

#### 10. Представление информации в памяти ЭВМ

Двоичная система счисления. Шестнадцатеричная нотация. Слова и размеры данных. Представления целых чисел в форме с фиксированной точкой (представление беззнаковых чисел, представление знаковых чисел в прямом и дополнительном кодах). Особенности сложения и вычитания целых чисел. Флаги. Представление вещественных чисел в форме с плавающей точкой. Размещение числовых данных в памяти. Двоично-десятичные числа. Представление нечисловой информации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Информационная среда цифровых систем управления**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация - электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современном состоянии, принципах и проблемах построения современных цифровых систем управления, имеющих различное назначение и реализацию; познакомить со структурой информации и протоколами встраиваемых и бортовых вычислительных ресурсов и цифровых автоматов; познакомить слушателей с реализацией современных, методов проектирования компонент и блоков специализированных машин и подготовить к изучению других специальных дисциплин – Микропроцессорные системы, Архитектура специализированных вычислительных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения схмотехнических решений нижнего и среднего уровня, предназначенных для реализации цифровых систем управления;
- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области создания и использования компонент, блоков и типовых узлов специализированных вычислительных устройств цифровых систем управления;
- раскрытие сущности и значения задач специализации цифровых схем, их места в общей системе задач цифровых систем управления, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ проектной деятельности;
- формирования системного подхода в сфере проектирования специализированных вычислительных схем и привития инженерной культуры, умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы схмотехники, применительно к построению цифровых схем взаимосвязи с объектами управления;



- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных цифровых ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации компонент специализированных устройств;
- принципы реализации специализированных вычислительных ресурсов, автоматов управления и компьютерных схем.

**уметь:**

- эффективно применять свои знания для решения задач проектирования, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации цифровых узлов, блоков и отдельных схем;
- практически реализовывать полученные навыки разработки цифровых схем;
- формулировать задачи создания цифровых устройств, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

**владеть:**

- умением выбрать устройства и блоки, необходимые для построения цифровой системы, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения объектов проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по проектированию цифровых устройств, узлов, блоков и систем;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Системы управления, общая структурная схема, разбиение на функциональные подсистемы
  - 1.1. Введение. Цели и тематика курса.
  - 1.2. Дискретная модель взаимодействия технических средств с окружающей средой, логическая и временная компоненты функций обработки..
  - 1.3. Обобщенная структурная схема ЦСУ, разбиение на функциональные подсистемы.
2. Цифровые и аналоговые системы управления.
  - 2.1. Цифровые и аналоговые системы - режимы работы.

- 2.2. Свойства элементной базы, диктующие особенности построения систем управления.
- 2.3. Преимущества и недостатки цифровых систем управления.
  
3. Структура информационных связей в цифровой системе управления.
  - 3.1. Цикл управления – события цикла управления.
  - 3.2. Статические параметры информационных процессов в ЦСУ.
  - 3.3. Процедурная (временная) и функциональная (алгоритмическая) модели функционирования ЦСУ.
  
4. Реализация функций подсистем ЦСУ на универсальных ЭВМ, достоинства и недостатки асинхронной модели организации вычислений в ЦСУ.
  - 4.1. Принцип асинхронного управления вычислениями и периферийными устройствами.
  - 4.2. Классический подход к построению ЦСУ.
  - 4.3. Недостатки программного управления периферийными устройствами - измерительной и исполнительной подсистем ЦСУ.
  - 4.4. Аппаратная поддержка и аппаратная реализация ряда функций ЦСУ.
  
5. Понятие информационной среды (ИС) для ЦСУ.
  - 5.1. Возможность вынесения функций ввода и вывода в отдельные подсистемы.
  - 5.2. Режим активности подсистемы ввода-вывода в ЦСУ.
  - 5.3. Типы и режимы работы активных подсистем ввода-вывода в ЦСУ.
  
6. Асинхронная периферийная подсистема. Синхронная периферийная подсистема.
  - 6.1. Сохранение привычной - асинхронной модели организации вычислений.
  - 6.2. Автономная реализация асинхронной периферийной.
  - 6.3. Интерфейс асинхронной периферийной подсистемы.
  - 6.4. Синхронный подход к построению управлением периферией.
  - 6.5. Активная синхронная периферийная подсистема (АСПП).
  - 6.6. Свойство открытости ИС ЦСУ с АСПП в терминах возможности независимой модернизации измерительной, исполнительной и расчётной подсистем.
  
7. Архитектура вычислителей для ЦСУ с активными подсистемами ввода-вывода.

- 7.1. Реализация асинхронной активной подсистемы в однокристальных вычислителях и СНК.
- 7.2. Встроенные скоростные интерфейсы современных компьютеров и их использование для подключения АСПП.
- 7.3. Использование ПЛИС для реализации АСПП.
  
8. Цифровые интерфейсы подключения периферии в ЦСУ.
  - 8.1. Применение и модификации стандартных интерфейсов
  - 8.2. Цифровые интерфейсы для удалённого подключения периферии в ЦСУ с АСПП.
  - 8.3. Принцип организации синхронной работы стандартных первичных интерфейсов.
  - 8.4. Недостатки и преимущества стандартных первичных интерфейсов : SPI, I2C, UART для ЦСУ
  
9. Пакетная передача параметров между подсистемами ЦСУ.
  - 9.1. Информационные процессы в цифровых системах управления. Функциональные узлы управляющих ЭВМ, используемые для построения ЦСУ.
  - 9.2. Участие операционной системы в работе ЦСУ. Операционные системы реального времени (ОС РВ).
  - 9.3. Новые свойства ЦСУ при использовании АСПП. Масштабируемость ИС в ЦСУ с АСПП.
  - 9.4. Трансформация традиционных ЦСУ в ЦСУ с активными синхронными подсистемами ввода-вывода.
  - 9.5. Преимущества агрегированной организации системы
  
10. Технологические последствия перехода ЦСУ в синхронный режим.
  - 10.1. Технология перестроения многоуровневых, иерархических ЦСУ с АСПП.
  - 10.2. Работотехнические комплексы. Согласованное управление платформой и полезной нагрузкой.
  - 10.3. Построение ИС для автономных адаптивных ЦСУ..

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Испанский язык для общих целей**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

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

## Темы и разделы курса:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лексика: рассказ о каникулах. Городская инфраструктура.

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

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

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

Лексика: покупка одежды. Выражения аргументации при выборе подарка.

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

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

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

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

Грамматика: интенсификаторы *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: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Испанский язык**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

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

#### **уметь:**

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

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

**владеть:**

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

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

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

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Человек**

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

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

#### **2. Тема 2. Мой дом, моя семья**

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

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

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

### 3. Тема 3. Развлечения и хобби

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

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

### 4. Тема 4. Окружающий мир

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

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

### 5. Тема 5. Здоровый образ жизни

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

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

### 6. Тема 6. Путешествия

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

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

#### 7. Тема 7. Социальная жизнь

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

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

#### 8. Тема 8. Культура и язык

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

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

#### 9. Тема 1. Образование

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

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

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

#### 10. Тема 2. Креативность и творчество

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

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

#### 11. Тема 3. Жизненные ценности

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

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

#### 12. Тема 4. Экология и здоровье человека

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

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

#### 13. Тема 5. Академическая мобильность

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

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



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

#### 14. Тема 6. Работа

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

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

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

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

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

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

## 16. Тема 2. Золотой век испанского театра.

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

## 17. Тема 3. Удивительный мир испанской литературы

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

#### 18. Тема 4. Три века испанской живописи

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

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

#### 19. Тема 5. История стран Латинской Америки

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

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

#### 20. Тема 6. Образование и культура стран Латинской Америки

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

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

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

## 21. Тема 7. Жанр магического реализма в латиноамериканской литературе

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

## 22. Тема 8. Кинематограф Испании и Латинской Америки

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

## 23. Тема 1. Основы политологии

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

#### 24. Тема 2. Государство

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

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

#### 25. Тема 3. Глобальные проблемы человечества

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

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

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

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

## 27. Модуль 1. Испанский язык для общих целей

## 28. Модуль 2. Испанский язык для академических целей

## 29. Модуль 3. Испанский язык для специальных целей

## 30. Модуль 4. Испанский язык для международного сотрудничества

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **История и философия культуры**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

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

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

**2. Формы и принципы истории и философии культуры**

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

Социокультурная парадигма.

**3. История становления и развития философии культуры**

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



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

#### 4. Методологические основания философии культуры

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

#### 5. Культура и природа

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

#### 6. Культура и общество

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

#### 7. Культура и человек

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **История и философия науки и технологий**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

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

#### **Владеть:**

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

#### **Темы и разделы курса:**

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

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

2. Технологии первобытного общества и Древнего мира.

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

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

3. Наука и технологии на пороге Нового времени.

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

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

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

4. Наука и технологии в XIX столетии.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **История России**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов общегражданской идентичности российского общества, складывание комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизация знаний об основных закономерностях и особенностях исторического процесса с акцентом на изучение истории России.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание движущих сил и закономерностей российского исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание особенностей российского исторического развития на общемировом фоне, оценка вклада России в развитие мировой цивилизации, ее роль в разрешении крупных международных конфликтов, влияние в мировой политике в целом, проблемы необходимости реагирования на общеисторические вызовы;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;

- особенности российского исторического развития на общемировом фоне, вклад России в развитие мировой цивилизации, ее роль в разрешении крупных международных конфликтов, влияние в мировой политике в целом, проблемы необходимости реагирования на общеисторические вызовы;
- 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 связанной с ней 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 как наука. Хронологические и географические рамки курса Российской истории. История России и всеобщая история

Методология исторической науки. Принципы периодизации в истории. Древний мир, Средние века, Новая история, Новейшая история. Общее и особенное в истории разных стран и народов.

Роль исторических источников в изучении истории. Археология и вещественные источники. Письменные источники. Исторический источник и научное исследование в области истории. Научная хронология и летосчисление в истории России.

Хронологические рамки истории России. Ее периодизация в связи с основными этапами в развитии российской государственности от возникновения государства Русь в IX в. до современной Российской Федерации. Географические рамки истории России в пределах распространения российской государственности в тот или иной период. История стран, народов, регионов, входивших в состав России на разных этапах ее существования как часть российской истории.

История России как часть мировой истории. Необходимость изучения истории России во взаимосвязи с историей других стран и народов, в связи с основными событиями и процессами, оказавшими большое влияние на ход мировой истории.

## 2. Русь IX — первой трети XIII в

Заселение Восточной Европы. Северное Причерноморье в I тыс. до н.э. – начале I тыс.н.э. Славяне и Великое переселение народов (IV–VI вв.). Славянские племена в Европе и их соседи. Византия и народы Восточной Европы. Быт и хозяйство восточных славян. Общественные отношения и верования. Славянский пантеон и языческие обряды. Проблемы этногенеза и ранней истории славян в исторической науке.

Становление русской государственности. Формирование союзов племен. Вече и его роль в древнеславянском обществе. Князь и дружина. Торговый путь «из варяг в греки». Легенда о призвании варягов и ее исторические основания.

Первые русские князья и их деятельность: военные походы и реформы. Дань и данничество.

Образование Древнерусского государства. Эволюция древнерусской государственности в XI–XII вв.: от единовластия до междоусобицы. Древнерусский город. Военные, дипломатические и торговые контакты Руси и Византии в IX–X вв. Владимир Святой. Введение христианства и его культурно-историческое значение.

Средневековье как стадия исторического процесса в Западной Европе, на Востоке и в России: технологии, производственные отношения и способы эксплуатации, политические системы. Феодализм Западной Европы и социально-экономический строй Древней Руси: сходства и различия. Властные традиции и институты в государствах Восточной, Центральной и Северной Европы в раннем средневековье. Соседи Древней Руси в IX–XII вв.: Византия, славянские страны, Западная Европа, Хазария, Волжская Булгария. Международные связи древнерусских земель. Культурные влияния Востока и Запада.

Древнерусское государство в оценках современных историков. Дискуссия о характере общественно-экономической формации в отечественной науке.

Ярослав Мудрый. «Русская правда». Власть и собственность. Основные категории населения. Князь и боярство.

Причины раздробленности. Междоусобная борьба князей. Крупнейшие земли и княжества Руси, их особенности. Великий Новгород. Хозяйственное, социальное и политическое развитие. Владимиро-Суздальское княжество. Роль городов и ремесла. Политическое



устройство. Галицко-Волынское княжество. Земледелие, города и ремесло. Роль боярства. Объединение княжества при Романе Мстиславиче и Данииле Галицком.

### 3. Русские земли с середины XIII до конца XV в.

Общественно-экономический строй монгольских племен. Образование монгольской державы. Причины и направления монгольской экспансии. Улус Джучи. Ордынское нашествие на Русь. Образование Золотой Орды, ее социально-экономическое и политическое устройство. Русь под властью Золотой Орды. Александр Невский и Даниил Галицкий. Имперский порядок. Иго и дискуссия о его роли в становлении Русского государства. Исламизация Орды и православная церковь.

Агрессия крестоносцев в прибалтийские земли. Рыцарские ордены. Борьба народов Прибалтики и Руси против крестоносцев. Разгром шведов на Неве. Ледовое побоище. Объединение литовских земель и становление литовского государства. Русские земли в составе Великого княжества Литовского.

Восстановление экономического уровня после нашествия монголо-татар. Формы собственности и категории населения. Князь, боярство, дворянство. Город и ремесло.

Русь и Золотая Орда в XIV в.: борьба за великое княжение. Экономическое и политическое усиление Московского княжества. Борьба Москвы и Твери. Иван Калита. Дмитрий Донской и начало борьбы за свержение ордынского ига. Битва на Воже. Куликовская битва и ее значение. Обособление западных территорий Руси. Великое княжество Литовское и Польша. Особое положение Новгородской республики. Отношения с Москвой.

### 4. Древнерусская культура IX – конца XV вв.

Дохристианская культура восточных славян и соседних народов. Повседневная жизнь, семейные отношения, материальная культура, верования. Былины. Истоки русской культуры. Становление национальной культуры. Устное народное творчество. Славянская письменность.

Основные достижения мировой культуры в эпоху Средневековья. Взлет культуры стран ислама в Раннее Средневековье, ее роль в сохранении и передаче наследия античного мира. Раннехристианское искусство. Романский стиль. Готика. Представления о мире. Богословие и зачатки научных знаний в Средние века.

Византия, её культура и цивилизация. Отцы Церкви. Древний Константинополь. Софийский собор в Константинополе. Византийское наследие на Руси.

Крещение Руси и его роль в дальнейшем развитии русской культуры. Кирилло-мефодиевская традиция. Церковнославянский язык. Формирование христианской культуры. Изменение основ мировоззрения — представлений о смысле жизни, мироустройстве, отношениях между людьми, о семье и браке. Появление письменности и литературы. Представления об авторстве текстов. Переводная литература. Основные жанры древнерусской литературы. Летописание («Повесть временных лет»). Жития святых. Княжеско-дружинный эпос («Слово о полку Игореве», «Задонщина»). «Поучение» Владимира Мономаха. «Хождение за три моря» Афанасия Никитина. Церковное пение, крюковая нотация.

Начало каменного строительства. Софийские соборы в Киеве, Новгороде, Полоцке. Владимиро-суздальские и новгородские храмы. Возобновление каменного строительства после монгольского нашествия.

Приглашение Иваном III иноземных мастеров. Ансамбль Московского Кремля.

Древнерусское изобразительное искусство: мозаики, фрески, иконы. Творчество Феофана Грека, Андрея Рублева.

Знания о мире и технологии. Обучение и уровень грамотности в древней Руси, берестяные грамоты, граффити.

Православная церковь и народная культура, скоморошество. Церковь и духовенство, еретические движения.

## 5. Российское (Московское) государство XVI–XVII вв.

Завершение объединения русских земель под властью великих князей московских (включение в состав их владений Брянска, Северских земель, Пскова, Смоленска и Рязани). Внешняя политика Российского государства в первой трети XVI в. Военные конфликты с Великим княжеством Литовским, Крымским и Казанским ханствами.

Великий князь Василий III Иванович. Укрепление власти великого князя московского. Присоединение Новгорода и других земель. Битва на р. Угре. Образование единого Русского государства. Политический строй. Формирование органов центральной и местной власти. Судебник 1497 г. Усиление великокняжеской власти. Формирование аппарата центрального управления. Боярская дума. Государев двор. Первые приказы. Испомещивание как форма оплаты труда «чиновников». Организация войска. Ликвидация удельной системы. Церковь и великокняжеская власть. Борьба иосифлян и нестяжателей. Нил Сорский и Иосиф Волоцкий. Церковный собор 1503 г. Завершение формирования доктрины «Москва — Третий Рим», формула монаха Филофея. Идеино-политическая борьба в Русской православной церкви. Взаимоотношения между светской и церковной властью.

Территория и население России в XVI в. Василий III и его политика. Елена Глинская. Боярское правление. Венчание на царство Ивана Грозного, формирование самодержавной идеологии. Избранная Рада и ее реформы. Земский собор. Судебник 1550 г. Церковь и государство. Стоглавый собор. Военные преобразования.

Основные направления внешней политики Ивана IV. Включение в состав Руси Казанского, Астраханского ханства и начало присоединения Сибири. Укрепление позиций России на Кавказе. Отношения с Крымским ханством. «Дикое поле». Казачество. Борьба за выход к Балтийскому морю. Ливонская война (1558–1583 гг.). Образование Речи Посполитой (1569 г.).

Опричнина и причины ее введения. Опричный террор. Социально-экономические и политические последствия опричнины.

Федор Иоаннович. Внешняя политика России в конце XVI в. Учреждение патриаршества. Строительство укреплений на южных и западных рубежах. Проблема престолонаследия. Борис Годунов и его политика. Учреждение патриаршества.

Экологический кризис и восстания начала XVII в. XVII век – эпоха всеобщего европейского кризиса. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. Начало Смуты. Дискуссия о причинах и хронологии Смутного времени в России. Периодизация Смуты. Развитие феномена самозванства. Династический этап Смутного времени. Участие Польши и Швеции в Смуте. Семибоярщина. Интервенция. Первое и второе ополчения. Кузьма Минин и Дмитрий Пожарский. Земский собор 1613 г. и начало правления Романовых.

Территория и население России в XVII в. Внутренняя и внешняя политика первых Романовых. Соборное уложение 1649 г. Юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Городские восстания середины XVII столетия. Политический строй России. Развитие приказной системы. Падение роли Боярской думы и земских соборов. Особенности сословно-представительной монархии в России. Дискуссии о генезисе самодержавия. Реформы Никона и церковный раскол. Культурное и политическое значение. Крестьянская война под предводительством Степана Разина.

Основные направления внешней политики России в XVII в. Присоединение Левобережной Украины. Войны со Швецией и Турцией. Освоение Сибири и Дальнего Востока.

#### 6. Российская империя в XVIII в.

Процесс модернизации западного мира. Зарождение нового хозяйственного уклада в экономике. Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Развитие тяжелой и легкой промышленности. Создание Балтийского флота и регулярной армии. Церковная реформа. Провозглашение России империей. Усвоение европейской технической культуры и принципов эффективного государственного управления. Внешняя политика России при Петре I. Азовские походы. Великое посольство. Участие России в Северной войне. Ништадтский мир. Прутский поход. Укрепление позиций России в Причерноморье. Освещение петровских реформ в современной отечественной историографии.

Эпоха дворцовых переворотов. Екатерина I. Верховный Тайный совет. Петр II. «Затейка» верховников и воцарение Анны Иоанновны. Бироновщина. Политическая борьба и дворцовый переворот 1741 г. Социально-экономическая политика Елизаветы Петровны. Участие России в Семилетней войне. Правление Петра III. Дворцовый переворот 1762 г. и воцарение Екатерины II.

«Просвещенный абсолютизм» и его особенности в Австрии, Пруссии, России. Участие России в общеевропейских конфликтах — войнах за Польское и Австрийское наследство, в Семилетней войне. «Османский фактор» европейской политики; вклад России в борьбу с турецкой угрозой. Упрочение международного авторитета страны.

Екатерина II: истоки и сущность дуализма внутренней политики. «Просвещенный абсолютизм». Восстание под предводительством Емельяна Пугачева. Характер и направленность реформ Ек

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Квантовая механика

#### Цель дисциплины:

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

#### Задачи дисциплины:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

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

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

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

Представление взаимодействия. Хронологизованная экспонента. Теория квантовых переходов. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Переходы в двухуровневой системе. Переходы в непрерывном спектре. «Золотое правило» Ферми. Внезапные и адиабатические возмущения.

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

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

### 4. Основы релятивистской теории.

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

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

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

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

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

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

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

### 7. Теория электромагнитного излучения.

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

### 8. Теория рассеяния.

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

### 9. Сложение моментов.

Полный момент релятивистской частицы. Коэффициенты Клебша–Гордана.

### 10. Приём заданий.

### 11. Временная эволюция физической системы

Представление Шредингера и представление Гайзенберга. Гайзенберговские уравнения движения. Квантовые скобки Пуассона.

Фундаментальные коммутационные соотношения. Интегралы движения в квантовой теории. Теоремы Эренфеста.

12. Симметрии в квантовой механике и законы сохранения.

Инвариантность квантово-механической системы относительно групп преобразований. Симметрии физической системы и законы сохранения.

Группа пространственных трансляций и закон сохранения импульса. Группа временных трансляций и закон сохранения энергии. Группа трехмерных вращений и закон сохранения орбитального момента. Неприводимые представления группы трехмерных вращений. Спин и полный момент. Группа пространственной инверсии и закон сохранения четности. Группа обращения времени.

13. Теория углового момента и спина электрона

Угловой момент в квантовой механике. Операторы момента количества движения и квадрата момента. Собственные значения и собственные функции. Оператор конечных вращений.

Оператор спина. Матрицы Паули и их свойства. Спиновая волновая функция. Методы измерения спина.

14. Задача двух тел. Движение в поле центрально-симметричного потенциала.

Задача двух тел в квантовой механике. Центральное поле, разделение переменных. Радиальное уравнение Шредингера. Пространственно-изотропный осциллятор. Водородоподобный атом. Энергетический спектр, волновая функция. Вырождение.

15. Квазиклассическое приближение.

Предельный переход к классической механике. Волновая функция в квазиклассическом приближении. Метод ВКБ. Правило квантования Бора–Зоммерфельда. Фазовый объем, приходящийся на одно состояние. Прохождение сквозь потенциальный барьер (туннельный эффект). Элементарная теория распада.

16. Атом водорода.

Атомная система единиц. Энергетический спектр. Радиальные волновые функции. Кратность вырождения уровней.

17. Теория линейного гармонического осциллятора.

Энергетический спектр. Собственные функции гармонического осциллятора в координатном представлении.

18. Приём заданий.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Китайский язык для научно-технических целей**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося к чтению научных и технических текстов различной степени полноты и точности понимания: просмотровому (предполагает ознакомление с общей проблематикой текста и способность кратко изложить затронутые в нем темы); ознакомительному (предполагает умение вычлнить основные повествовательные блоки и изложить суть посылок и выводов автора, понимание на уровне 70% информации); изучающему (предполагает абсолютное и исчерпывающее понимание содержания текста); а также к решению языковыми средствами коммуникативных задач в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлению межличностного и профессионального общения на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка; умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Читательскую компетенцию: способность к корректному извлечению информации из текста.

Профессионально ориентированную читательскую компетенцию: способность к пониманию и обработке текстовой информации профессиональной направленности.

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

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

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



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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- особенности использования изучаемого языка в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- основную лексику, терминологию китайского языка, относящуюся к научно-технической сфере;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации в научной среде;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- принципы поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни китайскоязычных стран;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения;

**уметь:**

- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты профессиональной (научно-технической) направленности;
- устно и письменно реализовывать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять общую тематику научного текста, конспектировать, излагать основную идею, ход рассуждения автора и основные выводы;
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных китайскоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- передавать на русском языке содержание китайскоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры в академической / профессиональной среде;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения профессионально-ориентированного содержания на китайском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;

- описывать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме на китайском языке.

#### **Владеть:**

- лексико-грамматической базой для осуществления коммуникации в научно-технической профессиональной и академической среде;
- навыками чтения научно-технической литературы на китайском языке;
- навыками перевода научно-технической литературы с китайского языка на русский;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей на китайском языке;
- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры в академической среде;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.
- различными видами чтения (просмотровое, ознакомительное, изучающее) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками составления выступления с докладом, написания научной статьи.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Модуль 1 Китайский язык для специальных целей. Вводный курс
2. Тема 3. Знакомство с интернетом, сайтом университета. Знакомство с иностранными коллегами, обсуждение учебы. Гаджеты

Интернет, сайт, веб-адрес, страница, личный кабинет, логин, пароль, университет; компьютер, телефон, планшет, ноутбук.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положение отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne.

Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. Вопросительные предложения с вопросительными местоимениями. Порядок слов в вопросительном предложении с вопросительным местоимением. Предложение с глагольным сказуемым (глаголом действия в позиции комментария). Наречия 也 yě и 都 dōu, их место в предложении относительно сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, описывающие работу с гаджетами и интернет-сайтом.

Письмо: основные правила каллиграфии, основы иероглифики, овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание небольших письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Тема 4. Знакомство с кампусом, местонахождение объекта в пространстве, стороны света. Лаборатория. Точные науки

Ориентирование в кампусе, расположение объектов внутри и снаружи студенческого городка. Указание направлений движения, сторон света, описание взаиморасположения объектов в пространстве. Изучение различных наук в университете.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение местоположения и направления движения, о том как проехать/пройти и на каких видах транспорта; где найти нужный предмет в помещении.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, названия сторон света, послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения, виды транспорта, направления движения.

Грамматическая сторона речи: Предложения наличия и обладания с глаголом 有 yǒu. Глаголы (глаголы-предлоги) в позиции предлога в китайском языке. Послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения (前边qiánbiān, 后边hòubiān, 上边shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在zài, глагол 有yǒu, связка 是shì). Односложный дополнительный элемент направления (модификатор, (полу)суффикс глагола движения) 来láí / 去qù. Удвоение прилагательных, двусложные прилагательные в позиции определения.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

4. Тема 5. Настоящее, прошедшее, будущее время. Точное время. Натуральные числа. Двухзначные, многозначные числа в китайском языке. Разряды и классы чисел.

Настоящее, прошедшее, будущее время. Временные промежутки. Указание точного времени по часам. Натуральные числа. Двухзначные, многозначные числа в китайском языке. Десятки, сотни, тысячи, десятки тысяч (вань). Разряды и классы чисел. Перевод числительных. Дробные числа.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, относящиеся к сфере числительных, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, включающие числительные, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-

побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной, рассказ о планах на будущее.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: Использование числительных в речи, правила и способы выражения многозначных чисел, числительные от 1 до 100 000 000. Числительные количественные и порядковые, дни недели, даты, точное время.

Грамматическая сторона речи: Выражение значения действия, имевшего место в неопределенное время в прошлом (суффикс 过 guo). Отрицательная форма глаголов с суффиксом 过 guo. Показатель состоявшегося действия суффикс 了 le; модальная частица 了 le. Отрицание в предложениях с суффиксом 了 le и модальной частицей 了 le. Употребление модальных глаголов 想 xiǎng, 要 yào, 会 huì, 能 néng, 可以 kěyǐ и др. и их значения. Отрицательная форма модальных глаголов. Выражение значения продолженного действия / вида. Употребление наречий 正 zhèng, 在 zài, комбинации 正在 zhèngzài и модальной частицы 呢 ne для передачи значения продолженного действия. Выделительная конструкция 是...的 shì ...de.

##### 5. Тема 6. Финансы. Проценты, арифметические действия. Целые и дробные числа

Деньги, денежные единицы, целые и дробные числа, проценты, простые арифметические действия, решение примеров и задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах, передача числовой информации, вопросы и ответы цене товара, о скидках, умение проговаривать на китайском языке арифметические примеры, понимание и решение арифметических задач.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: Названия основных арифметических знаков, названия арифметических действий, лексика, касающаяся дробных чисел и процентов. Вопросительные слова к числительным.

Грамматическая сторона речи: правила использования числительных, счетных слов (классификаторов), выражение процентов и дробей при помощи 之.

#### 6. Тема 7. Поиск в Интернете. Интернет сайты. Онлайн покупки

Онлайн-торговля. Покупки товаров онлайн. Поиск в Интернете, доставка из интернет-магазинов, поисковая строка, выдача, регистрация на сайте, выбор товара, одежда, обувь, цвет, размер..

Коммуникативные задачи: Умение вести онлайн-переписку с продавцом о выборе цвета одежды, о предпочтениях, общей стоимости, скидках; оставлять отзыв о купленном товаре, преимуществах и недостатках. Покупка одежды/обуви. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Грамматическая сторона речи: правила использования числительных — количественных и порядковых, многозначных чисел, использование счетных слов (классификаторов), проценты, дроби, вопросительные слова 几, 多少. Альтернативный вопрос с союзом 还是. Выражение «слегка» 有点儿... / ...一点儿.

#### 7. Тема 8. Зарубежные поездки.

Приглашение на конференцию, обсуждение темы доклада, оформление визы, бронирование отелей и билетов онлайн, разговор по телефону, посещение достопримечательностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему предстоящей командировки; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; описывать географическое положение городов и стран; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы. Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов — купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без места. Научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет, сдать билет.

Грамматические задачи: выражения скорого свершения события 快要... 了, 就要... 了.

Глаголы 打算, 安排, существительное 计划. Связки 先... 再 / 后 / 然后, выражения смены действий ... 了, 就... Наречия 再, 又. Результативные морфемы 好, 错 · 到 · 完.

#### 8. Тема 1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Общие сведения о грамматике китайского языка.

Ознакомление с основами произносительной базы китайского языка (путунхуа) и основными правилами каллиграфии и иероглифики, а также актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

Произносительная сторона речи: звуко-буквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.)). Предложение с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария).

## 9. Тема 2. Информационные носители.

Флешки, диски, карты памяти, дискеты.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение



правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有/有. Отрицательные предложения с частицами 没, 不.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

## 10. Модуль 2. Китайский язык для специальных целей. Продолжающий уровень

### 11. Тема 1. Посещение библиотеки, электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме

Посещение библиотеки, устройство библиотеки, диалог с библиотекарем, читательский билет, правила посещения библиотеки и читального зала. Электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах — вопрос о наличии нужной книги, просьба о помощи в поиске книги по теме, диалог с библиотекарем, как взять и сдать книгу, умение указать сроки сдачи.

Грамматические задачи: наречия 就/才, результативные морфемы 到, 完, 好. Модификаторы направления 来/去.

### 12. Тема 2. Китайская и западная медицина

Разговор о проблеме здоровья и заботы о нем, самочувствия (части тела), медицинских услуг. Строение организма, лечение, лекарства, китайская и западная медицина.

Коммуникативные задачи:

Осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: разговор с врачом, описание жалоб на здоровье, состояние организма, прохождение медосмотра, получение лечения, покупка выписанных лекарств, прием лекарств по графику. Особенности лечения в китайской и европейской медицине.

Грамматические задачи: дополнение длительности, дополнение кратности, 有点儿。

### 13. Тема 3. Бытовая техника

Обсуждение пищевых предпочтений и их пользы/вреда для организма. Пищевая и энергетическая ценность продуктов питания, способы приготовления блюд, названия бытовых приборов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждение вкусовых предпочтений собеседника — мясоедение, вегетарианство, витамины, КБЖУ. Обсуждение рецептов приготовления любимых блюд. Кухонная бытовая техника — микроволновка, рисоварка, плита, духовой шкаф, холодильник и т.д.

Грамматические задачи: сравнительные конструкции с предлогами 比, 有/没有, 跟.... 一样

#### 14. Тема 4. Геометрические фигуры, формулы, графики

Объяснение и проговаривание простейших арифметических действий, описание формул, графиков, названия геометрических фигур, теоремы и доказательства.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по математике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, математические обозначения, задачи, примеры, теоремы и т.д.

#### 15. Тема 5. Физика, основные понятия и законы

Основные законы физики, постоянные, переменные, формулы, задачи. Ученые и теории.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по физике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, обозначения, объяснить явления с помощью законов физики.

#### 16. Тема 6. Космос. Космическая программа Шэньчжоу. Ракета-носитель Чанчжэн. Лунная программа «Чан Э»

Космос, звезды, планеты. Космическая программа Китая. Космические ракеты и модули. Лунная программа «Чан Э». Чан Э как мифологический персонаж.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о достижениях человечества в области освоения космоса. Первый человек в космосе и в открытом космосе. Первый человек на Луне. Китай в космосе. Китай на Луне. Ракеты и спутники. Развитие коммерческого запуска спутников.

#### 17. Модуль 3. Китайский язык для специальных целей. Чтение научно-технического текста

## 18. Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра

История развития естественных наук и научные открытия. Новые направления в науке. Естественные и гуманитарные науки в современном мире. Знаменитые ученые. Наши современники, лауреаты нобелевской премии и их открытия. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата. Открытия и изобретения конца нового времени. Научные сенсации и технический прогресс. Процесс технологизации науки.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся истории науки, развитие навыков чтения текстов о науке, о истории науки, современном состоянии науки и ее развитии, о роли науки в жизни общества, о научных открытиях, новых направлениях в науке; о влиянии научных открытий на мировоззрение человека.

## 19. Тема 2. Китайская наука и европейская наука

Научные открытия китайских и европейских ученых. Китайские и европейские изобретения. Современная китайская наука. Взаимосвязь науки и техники и их взаимосвязь. Техника как прикладная наука. Корреляция научного и технического мышления в Европе и в Китае.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся китайской науки, развитие навыков чтения текстов о китайской науке, китайских изобретениях, современном состоянии китайской науки и ее развитии, о роли китайской науки в мире. Лаборатории, научные центры на территории Китая; проект постройки самого мощного адронного коллайдера в Китае.

## 20. Тема 3. Пандемия и вакцинация, создание вакцины, история вакцинации

Болезни, эпидемии, пандемии. Эпидемии в истории человечества. Эпидемии XX-XXI вв. Пандемия SarsCov-2, ее влияние на мировую экономику, медицину и науку. Вакцинация, история вакцинации, вакцины от коронавируса.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся болезней, эпидемий, пандемий; истории вакцинации, технологии создания вакцин в XX и в XXI вв.

## 21. Тема 4. Проблемы экологии, глобальные последствия, способы решения

Экологические проблемы России, Китая, глобальные экологические проблемы. Последствия и прогнозы. Способы борьбы с мусором, пластиком, CO<sub>2</sub>, глобальным потеплением.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся экологии, загрязненности воздуха, воды, почвы, глобального потепления, зеленой энергии, борьбы с пластиком и т.д.

22. Тема 5. Цифровые технологии, информационная безопасность, искусственный интеллект

История развития цифровых технологий в Европе и в Китае. Интернет в Китае. Политика информационной безопасности в Китае. Искусственный интеллект на службе у государства.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся цифровых технологий, интернет-технологий, ИИ, политики кибер-безопасности.

23. Тема 6. Научная коммуникация, научные центры, лаборатории, научные конференции.

Средства популяризации науки. Научная коммуникация. Авторское право и интеллектуальная собственность. СМИ, научная журналистика. Популяризация науки в Интернете. Цифровые и интернет-технологии на службе у научных сообществ. Научные конференции онлайн и офлайн, симпозиумы, конгрессы. Открытые лекции и выступления ученых.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся - жизни научных сообществ — конгрессы, конференции, симпозиумы, семинары, лекции, публикации; - средств популяризации науки; авторского права на научные исследования и произведения; научной журналистики и ее роли в популяризации науки; популяризации науки в Интернете, СМИ

24. Тема 7. Изобретения и научные открытия, которые изменили мир

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся открытий и изобретений, случайных открытий, инсайтов, креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

## 25. Тема 8. Исследование: цель, проблема, объект и предмет

Виды исследований: фундаментальное исследование, прикладное исследование, монодисциплинарное исследование, междисциплинарное исследование. Этапы научного исследования и их краткое содержание. Выбор темы исследования. Определение объекта и предмета исследования. Определение цели и задач. Разработка гипотезы. Составление плана исследования. Работа с литературой.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся этапов научного исследования, выбора темы исследования, его объекта и предмета, цели и задач; выдвижения гипотезы исследования; составления плана исследования, формирования библиографического списка по исследуемой проблеме.

## 26. Модуль 4. Китайский язык для специальных целей. Написание научно-технического текста

### 27. Тема 1. Подбор и анализ научно-технических текстов

Выбор темы исследования, ключевые слова, поиск и подбор научно-исследовательских материалов по выбранной теме.

Лексические задачи: наработка лексики по выбранной теме, отбор ключевых слов, поиск исследований по ключевым словам, умение определить методом ознакомительного чтения соответствие найденных статей выбранной теме.

### 28. Тема 2. Гипотеза и эксперимент, принципы аргументации

Выдвижение гипотезы своего исследования, дизайн эксперимента, аргументация.

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для выдвижения гипотезы своего исследования, использование наработанной лексики для описания дизайна эксперимента, умение составлять краткое описание целей и ожидаемых результатов эксперимента, умение вести научную аргументацию для подтверждения/опровержения гипотезы.

### 29. Тема 3. Принципы написания аннотации и введения к работе на китайском языке

Описание актуальности темы, объекта, предмета исследования, цели и задач исследования, гипотезы исследования, методов исследования, научной новизны.<sup>[1]</sup>

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления введения научной статьи, а также составления аннотации к статье.

30. Тема 4. Составление презентации и выступления для «научной конференции» по выбранной теме

Написание речи выступления для научной конференции, семинара, защиты диплома, проекта и проч. Составление презентации.

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления написания тезисов, плана доклада, речи выступления для научной конференции, защиты диплома, умение выделять опорные пункты доклада, расставлять интонационные акценты и паузы, составление презентации,

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Китайский язык**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения дисциплины «Китайский язык» является формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции студентов на элементарном уровне для решения коммуникативных задач в профессионально-деловой, социокультурной и академической сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

Достижение элементарного уровня межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции в ходе изучения дисциплины «Китайский язык» требует решения ряда задач, которые состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции КНР;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни КНР;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации.

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Знакомство с китайскими коллегами.



Ознакомление с основами произносительной базы китайского языка (путунхуа) и основными правилами каллиграфии и иероглифики. Актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Составлять фразы, в т.ч. повседневного обихода, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию. Принимать участие в ролевой игре «Знакомство с китайскими коллегами».

Произношение: звуко-буквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка, основные типы интонации китайских предложений.

Лексика: фразы приветствия и прощания, устойчивые выражения, фразы вежливости. Названия стран мира, городов КНР и мира. Числительные от 1 до 100 000 000, основные счетные слова. Популярные китайские фамилии, члены семьи. Названия университетов, некоторых мировых и китайских фирм.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложение с качественным сказуемым, качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым, качественным прилагательным в позиции комментария. Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положение отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne. Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. Вопросительные предложения с вопросительными местоимениями. Порядок слов в вопросительном предложении с вопросительным местоимением. Предложение с глагольным сказуемым (глаголом действия в позиции комментария). Наречия 也 yě и 都 dōu, их место в предложении относительно сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

Письмо: основные правила каллиграфии. Основы иероглифики, овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание небольших письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

2. Повседневная жизнь на работе и дома, общение с коллегами

Обсуждение своих предпочтений (цвет, одежда, еда и напитки, хобби, виды спорта, праздники). Сообщение местоположения. Разговор о дате и времени. Описание внешности человека. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное/прослушанное/увиденное. Сообщение местоположения и направления движения, о том, как проехать/пройти и на каких видах транспорта. Рассказ о предпочтениях в цвете, одежде, еде и напитках, хобби, любимых видах спорта. Описывать характер и внешность человека. Рассказывать о любимых праздниках. Принять участие в играх «Угадай кто?». Принять участие в ролевой игре «На корпоративном мероприятии».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Дата, время, время дня, дни недели в китайском языке. Послелогии («наречия места»), уточняющие пространственные отношения. Виды транспорта. Цвета, одежда, еда и напитки. Праздники в КНР и РФ.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有 ую. Несколько глаголов в составе сказуемого. Предложения с глагольным сказуемым, принимающим после себя два дополнения (двойное дополнение). Глаголы (глаголы-предлоги) в позиции предлога в китайском языке. Предложные конструкции. Обстоятельство времени, способы обозначения точного времени и даты. Порядок следования обстоятельств времени в предложении. Удвоение глагола. Послелогии

(«наречия места»), уточняющие пространственные отношения (前边 qiánbiān, 后边 hòubiān, 上边 shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在 zài, глагол 有 yǒu, связка 是 shì). Односложный дополнительный элемент направления (модификатор, (полу-) суффикс глагола движения) 来 lái / 去 qù. Удвоение прилагательных, двусложные прилагательные в позиции определения.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Прошлый личный и профессиональный опыт. Здоровье и забота о нем. Экскурсия по университету, офису фирмы.

Обсуждение прошлого личного и профессионального опыта, быта, домашних животных. Разговор о проблеме здоровья и заботы о нем, самочувствия (части тела), медицинских услуг. Знакомство с типичным китайским университетом, экскурсия по кампусу университета, офису фирмы. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное, прослушанное, увиденное. Сообщения о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной. Рассказывать о любимых домашних животных. Рассказывать о проблемах со здоровьем, о частях тела. Описывать кампус университета, офис фирмы. Принять участие в ролевой игре «Экскурсия по кампусу университета, офису фирмы».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы

тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Домашние животные. Здоровье, самочувствие, части тела, лекарства, медицинские услуги. Структура кампуса университета; учреждения, входящие в состав кампуса.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Выражение значения действия, имевшего место в неопределенное время в прошлом (суффикс 过 guo). Отрицательная форма глаголов с суффиксом 过 guo. Показатель состоявшегося действия суффикс 了 le, модальная частица 了 le. Отрицание в предложениях с суффиксом 了 le и модальной частицей 了 le. Употребление модальных глаголов 想 xiǎng, 要 yào, 会 huì, 能 néng, 可以 kěyǐ и др. и их значения. Отрицательная форма модальных глаголов. Выражение значения продолженного действия/вида. Употребление наречий 正 zhèng, 在 zài, комбинации 正在 zhèngzài и модальной частицы 呢 ne для передачи значения продолженного действия. Выделительная конструкция 是...的 shì ...de.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

#### 4. Погода и географическое положение РФ, КНР

Обсуждение погоды и географического положения России и Китая. Разговор о подготовке ко дню рождения. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное, прослушанное, увиденное. Рассказывать о том, в каком году по восточному календарю

родился. Характеризовать совершаемые действия или состояния. Сравнить погодные явления, людей и т.д. Рассказывать о географическом положении стран, городов, районов. Принять участие в ролевой игре «Прием по случаю дня рождения».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Восточный календарь. Название некоторых должностей, характеристика действий/явлений, выражения сравнения. Погода, природные явления. Географическое положение, названия некоторых географических объектов.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Дополнительный элемент оценки (обстоятельство результата). Частица 得 de (-de постпозитивное). Сравнительные конструкции (с предлогом 比 bǐ, 没有 méi yǒu). Выражения подобия (конструкция 跟...— 羊 gēn ... yúàng). Дополнительный элемент количества в сравнительных конструкциях (обстоятельство меры – прим. 比她大两岁). Распознавать и употреблять в речи наречия степени 真 zhēn, 太 tài, 非常 fēicháng, 更 gèng. Безличные предложения, описывающие природные явления. Последовательно-связанные безличные предложения. Распознавать и употреблять в речи наречия: 还 hái, 再 zài, 又 yòu, 就 jiù, 才 cái и др.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

5. Изучение иностранных языков для профессиональных целей. Аренда жилья при переезде.

Обсуждение проблем в изучении иностранных языков, непредвиденных ситуаций, вопросов аренды квартиры. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов

чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное/прослушанное/увиденное. Беседовать о длительности и кратности разного рода действий (как долго изучаешь иностранный язык, сколько раз бывал в КНР и т.п.). Рассказывать о проблемах, возникающих при изучении иностранных языков. Сравнить жилье разных типов. Рассказывать о непредвиденных ситуациях и возможностях преодоления такого рода проблем. Принять участие в ролевой игре «Аренда квартиры».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Изучение иностранного языка. Длительность и кратность совершаемых действий или состояний, непредвиденные происшествия (нет билетов, авария на дороге и т.п.). Аренда квартиры - типы жилья, арендная плата, название комнат, технических бытовых устройств и т.п.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Дополнительный элемент длительности. Предложения с дополнительным элементом длительности и прямым дополнением. Структура отрицательных предложений с дополнительным элементом длительности. Дополнительный элемент кратности действия. Показатели кратности, глагольные счетные слова 次 cì, 遍 biàn. Выражение значения состояния на момент речи. Оформление глагола суффиксом 着 zhe. Отрицательная форма глагола с суффиксом 着 zhe. Результативные глаголы. Результативные морфемы, (полу-) суффиксы 好 hǎo, 完 wán, 到 dào, 住 zhù, 下 xià, 上 shàng, 懂 dǒng и др. Сложный дополнительный элемент направления, модификатор, (полу-) суффикс глагола движения, включающий 进 jìn, 出 chū и подобные - 走进来 zǒujìnlái, 开进去 kāijìnqù, 爬上来 páshànglái).

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

6. Досуг в КНР и РФ. Различные типичные ситуации на работе и в жизни.

Обсуждение разных способов проведения досуга в Китае (пекинская опера, гимнастика тайцзи, цигун и т.д.) и России. Разговор о различных типичных ситуациях на работе. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

**Коммуникативные задачи:** воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты, прочитанное, прослушанное, увиденное. Беседовать о различных ситуациях, происходящих на работе. Рассказывать о различных видах проведения досуга в РФ и КНР. Рассказывать о своем любимом виде времяпрепровождения. Принять участие в ролевой игре «Неудачный день».

**Произношение:** соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

**Лексика:** устойчивые выражения, фразы вежливости. Названия комнат, бытовых устройств, вопросы аренды жилья. Виды досуга, разные происшествия - ограбление, поломка технических устройств и т.п.

**Грамматика:** основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Дополнительный элемент возможности (инфиксы 得 -de- и 不 -bu-). Различие между дополнительным элементом возможности с инфиксом 得 -de- и дополнительным элементом оценки (обстоятельством результата), следующего за глаголом со частицей 得 -de-. Предложения с предлогом 把 bǎ. Особые случаи употребления предлога 把 bǎ. Употребление после сказуемого дополнения места, сказуемое со значением «называть (считать)», «считать», «рассматривать». Предложения с пассивным значением (без формально-грамматических показателей) - 茶碗打破了 Cháwǎn dǎpòle, 七楼到了 qī lóu dàoile). Пассивные предложения с предлогом 被 bèi.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Коммуникационные технологии вычислительных сетей**

#### **Цель дисциплины:**

представление теоретических принципов, системных и инженерных решений, физических принципов, на базе которых строятся коммуникационные технологии современных компьютерных сетей, в основном осваиваемых студентами «сверху», по услугам прикладных подуровней Internet. Курс дает пример создания, и развития коммуникационных сетей высшей функциональной сложности, проблем, которые при этом возникают, методов их решения на различных уровнях архитектурной иерархии.

#### **Задачи дисциплины:**

- развития методов и технологий доступа к вычислительным ресурсам;
- архитектурных решений, позволяющих преодолеть проблему функциональной сложности сетей с помощью иерархической системы услуг и протоколов управления потоком и ошибками;
- технологий транспортировки битовых потоков, формируемых на базе основных типов физической среды в системах дальней связи, сетях доступа, первой/последней мили;
- архитектуры локальных вычислительных сетей (ЛВС), высокоскоростных и беспроводных ЛВС;
- базовых технологий виртуальных каналов (X.25, ISDN, Frame Relay, ATM);
- межсетевого объединения в сети Internet: форматов дейтаграмм, адресации, принципов и протоколов маршрутизации;
- обеспечения качества обслуживания в части параметров QoS, моделей обслуживания в Internet, формирования, классификации и профилирования трафика, дисциплин очередей, методов борьбы с перегрузкой; многопротокольной коммутации по меткам;
- спецификации и основные механизмы протоколов транспортного уровня в Internet (TCP, UDP).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы взаимодействия прикладных процессов в компьютерных сетях;

- структуру спецификаций в коммуникационных протоколах, базовые процедуры управления ошибками и управления потоком;
- основные технологии транспортировки битовых потоков в магистральных и городских сетях, сетях доступа;
- технологии доступа к среде в высокоскоростных оптических и беспроводных сетях;
- архитектурную основу и протокольные механизмы сетей с интеграцией услуг, их эволюцию;
- принципы межсетевого объединения в сети Internet: технологии адресации и маршрутизации;
- модели обеспечения качества обслуживания в сети Internet;
- функции поддержки качества обслуживания в коммуникационных узлах;
- модель службы протокола TCP; управление трафиком в протоколе TCP.

**уметь:**

- построить иерархическую систему функциональных уровней в коммуникационной среде;
- оценить помехозащищенность сетевой компьютерной системы и предложить оптимальные технологии обнаружения /исправления ошибок и управления потоком пересылаемых данных;
- оценить варианты оптимального выбора поставщика услуг для транспортировки битовых потоков;
- применить возможности высокоскоростных оптических и беспроводных локальных сетей для построения компьютерной сети научно-исследовательского или проектного центра;
- использовать технологий ISDN, Frame Relay и ATM при реализации сетевого взаимодействия в распределенных вычислениях;
- сбалансировать нагрузку на сеть в клиентском и серверном узлах сети Internet.
- оценить производительность сети для пользователя.

**владеть:**

- методами многоуровневой функциональной организации инфокоммуникационной системы с использованием современных сетевых технологий;
- методами выбора сетевых услуг, наиболее соответствующего решаемой прикладной проблеме;
- проблемами построения многопроцессорных вычислительных систем на базе высокоскоростных локальных сетей;
- навыками проведения исследований и решения проектных задач с использованием сети Internet;

- эмпирическими правилами проектирования производительных сетевых систем.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Эволюция технологий доступа к вычислительным ресурсам. Абстракции компьютерных сетей**

Вводные понятия. Локальный доступ. Телекоммуникационный доступ. Сетевой доступ. Глобальные сети, пакетная коммутация. Локальные компьютерные сети. Составные сети. Базовые установки стандартов OSI/ISO. Пример взаимосвязи прикладных процессов в компьютерных сетях. Пример семиуровневой организации компьютерной.

### **2. Базовые коммуникационные процедурные механизмы и протоколы**

Процедуры обнаружения и исправления искаженных битов в структуре кадра. Управление потоком в режиме скользящего окна: групповое и индивидуальное квитирование. Сигналы состояния от приемника. Режим скользящего окна при дуплексном обмене. Пример эталонной спецификации коммуникационного протокола (протокол HDLC).

### **3. Передача цифровых данных электромагнитными сигналами**

Элементы теории проводной и беспроводной связи. Основные технологии кодирования: цифровые данные - цифровые электрические и оптические сигналы; цифровые данные – аналоговые сигналы (методы модуляции в ТФ-сетях, передача данных с расширением спектра в беспроводных сетях), аналоговые данные – цифровые сигналы (импульсно-кодовая модуляция).

### **4. Транспортировка битовых потоков**

Классификация транспортных сетей: Технологии дальней связи, городских сетей и зоны доступа: PDH, SONET/SDH, WDM. Технологии первой/последней мили: проводные - DSL-ADSL, DMT, оптические - EPON, беспроводные – MMDS, LMDS (Стандарт IEEE 802.16).

### **5. Исходные технологии и архитектура локальных сетей**

Базовые процедуры доступа к среде в технологии MCSA./CD: захват канала, обнаружение конфликтов, разрешение конфликтов. Технология Token Ring..

Стандарты серии IEEE 802: подуровни LLC, MAC и PHY.

### **6. Высокоскоростные и беспроводные локальные сети**

Логическая сегментация сети: коммутаторы. Высокоскоростные реализации технологии Ethernet: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet.

Беспроводные локальные сети с архитектурой IEEE 802.16: основные услуги, подуровни доступа к среде DCF и PCF, физический уровень.

## 7. Технология виртуальных каналов в глобальных сетях

Коммутация пакетов с установлением и без установления соединения. Принцип работы коммуникационной сети согласно технологии виртуальных каналов. Рекомендация протокола X.25: форматы и основные процедуры.

## 8. Эволюция технологии пакетной коммутации в цифровых сетях с интеграцией услуг

Общая характеристика процесса. Цифровая сеть с интеграцией услуг ISDN: спецификация подключения оборудования, интерфейсы физического уровня, структура протокольного стека. Пакетная коммутация в технологии Frame Relay.

Пакетная коммутация в сети ATM. мотивация технологии. Факторы увеличения быстродействия: спецификации формата ячейки (cell), использование высокоскоростных транспортных систем, аппаратная реализация коммутации ячеек.

## 9. Объединение компьютерных сетей (введение в тему)

Предпосылки и основные идеи. Основные архитектурные фрагменты объединенной сети. Краткая история Internet. Протокольный стек Internet. Форматы пакетов IP.

## 10. Адресация в Internet

Базовые соглашения. Варианты адресации в протоколе IP: классовая и бесклассовая адресация. Установление соответствия между локальными и IP-адресами в локальных и глобальных сетях.

## 11. Маршрутизация в сети Internet

Принцип оптимальности. Основы построения маршрутных таблиц. Пересылка пакетов при классовой и бесклассовой маршрутизации. Методы построения маршрутов пересылки IP-дейтаграмм: основные понятия. Концепция автономных систем. Маршрутизация внутри автономных систем: протоколы на основе дистанционно-векторного алгоритма (RIP1 и RIP2), протоколы маршрутизации по состоянию связей (OSPF) Маршрутизация между автономными системами (BGP).

## 12. Установки технологии ATM в части качества обслуживания

Понятие QoS. Распределение функций QoS между уровнями архитектуры. Функции адаптации к трафику на архитектурном уровне ATM: параметры трафика, параметры QoS, типы трафика, соглашение об уровне обслуживании, методы соблюдения QoS.

## 13. Модели реализации QoS в сети Internet

Особенности QoS в сети Internet. Модель интегрированного обслуживания IntServ. Модель дифференцированного обслуживания DifServ.

## 14. Обеспечение качества обслуживания при продвижении пакетов в узлах коммутации

Элементы теории очередей в нотации Кенделла M/M/1. Принципы формирования трафика, модель маркерного ведра. Профилирование трафика. Алгоритм GFCA. Дисциплины очередей. Пример организации исходящего трафика в ATM. Перегрузка: проявление процесса, борьба с перегрузкой.

#### 15. Многопротокольная коммутация по меткам

Инженеринг трафика. IP-объединение с применением MPLS-технологии на базе ATM. Технология QoS в MPLS-сетях.

#### 16. Основы протоколов TCP и UDP

Модели служб TCP и UDP. Форматы TCP- сегмента и UDP-дейтаграммы. Обеспечение логического соединения – основа надежности TCP.

#### 17. Управление трафиком в протоколе TCP

Управление передачей, влияние размера окна на производительность, стратегия повторных передач, управление таймерами, бор.

#### 18. Производительность при пересылке TPDU-модулей

Причины спада производительности. Измерение производительности, Проектирование производительных систем. Быстрая обработка TPDU-модулей

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Компьютерные сети**

#### **Цель дисциплины:**

начальная подготовка специалистов по современным сетям передачи данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение базовых понятий, технологий и стандартов современных сетей передачи данных.
- получение навыков по проектированию и построению сетей передачи данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые понятия, технологии и стандарты современных сетей передачи данных;
- терминологию, стандарты и протоколы локальных и глобальных сетей передачи данных;
- модели OSI и TCP/IP.

##### **уметь:**

- проектировать и строить компьютерные сети передачи данных;
- настраивать сетевую маршрутизацию, коммутацию;
- использовать и настраивать виртуальные локальные сети;
- настраивать безопасность на сетевых устройствах;
- конфигурировать трансляцию адресов и портов.

##### **владеть:**

- навыками поиска и устранения неисправностей в сетях передачи данных;
- навыками по проектированию и построению сетей передачи данных;
- навыками по установке, настройке и управлению сетевым оборудованием.

## Темы и разделы курса:

### 1. Многоуровневые модели сети: OSI, TCP/IP.

Многоуровневые модели сети: OSI, TCP/IP. Уровни и их функции. Использование уровней моделей. Протоколы. Инкапсуляция данных, Protocol data unit (PDU).

### 2. Транспортный уровень.

Транспортный уровень. Функции транспортного уровня. TCP. Управление сессиями TCP. Управление потоками. Окна. UDP. Управление приложениями.

### 3. Сетевой уровень.

Сетевой уровень. IP-адресация. Классификация адресов. Маска сети. Заголовок IPv4. Изменение MAC и IP-адресов при перемещении кадра/пакета от источника к назначению. Тестирование сетевого уровня.

### 4. Физический и канальный уровни.

Физический и канальный уровни. Ethernet. Витая пара. MAC-адресация. Кадр Ethernet. Контроль доступа к среде в Ethernet. Коллизии и задержки. Концентраторы и коммутаторы. Address resolution protocol (ARP).

### 5. Статическая и динамическая маршрутизация.

Статическая и динамическая маршрутизация. Классификация динамических протоколов маршрутизации. Метрика. Административная дистанция. Таблица маршрутизации. Суммарный маршрут и маршрут по умолчанию. Сходимость.

### 6. Протоколы маршрутизации по вектору расстояния.

Протоколы маршрутизации по вектору расстояния. Маршрутные петли и борьба с ними. RIP v1. Ограничения RIPv1. Автоматическое суммирование.

### 7. Классовая и бесклассовая адресация.

Классовая и бесклассовая адресация. Маски переменной длины и бесклассовая маршрутизация (VLSM и CIDR).

### 8. Протоколы маршрутизации по состоянию канала.

Протоколы маршрутизации по состоянию канала. OSPF. OSPF и сети множественного доступа. Многозонный OSPF.

### 9. Протокол EIGRP.

Протокол EIGRP. Введение в EIGRP. Метрики EIGRP. Резервные маршруты.

### 10. Принципы работы коммутатора Ethernet.

Принципы работы коммутатора Ethernet. Коммутация кадров.

### 11. Виртуальные локальные сети (VLAN).

Виртуальные локальные сети (VLAN). Концепция VLAN. VLAN Trunking. Inter-VLAN Routing.

### 12. Протокол Spanning tree (STP).

Протокол Spanning tree (STP). Избыточные топологии второго уровня. Разновидности STP. Spanning Tree и VLAN. Rapid Spanning Tree.

13. Агрегирование каналов (PC, vPC).

Агрегирование каналов (Port-Channel, virtual Port-Channel). Используемые протоколы управления (m)LAG: LACP и PAGP. Особенности работы, способы подключения, предназначение.

14. Трансляция сетевых адресов (NAT).

Трансляция сетевых адресов и портов (NAT/PAT). Виды трансляций и примеры использования. Преимущества и недостатки трансляций.

15. Списки контроля доступа (ACL).

Списки контроля доступа (ACL). Размещение ACL.

16. IPv6.

IPv6. Представление адресов. Типы адресов.

17. Контрольная работа.

Контрольная работа.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Компьютерные технологии**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование понимания процессов, происходящих в вычислительной системе при запуске и работе программ и программных систем, принципов корректной передачи информации между ними и их взаимной синхронизации;
- обучение студентов методам создания корректно работающих и взаимодействующих программ с помощью системных вызовов операционных систем;
- формирование способности производительно использовать современные вычислительные системы при изучении других дисциплин и при выполнении исследований студентами в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историю эволюции вычислительных систем, основные функции, выполняемые современными операционными системами, принципы их внутреннего построения;
- концепцию процессов в операционных системах;
- основные алгоритмы планирования процессов;
- логические основы взаимодействия процессов;
- концепцию нитей исполнения и их отличие от обычных процессов;
- программные алгоритмы организации взаимодействия процессов и предъявляемые к ним требования;
- основные механизмы синхронизации в операционных системах;
- организацию управления оперативной памятью использующиеся при этом алгоритмы;

- основные принципы управления файловыми системами;
- организацию управления устройствами ввода-вывода на уровне как технического, так и программного обеспечения, основные функции подсистемы ввода-вывода;
- принципы сетевого взаимодействия вычислительных систем и построения работы сетевых частей операционных систем;
- основные проблемы безопасности операционных систем и подходы к их решению.
- идеологию объектно-ориентированного подхода;
- принципы программирования структур данных для современных программ;
- типовые решения, применяемые для создания программ.

**уметь:**

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

**владеть:**

- Навыками использования команд командного интерпретатора в операционной системе Linux;
- навыками написания и отладки программ, порождающих несколько процессов или нитей исполнения;
- навыками написания и отладки программ, использующих системные вызовы для взаимодействия локальных процессов;
- навыками написания и отладки программ, использующих системные вызовы для работы с файловыми системами и устройствами ввода-вывода;
- навыками написания и отладки сетевых приложений.

- объектно-ориентированным языком программирования (C++, Java, C#);
- средствами использования стандартных библиотек.

### **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

3. Базовые основы элементарной техники программирования.

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

4. Безопасность ПО.

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

5. Введение

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

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

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

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

#### 7. Контрольная работа 1

Проведение контрольной работы 1

#### 8. Контрольная работа 2

Проведение контрольной работы 2

#### 9. Кооперация процессов

Взаимодействующие и независимые процессы. Категории средств связи. Установление и завершение связи. Прямая и косвенная адресация. Информационная валентность процессов и средств коммуникации. Симплексная, дуплексная и полудуплексная связь. Потoki ввода вывода и сообщения. Буферизация данных. Надежность обмена информацией. Нити исполнения и их отличие от процессов. `Interleaving`, `race condition` и взаимногоисключения. Условия Бернштейна. Понятие критической секции процесса. Программные алгоритмы организации взаимодействия процессов и предъявляемые к ним требования. Семафоры, мониторы Хора и сообщения.

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

## 10. Краткий обзор ООП реализации в языке C++.

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

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

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

## 12. Параллельное программирование.

Параллельное программирование. Параллельные программы – от работы с разделяемой памятью, использования массивно-параллельных компьютеров и до распределенных расчетов на многих физических компьютерах. Декомпозиция задач на параллельные куски. Параллелизм данных, параллелизм кода. Паттерны параллельного программирования: параллелизм на уровне задач – декомпозиция задачи, «разделяй и властвуй» – декомпозиция задач и данных, геометрическая декомпозиция – декомпозиция данных, конвейерное исполнение – декомпозиция потока данных, «фронт волны» – декомпозиция данных с «многомерными» зависимостями. Пример типового шаблона программирования – пул нитей.

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

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

## 14. Проблемы безопасности операционных систем

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

## 15. Проблемы, специфические для параллельного исполнения многонитевых программ.

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

## 16. Процесс написания программ.

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

#### 17. Процессы и их планирование в операционной системе

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

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

#### 18. Работа с разделяемой памятью.

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

#### 19. Сети и сетевые операционные системы

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

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

#### 20. Система управления вводом выводом

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

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

## 21. Техническая специфика параллельных программ.

Техническая специфика параллельных программ – производительность, условия «гонки» – `race condition`, взаимная блокировка – `deadlock`, повторно-входимые программы, потоко-безопасные (`thread-safe`) библиотеки. Неблокирующие примитивы синхронизации, транзакционная память. Организация высоко-производительных параллельных вычислений.

## 22. Управление памятью

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

## 23. Файловые системы

Имена, структура, типы и атрибуты файлов. Операции над файлами. Директории. Операции над директориями. Защита файлов. Методы выделения дискового пространства: непрерывная последовательность блоков, связный список, связный список с индексацией,

индексные узлы. Управление свободным и занятым дисковым пространством: битовый вектор, связный список.

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

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

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



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Корпоративные информационные системы**

#### **Цель дисциплины:**

Получение технологических знаний и навыков, необходимых для разработки, внедрения и/или поддержки корпоративных информационных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- Получение представлений о проектировании баз данных (далее БД) и навыков написания SQL запросов (на примере Oracle SQL), необходимых для разработки, внедрения и поддержки корпоративных информационных систем.
- Получение навыков разработки информационных систем (на Java) и изучение связанных с этим принципов командной работы и технологий Java Enterprise Edition

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- синтаксис языка Java, принципы объектно-ориентированного программирования и особенности их реализации в языке Java;
- некоторые шаблоны объектно-ориентированного проектирования, применимые в веб-приложениях и корпоративных системах;
- многоуровневую архитектуру КИС, модель Java Enterprise Edition;
- основные сведения о серверах приложений, IoC, CDI;
- структуру библиотеки Java EE, назначение ее ключевых компонентов;
- основные понятия реляционных баз данных и базовые принципы их проектирования.

##### **уметь:**

- читать и рисовать ER-диаграммы для структуры БД;
- проектировать несложную БД из нескольких сущностей;
- использовать рассматриваемые библиотеки Java EE (пакеты javax.\*) для написания реальных программ, библиотеку log4j – для эффективного логирования отладочной информации, библиотеку JUnit – для написания модульных тестов программ;

- писать несложный код на других языках кроме Java, необходимый для хранения данных в реальных Java-программах (XML, SQL, JPAQL) и для построения пользовательских веб-интерфейсов к серверным Java-приложениям (HTML, JSF);
- эффективно и по назначению использовать интегрированные среды разработки (Java IDE), репозиторий коллективной работы (Subversion), средства сборки (Maven).

#### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации в области программирования;
- навыками самостоятельного и быстрого поиска недостающей информации в Интернете;
- навыками отладки приложений с использованием дебаггера в Java IDE, логирования, а также правильной обработки исключительных ситуаций в коде;
- культурой программирования: умением писать код, читабельный с точки зрения стиля, имен переменных и методов, комментариев и др.; навыком проектирования модульных тестов к коду;
- навыками командной разработки программ (в т.ч. навыком версионирования кода), навыками краткого документирования программ (в т.ч. с применением языка UML).
- навыками отладки SQL запросов.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Web приложения в Java EE

Введение в Java EE. Многоуровневая архитектура

CDI

Web приложения. Web сервер, JSP

JSF

Современные Web-технологии

##### 2. Проектирование баз данных

Введение в реляционные БД

Проектирование реляционных БД

Адаптивные объектные модели

##### 3. Enterprise Java Beans

Введение в Enterprise Java Beans

JPA в Java EE

Дополнительные возможности EJB

##### 4. Практические аспекты разработки ИС

Инструментарий коллективной разработки

Шаблоны проектирования

Разбор полнофункционального Java EE приложения

5. Продвинутое подходы к разработке КИС

PL/SQL

Интеграция приложений. Web сервисы. JMS. MDB.

Транзакции. Безопасность

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Кратные интегралы и теория поля**

#### **Цель дисциплины:**

дальнейшее ознакомление студентов с методами математического анализа, формирование у них доказательного и логического мышления.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в задачах поиска безусловного и условного экстремумов функции многих переменных, теории меры и интеграла, теории поля;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теорему о неявной функции;
- определения экстремума функции многих переменных и условного экстремума функции многих переменных при наличии связей, необходимые и достаточные условия в задачах нахождения безусловного, а также условного экстремума при наличии связей;
- определение кратного интеграла Римана, критерий интегрируемости функции, достаточное условие интегрируемости функции, свойства интегрируемых функций, теорему о сведении кратного интеграла к повторному, физические приложения интеграла;
- основные факты и формулы теории поля (формулы Грина, Остроградского-Гаусса, Стокса), физический смысл формул теории поля.

##### **уметь:**

- исследовать на экстремум функции многих переменных;
- решать задачи на условный экстремум методом множителей Лагранжа;
- вычислять интеграл от функции многих переменных по множеству;

-уметь решать прикладные физические задачи: вычислять массу тела, моменты инерции, объёмы и т.п.

-применять формулы теории поля для решения математических задач: вычисление интегралов, нахождение площадей и объёмов тел, площадей поверхностей;

-применять формулы теории поля для решения физических задач: проверка потенциальности и соленоидальности поля, нахождение работы поля при движении материальной точки и т.п.;

-уметь проводить вычисления с оператором набла.

#### **владеть:**

Логическим мышлением, методами доказательств математических утверждений.

Навыками вычисления интегралов и навыками применения теорем теории поля в математических и физических приложениях.

Умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Теорема о неявной функции

Теорема о неявной функции, заданной одним уравнением. Теорема о неявных функциях, заданных системой уравнений (без доказательства). Локальная обратимость отображения пространств одинаковой размерности с ненулевым якобианом.

##### 2. Безусловный экстремум. Необходимые и достаточные условия

Экстремумы функций многих переменных: необходимое условие, достаточное условия.

##### 3. Условный экстремум функции многих переменных при наличии связи: исследование при помощи функции Лагранжа.

Необходимые и достаточные условия

##### 4. Кратный интеграл и его свойства

Кратный интеграл Римана. Суммы Римана и суммы Дарбу. Критерии интегрируемости. Интегрируемость функции, непрерывной на измеримом компакте. Свойства интегрируемых функций: линейность интеграла, аддитивность интеграла по множествам, интегрирование неравенств, теоремы о среднем, непрерывность интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному.

Геометрический смысл модуля и знака якобиана отображения двумерных пространств. Теорема о замене переменных в кратном интеграле (доказательство для двумерного случая).

##### 5. Криволинейные интегралы. Формула Грина

Формула Грина. Потенциальные векторные поля на плоскости. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.

#### 6. Поверхности. Поверхностные интегралы

Простая гладкая поверхность. Поверхностный интеграл первого рода. Независимость выражения интеграла через параметризацию поверхности от допустимой замены параметров. Площадь поверхности. Ориентация простой гладкой поверхности. Поверхностный интеграл второго рода, выражение через параметризацию поверхности. Кусочно-гладкие поверхности, их ориентация и интегралы по ним.

#### 7. Теория поля: формулы Остроградского-Гаусса и Стокса

Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее независимость от выбора прямоугольной системы координат и геометрический смысл. Соленоидальные векторные поля. Связь соленоидальности с обращением в нуль дивергенции поля. Понятие о векторном потенциале.

Формула Стокса. Ротор векторного поля, его независимость от выбора прямоугольной системы координат и геометрический смысл. Потенциальные векторные поля. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Связь потенциальности с обращением в нуль ротора поля.

Вектор «набла» и действия с ним. Основные соотношения содержащие вектор «набла». Лапласиан и градиент по вектору для скалярного и векторного поля.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Лаборатория инфокоммуникационных технологий**

#### **Цель дисциплины:**

Начальная подготовка специалистов по современным сетям передачи данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение базовых понятий, технологий и стандартов современных сетей передачи данных;
- получение практических навыков по проектированию и построению сетей передачи данных;
- получение практических навыков по инсталляции, настройке и управлению сетевого оборудованию на примере оборудования фирмы Cisco.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Аппаратное обеспечение персонального компьютера;
- операционные системы;
- двоичное представление данных;
- принципы связи и обмен данными в локальной проводной сети;
- структура сети Интернет и принципы обмена данными между узлами в сети Интернет;
- схема подключения к Интернету через поставщика услуг;
- сетевые устройства в NOC;
- виды, характеристики и маркировка сетевых кабелей и контактов;
- сетевая адресация. IP-адреса и маски подсети. Типы IP-адресов и методы их получения. DHCP;
- многоуровневая модель OSI и сетевые протоколы;
- беспроводные технологии и локальные сети;

- угрозы безопасности в локальной компьютерной сети. Методы атак и политика безопасности. Межсетевые экраны. Вопросы безопасности, актуальные для провайдеров;
- основные сетевые службы. Архитектура клиент-сервер. IP-сервисы и принципы их работы. Электронная почта. Служба доменных имен DNS;
- архитектура и возможности системы Cisco IOS;
- основные протоколы маршрутизации;
- структура IP-адресация в ЛВС;
- трансляция адресов NAT и PAT;
- базовые настройки маршрутизатора Cisco ISR. Настройка Cisco ISR в SDM, с использованием IOS CLI;
- базовые настройки коммутатора Cisco Catalyst 2960;
- механизмы резервного копирования и аварийного восстановления в сети.

**уметь:**

- Выполнять установку персонального компьютера, включая операционную систему, интерфейсные платы и периферийные устройства;
- проектировать и устанавливать домашнюю сеть или сеть малого предприятия, а также подключать ее к Интернету;
- выполнять проверку и устранять неполадки сети и подключения к Интернету;
- обеспечивать общий доступ нескольких компьютеров к сетевым ресурсам (файлам, принтерам и др.);
- выявлять и устранять угрозы безопасности домашней локальной компьютерной сети;
- настраивать и проверять распространенные Интернет-приложения;
- настраивать базовые IP-сервисы при помощи графического интерфейса ОС;
- устанавливать и настраивать устройства с системой Cisco IOS® для подключения к Интернету и к серверам, а также выполнять поиск и устранение неполадок;
- проектировать базовую проводную инфраструктуру для поддержки сетевого трафика;
- обеспечивать подключение к сети WAN с использованием сервисов телекоммуникационных компаний;
- выполнять адекватные процедуры восстановления при авариях и осуществлять резервирование сервера;
- контролировать производительность сети и выявлять сбои;
- выявлять и устранять неполадки с использованием структурированной многоуровневой процедуры.



**Владеть:**

- Создание и настройки одноранговой сети, компьютерной сети с помощью маршрутизатора, беспроводной сети;
- создание подсетей и настройки обмена данными;
- установки и настройки сетевых устройств: сетевых плат, маршрутизаторов, коммутаторов и др.;
- использования основных команд для проверки подключения к Интернету, отслеживания сетевых пакетов, параметров IP-адресации;
- монтажа кабелей «витая пара» и подключение компьютера к сети;
- настройки безопасности компьютерной сети;
- поиска и устранения проблем в компьютерных сетях, их обслуживания;
- отслеживания пакетов в сети и проектирования сетевых брандмауэров.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Базовая настройка устройств

- 1.1. Первоначальная настройка коммутатора
- 1.2. Настройка портов коммутатора
- 1.3. Удаленный защищенный доступ
- 1.4. Настройка основных параметров маршрутизатора
- 1.5. Проверка связи между подключенными напрямую сетями

## 2. Принципы коммутации

- 2.1. Пересылка кадров
- 2.2. Коммутационные домены

## 3. Сети VLAN

- 3.1. Обзор виртуальных локальных сетей
- 3.2. Виртуальные локальные сети в среде с несколькими коммутаторами
- 3.3. Настройка виртуальной локальной сети
- 3.4. Магистраль виртуальных локальных сетей
- 3.5. Динамический протокол транкинга (DTP)

## 4. Маршрутизация между сетями VLAN

- 4.1. Принципы маршрутизации между виртуальными локальными сетями
- 4.2. Настройка маршрутизации между виртуальными локальными сетями на базе конфигурации router-on-a-stick
- 4.3. Маршрутизация между виртуальными локальными сетями с использованием многоуровневых коммутаторов
- 4.4. Проблемы с подключениями между виртуальными локальными сетями

## 5. STP

- 5.1. Назначение протокола STP
- 5.2. Принципы работы STP
- 5.3. Эволюция STP

## 6. EtherChannel

- 6.1. Принципы работы EtherChannel
- 6.2. Настройка EtherChannel
- 6.3. Поиск и устранение проблем в работе EtherChannel

## 7. DHCPv4

- 7.1. Принципы работы DHCPv4
- 7.2. Настройка сервера DHCPv4
- 7.3. Настройка клиента DHCPv4

## 8. Принципы работы SLAAC и DHCPv6

- 8.1. SLAAC и DHCPv6
- 8.2. Настройка DHCPv6

## 9. Принципы работы FHRP

### 9.1. Резервирование первого сегмента

## 10. Принципы обеспечения безопасности локальной сети

### 10.1. Безопасность оконечных устройств

### 10.2. Контроль доступа

### 10.3. Угрозы безопасности на уровне 2

### 10.4. Атака на таблицу MAC-адресов

### 10.5. Атаки на локальную сеть

## 11. Настройка параметров безопасности коммутатора

### 11.1. Обеспечение безопасности портов

### 11.2. Отражение атак на виртуальные локальные сети

### 11.3. Отражение атак через DHCP

### 11.4. Отражение атак через ARP

### 11.5. Отражение атак через STP

## 12. Принципы работы WLAN

### 12.1. Введение в технологии беспроводной связи

### 12.2. Компоненты беспроводных локальных сетей

### 12.3. Принципы работы беспроводной локальной сети

### 12.4. Принципы работы CAPWAP

### 12.5. Управление каналами

### 12.6. Угрозы для беспроводных локальных сетей

### 12.7. Безопасность беспроводных локальных сетей

## 13. Конфигурация WLAN

### 13.1. Настройка беспроводных локальных сетей для удаленных объектов

### 13.2. Настройка контроллеров беспроводных локальных сетей

### 13.3. Поиск и устранение проблем с беспроводными локальными сетями

## 14. Принципы маршрутизации

- 14.1. Функциональные возможности маршрутизаторов
- 14.2. Пересылка пакетов от источника объекту назначения
- 14.3. Основные параметры маршрутизатора
- 14.4. Таблица IP-маршрутизации
- 14.5. Динамическая и статическая маршрутизация

## 15. Статическая IP-маршрутизация

- 15.1. Настройка статических маршрутов для пересылки IP-пакетов
- 15.2. Настройка статических маршрутов для пересылки IP-пакетов по умолчанию
- 15.3. Настройка плавающих статических маршрутов
- 15.4. Настройка статических маршрутов хостов

## 16. Поиск и устранение неполадок, связанных со статическими маршрутами и маршрутами по умолчанию

- 16.1. Обработка пакетов с использованием статических маршрутов
- 16.2. Поиск и устранение проблем с конфигурацией статических маршрутов IPv4 и маршрутов IPv4 по умолчанию

## 17. Текущий контроль №1

### Рубежный контроль №1

## 18. Принципы OSPFv2 для одной области

- 18.1. Особенности и характеристики OSPF
- 18.2. Пакеты OSPF
- 18.3. Принципы работы OSPF

## 19. Настройка OSPFv2 для одной области

- 19.1. Идентификатор маршрутизатора OSPF

- 19.2. Сети OSPF типа «точка-точка»
- 19.3. Сети OSPF с множественным доступом
- 19.4. Изменение OSPFv2 для одной области
- 19.5. Распространение маршрута по умолчанию
- 19.6. Проверка работы OSPFv2 для одной области

## 20. Принципы обеспечения безопасности сети

- 20.1. Текущий уровень кибербезопасности
- 20.2. Злоумышленники
- 20.3. Инструменты злоумышленников
- 20.4. Вредоносное ПО
- 20.5. Распространенные сетевые атаки
- 20.6. Уязвимости IP и угрозы
- 20.7. Уязвимости TCP и UDP
- 20.8. IP-сервисы
- 20.9. Практические рекомендации по обеспечению сетевой безопасности
- 20.10. Шифрование

## 21. Принципы создания списков контроля доступа

- 21.1. Назначение списков контроля доступа
- 21.2. Шаблонные маски в списках контроля доступа
- 21.3. Рекомендации по созданию списков контроля доступа
- 21.4. Типы списков контроля доступа для IPv4

## 22. Списки контроля доступа в конфигурациях IPv4

- 22.1. Настройка стандартных списков контроля доступа для IPv4
- 22.2. Изменение списков контроля доступа для IPv4
- 22.3. Защита портов VTY с помощью стандартного списка контроля доступа для IPv4
- 22.4. Структура расширенного списка контроля доступа для IPv4
- 22.5. Настройка расширенных списков контроля доступа для IPv4

## 23. NAT для IPv4

- 23.1. Характеристики технологии NAT
- 23.2. Типы преобразования NAT
- 23.3. Преимущества преобразования NAT
- 23.4. Настройка статического преобразования NAT
- 23.5. Настройка динамического преобразования NAT
- 23.6. Настройка преобразования PAT
- 23.7. NAT и IPv6

## 24. Принципы работы WAN

- 24.1. Назначение глобальных сетей
- 24.2. Принципы работы глобальных сетей
- 24.3. Инфраструктуры частных глобальных сетей
- 24.4. Инфраструктура общедоступной глобальной сети
- 24.5. Выбор служб глобальной сети
- 24.6. Передача данных по каналу последовательной связи
- 24.7. Широкополосные подключения

## 25. Принципы работы VPN и IPsec

- 25.1. Технология создания виртуальных частных сетей
- 25.2. Типы виртуальных частных сетей
- 25.3. Протокол IPsec

## 26. Принципы работы QoS

- 26.1. Качество передачи данных по сети
- 26.2. Характеристики трафика
- 26.3. Алгоритмы организации очереди
- 26.4. Модели обеспечения качества обслуживания
- 26.5. Способы обеспечения качества обслуживания

## 27. Управление сетями

- 27.1. Обнаружение устройств с помощью протокола CDP
- 27.2. Обнаружение устройств с помощью протокола LLDP

- 27.3. Протокол NTP
- 27.4. Принципы работы SNMP
- 27.5. Принципы работы с системным журналом
- 27.6. Поддержка файловой системы маршрутизатора и коммутатора
- 27.7. Управление образами IOS

## 28. Проектирование сетей

- 28.1. Конвергентные сети
- 28.2. Коммутируемые сети
- 28.3. проекты Cisco Validated Designs
- 28.4. Масштабируемые сети
- 28.5. Коммутационное оборудование
- 28.6. Оборудование для маршрутизации

## 29. Поиск и устранение неполадок в сети; отладка сети

- 29.1. Документация по сети
- 29.2. Процедура поиска и устранения неполадок
- 29.3. Выявление проблем с помощью многоуровневых моделей
- 29.4. Инструменты для поиска и устранения неполадок
- 29.5. Симптомы и причины проблем с сетью
- 29.6. Поиск и устранение неполадок с IP-подключениями

## 30. Виртуализация сети

- 30.1. Распределенные вычисления; облачные вычисления
- 30.2. Виртуализация
- 30.3. Инфраструктура виртуальной сети
- 30.4. Программно-определяемая сеть
- 30.5. Контроллеры

## 31. Автоматизация сети

- 31.1. Обзор автоматизации
- 31.2. Форматы данных

31.3. API-интерфейсы

31.4. Архитектура REST

31.5. Управление конфигурациями

31.6. Сети на основе намерения и Cisco DNA Center

32. Текущий контроль №2

Текущий контроль № 2.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Лаборатория телекоммуникационных устройств**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление с современными технологиями и получение навыков разработки, моделирования и отладки телекоммуникационных устройств.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области разработки телекоммуникационных устройств на основе аналоговых и цифровых компонент, а также программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);
- приобретение теоретических знаний в области методики проектирования, моделирования и анализа телекоммуникационных устройств;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований и разработки телекоммуникационных устройств на основе специализированных телекоммуникационных модулей и самостоятельных разработок на ПЛИС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные инструменты и технологии, составляющие понятие устройств;
- основные технологические процессы, связанные с разработкой новых телекоммуникационных устройств на новых ПЛИС;
- современные проблемы проектирования новых телекоммуникационных устройств;
- основные методы оптимизации проектирования новых телекоммуникационных устройств;
- основы обеспечения качества и высокой скорости проектирования при разработке новых телекоммуникационных устройств.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов моделирования и эксперимента;

- делать качественные выводы при переходе к предельным частотам сигналов синхронизации цифровых устройств;
- видеть в результатах моделирования соответствия и отличия от реальных процессов в телекоммуникационных устройствах;
- осваивать новые методики описания связей элементов в электронных схемах цифровых устройств.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и использования информации из баз знаний в Интернет;
- культурой постановки и проектирования задач по разработке телекоммуникационных устройств;
- навыками использование современных инструментов проектирования телекоммуникационных устройств;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. UART интерфейс (RS-232, COM-порт). Лабораторные работы 404\_1В или 404СRС

Обзор стандартов и физических интерфейсов современных телекоммуникационных устройств.

UART интерфейс, официально называемый "EIA/TIA-232-E", но более известный как интерфейс RS-232 "COM-порта", ранее был одним из самых распространенных интерфейсов в компьютерной технике. Он и до сих пор встречается в настольных компьютерах, несмотря на появление более скоростных и "интеллектуальных" интерфейсов, таких как USB и FireWare. К его достоинствам с точки зрения разработчиков аппаратуры можно отнести простоту реализации протокола. Физический интерфейс RS-232 реализуется разъемом типа DB-9M.

Изучаются методы проектирования передающих и приемных модулей UART интерфейса.

2. Авиационный интерфейс ARINC-429. Лабораторные работы 405AD или 405ADC

Стандарт ARINC 429, разработанный фирмой ARINC, предназначен для межсистемного обмена информацией в коммерческих и транспортных самолётах (в России это ГОСТ-

18977-79). Скорость передачи 12.5, 50 или 100 кбит/сек. Соединительные провода — экранированные витые пары. На одной шине (витой паре) может быть только один передатчик и не более 20 приемников. Передатчик всегда активен, он либо передает слова данных или выдает "пустой" уровень (0 В). Размер слова составляет 32 бита. Бит 32 — контроль четности (дополнение до нечетного числа единиц). Код — биполярный самосинхронизирующийся, с возвратом к нулю (RZ). Логической 1 соответствует положительный, а, логическому 0 — отрицательный импульс. Длительность импульса равна половине интервала следования (длительности такта). Импульсы должны иметь пологие фронты примерно 0.1-0.3 от длительности импульса. Первые 8 бит являются адресом абонента, следующие 23 бита являются данными, а последний контрольный бит дополняет число единиц в слове до нечетного числа. Особенностью формата ARINC слова является то, что первые 8 бит адреса передаются старшими битами вперед, а 23 бита данных передаются младшими битами вперед. Инверсия нумерации бит считается недопустимой. Минимальная пауза между словами 4 бита.

Осваиваются методы проектирования цифровых модулей модулятора передатчика и дешифратора сигналов стандарта ARINC 429.

### 3. Военный интерфейс MIL-1553. Лабораторная работа 406, 406\_XS, 406\_ADC

Стандарт MIL-STD-1553, изначально разрабатывался по заказу МО США для использования в военной бортовой авионике. Впервые опубликован в США как стандарт BBC в 1973 году, применён на истребителе F-16 . Принят в качестве стандарта НАТО — STANAG 3838 AVS. Позднее спектр его применения существенно расширился, стандарт стал применяться и в гражданских системах. Данные передаются по витой проводной паре последовательно словами по 16 бит. Длительность каждого слова 20 мкс и состоит из 20 тактов по 1 мкс. В первые три такта передаются 2 импульса синхронизации с длительностью 1.5 мкс каждый. Затем в течение 16 тактов передаются 16 бит данных (D[15:0] - старшими битами вперед) и на последнем 20-м такте передается бит контроля четности (дополнение до нечетности числа 1 в слове). Полярность импульсов синхронизации определяется назначением слова. Например, в командном слове (CW) и в ответном слове (RW) первый импульс синхронизации положительный, а в слове данных (DW) — отрицательный. В качестве кода передачи используется биполярный фазоманипулированный код (Манчестер II). Биты данных передаются не потенциально, а перепадом напряжения в центре такта. Перепад напряжения от + к - (-) соответствует единице, а перепад от - к + (-) соответствует нулю. Размах напряжения на линии может быть в интервале от 1.4 В до 20 В.

Осваиваются методы проектирования цифровых модулей модулятора передатчика и дешифратора сигналов стандарта MIL-1553 (ГОСТ 26765.52-87, ГОСТ Р. 52070-2003).

### 4. SPI интерфейс Лабораторная работа 407ND

SPI - популярный интерфейс для последовательного обмена данными между микросхемами. Интерфейс SPI изначально он был придуман компанией Motorola, а в настоящее время используется в продукции многих производителей. Его наименование является аббревиатурой от 'Serial Peripheral Bus', что отражает его предназначение - шина

для подключения внешних устройств. Шина SPI организована по принципу 'ведущий-ведомый' (MASTER/SLAVE). В качестве ведущего шины обычно выступает микроконтроллер, но им также может быть программируемая логика, DSP-контроллер или специализированная ИС. В роли ведомых выступают различного рода микросхемы, в т.ч. запоминающие устройства (EEPROM, Flash-память, SRAM), часы реального времени (RTC), АЦП/ЦАП, цифровые потенциометры, специализированные контроллеры и др.

Осваиваются методы проектирования цифровых модулей ведущего и ведомого SPI интерфейса.

## 5. I2C интерфейс. Лабораторная работа 408

Интерфейс I2C используется для обмена данными между микросхемами. В шине интерфейса I2C используется всего два сигнальных проводника линий: SDA - данных и SCL - синхронизации. Выходные каскады устройств, подключенных к проводникам шины I2C, должны иметь: открытый сток, открытый коллектор или буфер с третьим состоянием (BUFE или DUFT). Высокий уровень сигнала на проводниках линий обеспечивается резисторами, соединяющими их с источником питания VCC. Такое соединение реализует функцию монтажного «И» (по логическим единицам) или монтажного «ИЛИ» (по логическим нулям), что обеспечивает двунаправленность шины. Устройства, подключенные к шине I2C, могут быть как, ведущие так и ведомые. Ведущий - это устройство, которое вырабатывает сигнал синхронизации и инициирует передачу или прием данных. При этом любое другое устройство считается ведомым по отношению к ведущему.

Осваиваются методы проектирования цифровых модулей ведущего и ведомого I2C интерфейса.

## 6. FSK интерфейс Лабораторные работы: 414\_N95,414\_T95, 414\_F95

Передача данных по HART протоколу используется в аналоговых АСУ ТП с токовой петлей 4-20 mA. Минимальному уровню управляющего сигнала соответствует ток 4 mA, а максимальному – ток 20 mA. Максимальное падение напряжения на входе управляемого устройства (ведомого) не должно превышать ~12 V. Минимальный уровень тока управления не может быть меньше 4 mA, поэтому он часто используется не только для управления, но и для питания электронных модулей ведомого. Например, при напряжении 12 V максимальная мощность потребления, ведомого не должна превышать  $4 \text{ mA} * 12 \text{ V} = 48 \text{ mW}$ .

HART протокол использует частотно-манипулированный сигнал с непрерывной фазой (Continuous Phase Frequency Shift Key ) CPFSK. В дальнейшем будем подразумевать непрерывность фазы и использовать укороченную мнемонику - FSK.

Скорость передачи данных 1200 бит в секунду (1200 Vod). Логической «1» соответствует один полный период синусоиды с частотой 1200 Hz, а логическому «0» - два неполных периода синусоиды с частотой 2200 Hz. Пример временной диаграммы FSK сигнала для двух бит (0 и 1) приведен на рис.1.

Цифровой сигнал ведущего с амплитудой 0.5 mA накладывается на ток управления 4-20 mA. Среднее значение FSK сигнала равно 0, а частота (1200 Hz) существенно выше ширины

полосы частот (25 Hz) управляющего сигнала, поэтому FSK сигнал не влияет на аналоговое управление.

Ведомый отвечает «напряжением», т.е. модулирует падение напряжение на линии управления FSK сигналом с амплитудой 0.5 V.

Для генерации и декодирования FSK HART сигнала выпускаются специальные микросхемы, например, DS8500.

Для передачи данных используется асинхронный UART протокол (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), где каждый, передаваемый байт (блок из 8-ми бит данных), дополняется нулевым стартом битом и заканчивается единичным стоп битом. Длительность старт бита равна длительности одного бита, а длительность стоп бита может составлять одну, полторы или две длительности бита. Данные передаются младшими битами вперед.

Осваиваются методы проектирования цифровых модулей декодирования сигналов FSK интерфейса.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Лантаноиды и их соединения: физико-химические свойства и практическое применение**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Лантаноиды и их соединения: физико-химические свойства и практическое применение» является формирование знания и понимания физических основ магнитных явлений в редкоземельных металлах, получение знаний о физико-химических свойствах лантаноидов и соединений на их основе; формирование представления об основных областях применения редкоземельных металлов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний на уровне представлений: влияние химических примесей на величину свойств и характер магнитных фазовых переходов в лантаноидах, основные применения лантаноидов, их сплавов и соединений;
- формирование знаний на уровне воспроизведения: основные теоретико-расчетные и экспериментальные значения свойств лантаноидов, их магнитные фазовые диаграммы;
- формирование знаний на уровне понимания: теоретические подходы к описанию свойств тяжелых РЗМ: из первых принципов и на основе модели среднего поля, полевые и температурные зависимости намагниченности, теплоемкости, магнитокалорического эффекта объемных монокристаллических образцов лантаноидов, их сплавов и соединений закономерности магнитных и электронных свойств для всего ряда лантаноидов от лантана до лютеция.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные современные научные достижения в профессиональной области, основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских задач, в том числе и в междисциплинарных областях.

##### **уметь:**

- проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской (практической, образовательной) задачи, выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной науке.

**владеть:**

- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских, практических и образовательных задач в своей профессиональной области, в том числе в междисциплинарных областях.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Классификация.

История открытия. Атомные свойства лантаноидов. Энергетическая структура спектров лантаноидов. Систематическое изменение свойств. Зависимость от атомного номера.

Лантаноидное сжатие. Учет взаимодействий: спин-спин, спин-другая орбита, электростатическое – спин-орбитальное.

2. Отличия базовых физических свойств в зависимости от положения в ряду лантаноидов

Изменение кристаллической структуры (ГЦК→ДвГПУ→типа Sm→ГПУ), температур плавления и кипения и пр. Аномалии атомных радиусов. Возможность предсказания свойств соседних элементов.

3. Электронная структура лантаноидов

Особенности 4f электронов. Энергетические уровни и волновые функции электронов проводимости. Обменное взаимодействие РККИ. Основные энергетические состояния лантаноидов. Многообразие магнитных фаз.

4. Анизотропия свойств лантаноидов

Расщепление энергетических уровней в кристаллическом поле. Кооперативные явления в кристаллических решетках лантаноидов. Эффективные ион-ионные взаимодействия: изотропное обменное и квадрупольное кулоновское. Влияние примесей.

5. Получение высокочистых монокристаллов лантаноидов

Двухвалентные Eu и Yb: особенности получения. Четыре основных метода получения трехвалентных элементов. Характеризация образцов. Влияние дефектов на свойства.

6. Методы экспериментального исследования лантаноидов. Часть 1

Магнитные и транспортные свойства. Магнитотепловые свойства. Нейтронография и магнитные структуры. Рентгеновская дифракция и структурные фазовые переходы. Сосуществующие магнитные и структурные переходы.

7. Методы экспериментального исследования лантаноидов. Часть 2

Упругие и механические свойства, магнитострикционные измерения. Тепловое расширение, электрические свойства. Исследования при гидростатическом давлении.

Нестандартные методы: холловская магнитометрия, андреевская спектроскопия, эффект Кондо, атомно-силовая микроскопия.

8. Текущая аттестация в форме занятия семинарского типа.

Промежуточная аттестация, контроль усвоения дисциплины.

9. Лантан, церий, празеодим, неодим, самарий, европий и лютеций

История, происхождение названия, нахождение в природе, получение, физические свойства, химические свойства, основные соединения, минералы, применение, биологическая роль, изотопы, применения.

10. Гадолиний, тербий

История происхождения названия, нахождение в природе, получение, физические свойства, химические свойства, основные соединения, минералы, применение, биологическая роль, изотопы, применение.

11. Диспрозий, гольмий

История происхождения названия, нахождение в природе, получение, физические свойства, химические свойства, основные соединения, минералы, применение, биологическая роль, изотопы, применение.

12. Эрбий, тулий, иттербий

История происхождения названия, нахождение в природе, получение, физические свойства, химические свойства, основные соединения, минералы, применение, биологическая роль, изотопы, применение.

13. Сплавы и соединения лантаноидов

Интерметаллиды. Бинарные соединения. Оксиды и гидроксиды. Галогениды. металлоорганические соединения. Магнитные и транспортные свойства. Аморфные сплавы. Особенности бинарных сплавов лантаноидов. Тонкие пленки лантаноидов. Поверхностный магнетизм: особенности. Соединения лантаноидов и переходных элементов. Системы лантаноид-благородный металл, алюминий, висмут, олово. Наноструктурированные материалы и наночастицы. Наноразмерные мультислои лантаноидов, их соединений с переходными металлами.

14. Экономические аспекты добычи и переработки лантаноидов

Перспективы развития. Магнитокалорический эффект. Магнитное охлаждение.

15. Постоянные магниты

Получение и свойства. Электровакуумное производство. Металлургия. Керамика. нефтегазоразведка. Авиа- и автомобилестроение. Медицина.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Линейная алгебра

#### Цель дисциплины:

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

#### Задачи дисциплины:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- операции с матрицами, методы вычисления ранга матрицы и детерминантов;
- теоремы о системах линейных уравнений Кронекера-Капелли и Фредгольма, правило Крамера, общее решение системы линейных уравнений;
- основные определения и теоремы о линейных пространствах и подпространствах, о линейных отображениях линейных пространств;
- определения и основные свойства собственных векторов, собственных значений, характеристического многочлена;
- приведение квадратичной формы к каноническому виду, закон инерции, критерий Сильвестра;
- координатную запись скалярного произведения, основные свойства самосопряженных преобразований;
- основы теории линейных пространств в объеме, обеспечивающем изучение аналитической механики, теоретической физики и методов оптимального управления.

**уметь:**

- производить матричные вычисления, находить обратную матрицу, вычислять детерминанты;
- находить численное решение системы линейных уравнений. находить собственные значения и собственные векторы линейных преобразований, приводить квадратичную форму к каноническому виду, находить ортонормированный базис из собственных векторов самосопряженного преобразования;
- оперировать с элементами и понятиями линейного пространства, включая основные типы зависимостей: линейные операторы, билинейные и квадратичные формы.

**владеть:**

- общими понятиями и определениями, связанными с матричной алгеброй;
- геометрической интерпретацией систем линейных уравнений и их решений;
- понятиями линейного пространства, матричной записью подпространств и отображений;
- сведениями о применениях спектральных задач;
- применениями квадратичных форм в геометрии и анализе;
- понятиями сопряженного и ортогонального преобразования;
- применениями евклидовой метрики в задачах геометрии и анализа, различными приложениями симметричной спектральной задачи;
- умением пользоваться необходимой литературой для решения задач повышенной трудности (в вариативной части курса).

**Темы и разделы курса:****1. Матрицы и системы линейных уравнений**

1.1. Умножение и обращение матриц. Ортогональные матрицы. Элементарные преобразования матриц. Матричная форма элементарных преобразований.

1.2. Определение и основные свойства детерминантов. Миноры, алгебраические дополнения, разложение детерминанта по элементам строки или столбца. Формула полного разложения детерминанта и ее следствия. Детерминант произведения матриц.

1.3. Решение систем линейных уравнений по методу Крамера. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Теорема о ранге матрицы.

1.4. Системы линейных уравнений. Теорема Кронеккера-Капелли. Фундаментальная система решений и общее решение однородной системы линейных уравнений. Общее решение неоднородной системы. Метод Гаусса. Теорема Фредгольма.

**2. Линейное пространство**

2.1. Аксиоматика линейного пространства. Линейная зависимость и линейная независимость систем элементов в линейном пространстве. Размерность и базис. Подпространства и линейные оболочки в линейном пространстве. Сумма и пересечение подпространств. Прямая сумма. Формула размерности суммы подпространств. Вывод формулы размерности суммы подпространств. Гиперплоскости.

2.2. Разложение по базису в линейном пространстве. Координатное представление элементов линейного пространства и операций с ними. Теорема об изоморфизме. Координатная форма необходимого и достаточного условия линейной зависимости элементов.

2.3. Изменение координат при изменении базиса в линейном пространстве. Матрица перехода и ее свойства. Координатная форма задания подпространств и гиперплоскостей.

### 3. Линейные зависимости в линейном пространстве

3.1. Линейные отображения и линейные преобразования линейного пространства. Операции над линейными преобразованиями. Обратное преобразование. Линейное пространство линейных отображений. Алгебра линейных преобразований.

3.2. Матрицы линейного отображения и линейного преобразования для конечномерных пространств. Операции над линейными преобразованиями в координатной форме. Изменение матрицы линейного отображения при замене базисов. Изоморфизм пространства линейных отображений и пространства матриц.

3.3. Инвариантные подпространства линейных преобразований. Собственные векторы и собственные значения. Собственные подпространства. Линейная независимость собственных векторов, принадлежащих различным собственным векторам.

3.4. Нахождение собственных значений и собственных векторов линейного преобразования конечномерного линейного пространства. Характеристическое уравнение. Оценка размерности собственного подпространства. Условия диагонализуемости матрицы линейного преобразования. Приведение матрицы линейного преобразования к треугольному виду.

3.5. Линейные формы. Сопряженное (двойственное) пространство. Биортогональный базис. Вторичное сопряженное пространство.

### 4. Нелинейные зависимости в линейном пространстве

4.1. Билинейные и квадратичные формы. Их координатное представление в конечномерном линейном пространстве. Изменение матриц билинейной и квадратичной форм при изменении базиса.

4.2. Приведение квадратичной формы к каноническому виду методом Лагранжа. Теорема инерции для квадратичных форм. Знакоопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Приведение квадратичной формы к диагональному виду элементарными преобразованиями. Формулировка теоремы Жордана.

## 5. Евклидово пространство

5.1. Аксиоматика евклидова пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Неравенство треугольника. Матрица Грама и ее свойства.

5.2. Конечномерное евклидово пространство. Ортогонализация базиса. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональное дополнение подпространства.

5.3. Линейные преобразования евклидова пространства. Ортогональное проектирование на подпространство. Сопряженные преобразования, их свойства. Координатная форма сопряжения преобразования конечномерного евклидова пространства.

5.4. Самосопряженные преобразования. Свойства их собственных векторов и собственных значений. Существование базиса из собственных векторов самосопряженного преобразования.

5.5. Ортогональные преобразования. Их свойства Координатный признак ортогональности. Свойства ортогональных матриц. Полярное разложение линейных преобразований евклидова пространства. Канонический вид матрицы ортогонального преобразования. Сингулярное разложение.

5.6. Построение ортонормированного базиса, в котором квадратичная форма имеет диагональный вид. Одновременное приведение к диагональному виду пары квадратичных форм, одна из которых является знакоопределенной.

## 6. Унитарное пространство

6.1. Унитарное пространство и его аксиоматика. Унитарные и эрмитовы матрицы. Унитарные и эрмитовы преобразования. Эрмитовы формы. Свойства унитарных и эрмитовых преобразований. Свойства эрмитовых форм.

6.2. Понятие о тензорах. Основные тензорные операции. Тензоры в евклидовом пространстве. Тензоры в ортонормированном базисе.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Линейные методы в радиотехнике**

#### **Цель дисциплины:**

познакомить студентов, специализирующихся в области обработки сигналов, со свойствами активных компонентов современной электроники и принципами их применения для построения усилительных устройств.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) ознакомление со свойствами активных электронных компонентов, применяемых в усилительной технике;
- 2) основание принципов построения усилительных электронных схем;
- 3) овладение методами анализа электронных схем и оценивания их характеристик.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

принцип действия и свойства основных компонентов, образующих элементную базу современной электроники.

##### **уметь:**

проводить наблюдения и измерения с использованием аппаратных средств современной электроники.

##### **владеть:**

основными методами теоретического анализа свойств электронных схем.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Принципы усиления сигналов

1. Характеристики биполярного транзистора, принцип усиления, построение нагрузочной прямой, динамический диапазон усилительного каскада, схемы задания начального режима. Температурная стабильность.
2. Линеаризованные модели усилительных элементов. Малосигнальные эквивалентные схемы усилителей. Малосигнальные параметры усилительных каскадов на биполярном транзисторе. Схемы с общими эмиттером, коллектором и базой.
3. Полевые транзисторы, особенности построения усилительных каскадов на них. Схемные решения с комплементарными и комбинированными усилительными элементами.
4. Частотные свойства усилителя. Интегрирующая и дифференцирующая цепи как фильтры нижних и верхних частот. Верхняя и нижняя граничные частоты усилителя. Широкополосные усилительные схемы – каскодная схема, схема с общей базой.

## 2. Обратные связи в усилительных устройствах

1. Обратные связи в усилительных устройствах. Блок-схема петли обратной связи. Влияние отрицательной обратной связи на линейность и полосу пропускания усилителя. Проблема устойчивости усилителя с обратной связью. Принцип коррекции АЧХ усилителя с целью обеспечения его устойчивости в петле обратной связи.
2. Классификация обратных связей. Связи последовательная и параллельная, по току и по напряжению. Влияние обратных связей различных типов на малосигнальные параметры усилителя. Анализ моделей усилителей с обратными связями всевозможных типов.

## 3. Дифференциальный усилитель

Представление об униполярных и дифференциальных сигналах. Дифференциальные усилители и их параметры. Аналитическое описание дифференциального каскада. Режим переключения тока. Применение токовых зеркал и других генераторов тока в дифференциальных усилителях.

## 4. Операционные усилители

1. Операционный усилитель (ОУ). Представление об идеальном ОУ. Характеристики реальных ОУ.
2. Схемы на ОУ с отрицательной обратной связью. Принцип виртуальной земли. Масштабные усилители. Преобразование ток-напряжение, схемы взвешенного суммирования, дифференциальные усилители на ОУ.
3. Схемы на ОУ с реактивными компонентами. Интегратор, дифференциатор, звенья второго порядка для активных фильтров. Схемы звеньев второго порядка Саллена-Ки и схемы на операционных усилителях с отрицательной обратной связью.
4. Схемы на ОУ с отрицательной и положительной обратными связями. Конверторы и инверторы сопротивления. Гираторы.
5. Схемы на ОУ с положительной обратной связью. Триггер Шмидта, самовозбуждающийся мультивибратор. Ждущий мультивибратор.

## 5. Резонансные усилители

Классификация звеньев второго порядка. Колебательный контур как полосовое звено. Параллельная схема замещения, техника учета вносимых потерь. Однокаскадные и многокаскадные усилители радиочастоты. Устойчивость этих усилителей к самовозбуждению.

## 6. Усилители мощности

Усилители мощности, принципы максимизации коэффициента полезного действия. Трансформаторные и бестрансформаторные двухтактные каскады усилителей мощности. Принцип построения импульсных усилителей мощности.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Магнитные материалы для электропривода**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Магнитные материалы для электропривода» является формирование знания и понимания физической природы магнитных материалов, применяемых в электроприводе, формирование представлений о технологических возможностях изготовления этих материалах и их применения в электроприводе.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний на уровне представлений: освоение основных понятий физики магнитных материалов и теоретических моделей магнитных материалов, классификации магнитных материалов и типов магнитного упорядочения, свойств магнитомягких и магнитожёстких материалов, терминологии, касающейся магнитных материалов, технологии их изготовления, а также описания и методов экспериментального определения их свойств;
- формирование знаний на уровне воспроизведения: освоение принципов выбора магнитных материалов для практического применения, понимание технологических возможностей и ограничений при применении магнитных материалов, а также методов тестирования магнитных материалов и определения их свойств;
- формирование знаний на уровне понимания: освоение основных методов расчёта параметров магнитных систем, создаваемых на основе магнитных материалов, оценки требований к магнитным материалам и технологии их изготовления исходя из технических требований к устройствам электропривода.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия физики магнитных материалов и теоретические модели магнитных материалов;
- классификацию магнитных материалов и типов магнитного упорядочения;
- свойства магнитомягких и магнитожёстких материалов;
- терминологию, касающуюся магнитных материалов, технологии их изготовления, а также описания и экспериментального определения их свойств;



- методы экспериментального определения свойств магнитных материалов.

**уметь:**

- выбирать магнитные материалы для практического применения, с учётом технологических возможностей и ограничений их применения;
- определять основные свойства магнитных материалов.

**владеть:**

- навыками оценки основных параметров магнитных систем, создаваемых на основе магнитных материалов;
- навыками оценки требований к магнитным материалам и технологии их изготовления исходя из технических требований к устройствам электропривода.

**Темы и разделы курса:**

1. Физика магнитных материалов. Часть 1

Магнитные взаимодействия и магнитное поле. Уравнения Максвелла и магнитоэлектростатическое поле. Поля проводников различной конфигурации. Поле рамки с током и дипольный магнитный момент.

2. Физика магнитных материалов. Часть 2

Магнитные среды и намагниченность. Магнитная индукция и напряжённость магнитного поля, поток вектора магнитной индукции. Граничные условия для магнитного поля и намагниченности. Энергия магнитного поля.

3. Физика магнитных материалов. Часть 3

Магнитный момент многоэлектронного атома. d- и f- переходные элементы. Локализованные магнитные моменты. Диамагнетики. Парамагнетики. Теория молекулярного поля. Коллинеарные и неколлинеарные спиновые структуры.

4. Физика магнитных материалов. Часть 4

Делокализованные магнитные моменты. Зонная структура металлов. Зонный магнетизм. Кристаллическое поле и магнитокристаллическая анизотропия. Магнитострикция.

5. Физика магнитных материалов. Часть 5

Домены. Петля гистерезиса. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Техническое намагничивание. Размагничивающий фактор.

6. Магнитомягкие материалы, электротехнические стали и сплавы

Основные типы магнитомягких материалов. Намагничивание и перемагничивание магнитомягких материалов. Закон Рэлея. Потери на гистерезис. Пермаллой, суперпермаллой, пермендюр, электротехнические стали, магнитомягкие ферриты. Аморфные магнитные материалы. Получение магнитомягких материалов.

## 7. Магнитотвёрдые материалы

Основные типы магнитотвёрдых (магнитожёстких) материалов. Петля гистерезиса магнитотвёрдых материалов. Соотношение Кронмюллера и теорема Брауна. Магнитореологические жидкости.

## 8. Неродкоземельные постоянные магниты

Ферриты. Сплавы 3d металлов. Температурная зависимость параметров неродкоземельных постоянных магнитов. Перспективные неродкоземельные постоянные магниты.

## 9. Родкоземельные постоянные магниты

Кристаллическое поле в 4f элементах. Одноосная магнитная анизотропия. Неодимовые и самариевые постоянные магниты. Температурная зависимость параметров родкоземельных постоянных магнитов. Магнитные диэлектрики.

## 10. Технология изготовления неродкоземельных постоянных магнитов

Технология изготовления ферритовых постоянных магнитов. Технология изготовления постоянных магнитов Алнико. Нанотехнологии в производстве неродкоземельных постоянных магнитов.

## 11. Технология изготовления родкоземельных постоянных магнитов

Технология изготовления неодимовых родкоземельных магнитов. Технология изготовления самариевых родкоземельных магнитов. Пути увеличения коэрцитивной силы и энергетического произведения родкоземельных постоянных магнитов. Нанотехнологии в производстве родкоземельных постоянных магнитов.

## 12. Методы исследования и контроля магнитных свойств материалов. Часть 1

Методы создания магнитного поля (соленоиды, электромагниты, катушки Гельмгольца, сверхпроводящие соленоиды, источники поля на постоянных магнитах). Магнитометры (индукционный, вибрационный, экстракционный, СКВИД). Измерение параметров магнитомягких материалов и постоянных магнитов (контроль потока вектора магнитной индукции, гистерезисграф). Нейтронография. Определение констант анизотропии. Измерение магнитной восприимчивости (методы Гуи и Фарадея, динамическая восприимчивость).

## 13. Методы исследования и контроля магнитных свойств материалов. Часть 2

Получение кривой размагничивания постоянного магнита на гистерезисграфе. Измерение потока вектора магнитной индукции постоянного магнита. Измерение петли гистерезиса на индукционном магнитометре с источником поля на постоянных магнитах.

## 14. Основные методы расчёта параметров магнитных систем. Часть 1

Магнитные цепи. Магнитодвижущая сила и магнитное сопротивление. Методы расчёта магнитных цепей. Основные методы аналитического расчёта параметров магнитных систем.

## 15. Основные методы расчёта параметров магнитных систем. Часть 2

Численный метод расчёта параметров магнитных систем – метод конечных элементов. Теоретические основы метода конечных элементов. Построение моделей для расчёта и проведение расчётов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Математические методы оптимизации**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области оптимизации и оптимального управления. Получение практических навыков решения задач оптимизации и управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основ методов поиска экстремумов функций многих переменных;
- изучение методов оптимизации для линейных и нелинейных задач;
- изучение численных методов оптимизации;
- изучение динамических систем и задач управления;
- изучение методов нахождения оптимального управления для динамических систем;
- получение практических навыков решения задач оптимизации и оптимального управления.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- необходимые и достаточные условия экстремумов функций многих переменных;
- методы поиска экстремумов;
- структура динамической системы;
- методы поиска оптимального управления.

##### **уметь:**

- сводить задачу оптимизации к каноническому виду;
- выбирать метод оптимизации исходя из особенностей задачи;
- строить алгоритм нахождения оптимального управления.

##### **владеть:**

- методами нахождения экстремумов функций многих переменных;
- численными подходами оптимизации;
- основами вариационного исчисления.

### **Темы и разделы курса:**

1. История математических методов оптимизации. Постановка задачи математического программирования.

Допустимое множество и целевая функция. Типы максимумов. Классическая задача математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.

2. Сужение класса оптимизируемых функций.

Необходимые и достаточные условия достижения строгого локального максимума в задаче без ограничений. Задача Лагранжа. Метод Лагранжа. Необходимые условия 1-го и 2-го порядка. Интерпретация множителей Лагранжа.

3. Нелинейное программирование.

Постановка задачи. Необходимые условия в задаче с ограничениями неотрицательности переменных.

Условия Куна-Таккера. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема о седловой точке. Условия дополняющей нежесткости.

4. Задачи линейного программирования.

Постановка задачи. Многогранное множество. Угловая точка. Теорема о существовании угловой точки, в которой целевая функция достигает максимума.

5. Базисы в системах векторов.

Опорное решение. Выделение базиса в системе векторов, разложение векторов по базису, переход к другому базису. Метод Жордана-Гаусса. Построение опорных решений, обход угловых точек многогранника.

6. Симплекс-метод.

Оценки решения, критерии о введении и выведении векторов из базиса. Алгоритм симплекс-метода. Критерий единственности решения, отсутствия решения. Двухфазный симплекс-метод. Метод искусственного базиса. Эффект «зацикливания».

7. Двойственная задача.

Несимметричные и двойственные задачи. Теорема о существовании решений прямой и двойственной задач.

8. Численные методы оптимизации.

Численные методы отыскания безусловного экстремума. Релаксационная последовательность. Скорость сходимости. Градиентные методы 1-го порядка: метод с дроблением шага, метод наискорейшего спуска. Овражный случай: эвристические методы, масштабирование переменных.

Метод Ньютона.

9. Метод сопряженных направлений.

Метод Ньютона-Рафсона. Сопряженные вектора. Построение последовательности сопряженных векторов для решения квадратичной задачи. Алгоритм метода сопряженных направлений.

10. Нелинейные задачи с ограничениями.

Метод проекции градиента. Метод штрафных функций. Внешние и внутренние штрафные функции.

11. Методы одномерной оптимизации.

Дихотомия. Золотое сечение. Метод Ньютона.

12. Задача детерминированного управления.

Постановка задачи детерминированного управления. Динамическая система. Функционалы качества Больца, Лагранжа, Майера. Ограничения задачи. Задача о максимальном быстродействии.

13. Дискретные задачи управления.

Метод динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Функция оптимального поведения. Функциональное уравнение Беллмана. Решение многошаговых задач методом динамического программирования.

14. Непрерывные задачи управления.

Задачи вариационного исчисления. Условие Эйлера. Задача с закрепленными концами, со свободными концами. Условие трансверсальности. Основная формула для вариации функционала.

15. Принцип максимума Понтрягина.

Принцип максимума Понтрягина. Вывод канонических уравнений для случая отсутствия ограничений на управление. Задача управления по минимуму энергии – решение.

16. Линейные системы с квадратичным критерием качества.

Случай замкнутого решения из принципа Максимиума. Задача о регуляторе выхода. Задача слежения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Математические основы машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы и проблематику теории обучения машин;
- основные методы и алгоритмы решения задач обучения по прецедентам;
- основные области применения этих методов и алгоритмов;
- классификации, кластеризации и регрессии.

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

- основными понятиями теории машинного обучения;
- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;

- навыками теоретического анализа реальных задач, решаемых с помощью алгоритмов обучения по прецедентам.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение. Основные понятия и примеры прикладных задач

- Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные.
- Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, ранжирование.
- Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.
- Линейные модели регрессии и классификации. Метод наименьших квадратов. Полиномиальная регрессия.
- Примеры прикладных задач.
- Методика экспериментального исследования и сравнения алгоритмов на модельных и реальных данных.
- Конкурсы по анализу данных [kaggle.com](https://www.kaggle.com). Полигон алгоритмов классификации.
- CRISP-DM — межотраслевой стандарт ведения проектов интеллектуального анализа данных.

#### 2. Линейные методы и стохастический градиент

- Линейный классификатор, модель МакКаллока-Питтса, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь.
- Метод стохастического градиента SG.
- Метод стохастического среднего градиента SAG.
- Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, «выбивание» из локальных минимумов.
- Проблема мультиколлинearности и переобучения, регуляризация или редукция весов (weight decay).
- Вероятностная постановка задачи классификации. Принцип максимума правдоподобия.
- Вероятностная интерпретация регуляризации, совместное правдоподобие данных и модели. Принцип максимума апостериорной вероятности.
- Гауссовский и лапласовский регуляризаторы.
- Логистическая регрессия. Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Метод стохастического градиента для логарифмической функции потерь.



Сглаженное правило Хэбба. Многоклассовая логистическая регрессия. Регуляризованная логистическая регрессия. Калибровка Платта.

### 3. Нейронные сети и градиентные методы

- Биологический нейрон, модель МакКаллока-Питтса как линейный классификатор. Функции активации.
- Проблема полноты. Задача исключающего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевых функций.
- Алгоритм обратного распространения ошибок.
- Быстрые методы стохастического градиента: Поляка, Нестерова, AdaGrad, RMSProp, AdaDelta, Adam, Nadam, диагональный метод Левенберга-Марквардта.
- Проблема взрыва градиента и эвристика gradient clipping.
- Метод случайных отключений нейронов (Dropout). Интерпретации Dropout.
- Обратный Dropout и L2-регуляризация.
- Функции активации ReLU и PReLU. Проблема «паралича» сети.
- Эвристики для формирования начального приближения.
- Метод послойной настройки сети.
- Подбор структуры сети: методы постепенного усложнения сети, оптимальное прореживание нейронных сетей (optimal brain damage).

### 4. Метрические методы классификации и регрессии

- Гипотезы компактности и непрерывности.
- Обобщённый метрический классификатор.
- Метод ближайших соседей kNN и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.
- Метод окна Парзена с постоянной и переменной шириной окна.
- Метод потенциальных функций и его связь с линейной моделью классификации.
- Непараметрическая регрессия. Локально взвешенный метод наименьших квадратов. Ядерное сглаживание.
- Оценка Надарая-Ватсона с постоянной и переменной шириной окна. Выбор функции ядра и ширины окна сглаживания.
- Задача отсева выбросов. Робастная непараметрическая регрессия. Алгоритм LOWESS.
- Задача отбора эталонов. Полный скользящий контроль (CVV), формула быстрого вычисления для метода INN. Профиль компактности.

- Отбор эталонных объектов на основе минимизации функционала полного скользящего контроля.

## 5. Метод опорных векторов

- Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin).
- Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь.
- Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов.
- Рекомендации по выбору константы  $C$ .
- Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера.
- Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер.
- SVM-регрессия.
- Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.
- Метод релевантных векторов RVM

## 6. Многомерная линейная регрессия

- Задача регрессии, многомерная линейная регрессия.
- Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл.
- Сингулярное разложение.
- Проблемы мультиколлинеарности и переобучения.
- Регуляризация. Гребневая регрессия через сингулярное разложение.
- Методы отбора признаков: Лассо Тибширани, Elastic Net, сравнение с гребневой регрессией.
- Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена-Лоэва, его связь с сингулярным разложением.
- Спектральный подход к решению задачи наименьших квадратов.
- Задачи и методы низкоранговых матричных разложений.

## 7. Нелинейная регрессия

- Метод Ньютона-Рафсона, метод Ньютона-Гаусса.
- Обобщённая аддитивная модель (GAM): метод настройки с возвращениями (backfitting) Хасти-Тибширани.
- Логистическая регрессия. Метод наименьших квадратов с итеративным пересчётом весов (IRLS). Пример прикладной задачи: кредитный скоринг. Бинаризация признаков.

Скоринговые карты и оценивание вероятности дефолта. Риск кредитного портфеля банка.

- Обобщённая линейная модель (GLM). Экспоненциальное семейство распределений.
- Неквадратичные функции потерь. Метод наименьших модулей. Квантильная регрессия. Пример прикладной задачи: прогнозирование потребительского спроса.
- Робастная регрессия, функции потерь с горизонтальными асимптотами.

## 8. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков

- Критерии качества классификации: чувствительность и специфичность, ROC-кривая и AUC, точность и полнота, AUC-PR.
- Внутренние и внешние критерии. Эмпирические и аналитические критерии.
- Скользящий контроль, разновидности эмпирических оценок скользящего контроля. Критерий непротиворечивости.
- Разновидности аналитических оценок. Регуляризация. Критерий Акаике (AIC). Байесовский информационный критерий (BIC). Оценка Вапника-Червоненкиса.
- Сложность задачи отбора признаков. Полный перебор.
- Метод добавления и удаления, шаговая регрессия.
- Поиск в глубину, метод ветвей и границ.
- Усечённый поиск в ширину, многорядный итерационный алгоритм МГУА.
- Генетический алгоритм, его сходство с МГУА.
- Случайный поиск и Случайный поиск с адаптацией (СПА).

## 9. Логические методы классификации

- Понятие логической закономерности.
- Параметрические семейства закономерностей: конъюнкции пороговых правил, синдромные правила, шары, гиперплоскости.
- Переборные алгоритмы синтеза конъюнкций: стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция.
- Двухкритериальный отбор информативных закономерностей, парето-оптимальный фронт в  $(p, n)$ -пространстве.
- Решающее дерево. Жадная нисходящая стратегия «разделяй и властвуй». Алгоритм ID3. Недостатки жадной стратегии и способы их устранения. Проблема переобучения.
- Вывод критериев ветвления. Мера нечистоты (impurity) распределения. Энтропийный критерий, критерий Джини.
- Редукция решающих деревьев: предредукция и постредукция. Алгоритм C4.5.

- Деревья регрессии. Алгоритм CART.
- Небрежные решающие деревья (oblivious decision tree).
- Решающий лес. Случайный лес (Random Forest).

#### Факультатив

- Статистический критерий информативности, точный тест Фишера. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного критерия информативности. Разнообразие критериев информативности в  $(p,n)$ -пространстве.
- Решающий пень. Бинаризация признаков. Алгоритм разбиения области значений признака на информативные зоны.
- Решающий список. Жадный алгоритм синтеза списка.
- Преобразование решающего дерева в решающий список.

#### 10. Линейные композиции, бустинг

- Основные понятия: базовый алгоритм (алгоритмический оператор), корректирующая операция.
- Взвешенное голосование.
- Алгоритм AdaBoost. Экспоненциальная аппроксимация пороговой функции потерь. Процесс последовательного обучения базовых алгоритмов. Теорема о сходимости бустинга.
- Обобщающая способность бустинга.
- Базовые алгоритмы в бустинге. Решающие пни.
- Варианты бустинга: GentleBoost, LogitBoost, BrownBoost, и другие.
- Алгоритм AnyBoost.
- Алгоритм XGBoost.
- Градиентный бустинг. Стохастический градиентный бустинг.

#### 11. Байесовская классификация и оценивание плотности

- Принцип максимума апостериорной вероятности. Теорема об оптимальности байесовского классификатора.
- Оценивание плотности распределения: три основных подхода.
- Наивный байесовский классификатор.
- Непараметрическое оценивание плотности. Ядерная оценка плотности Парзена-Розенблатта. Одномерный и многомерный случаи.

- Метод парзеновского окна. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна, переменная ширина окна.
- Параметрическое оценивание плотности. Нормальный дискриминантный анализ.
- Многомерное нормальное распределение, геометрическая интерпретация. Выборочные оценки параметров многомерного нормального распределения.
- Квадратичный дискриминант. Вид разделяющей поверхности. Подстановочный алгоритм, его недостатки и способы их устранения.
- Линейный дискриминант Фишера.
- Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация ковариационной матрицы.
- Параметрический наивный байесовский классификатор.
- Смесь распределений.
- EM-алгоритм как метод простых итераций для решения системы нелинейных уравнений.
- Выбор числа компонентов смеси. Пошаговая стратегия. Априорное распределение Дирихле.
- Смесь многомерных нормальных распределений. Сеть радиальных базисных функций (RBF) и применение EM-алгоритма для её настройки.
- Сравнение RBF-сети и SVM с гауссовским ядром.

## 12. Кластеризация и частичное обучение

- Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач. Типы кластерных структур.
- Постановка задачи Semisupervised Learning, примеры приложений.
- Оптимизационные постановки задач кластеризации и частичного обучения.
- Алгоритм k-средних и EM-алгоритм для разделения гауссовской смеси.
- Графовые алгоритмы кластеризации. Выделение связанных компонент. Кратчайший незамкнутый путь.
- Алгоритм ФОРЭЛ.
- Алгоритм DBSCAN.
- Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса и его частные случаи.
- Алгоритм построения дендрограммы. Определение числа кластеров.
- Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуکتивности. Псевдокод редуکتивной версии алгоритма.
- Простые эвристические методы частичного обучения: self-training, co-training, co-learning.

- Трансдуктивный метод опорных векторов TSVM.
- Алгоритм Expectation-Regularization на основе многоклассовой регуляризированной логистической регрессии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Математические основы систем автоматизированного проектирования сверхбольших интегральных схем**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области математических моделей и методов, алгоритмов и структур данных, применяемых в системах автоматизации проектирования сверхбольших интегральных схем (СБИС).

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование общего представления о современных тенденциях развития микроэлектроники и проблемах автоматизации проектирования СБИС;
- формирование базовых знаний в области математических моделей и методов, алгоритмов и структур данных, применяемых в САПР;
- обучение студентов примерам практического применения математических моделей и методов для решения конкретных задач при проектировании СБИС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные тенденции развития микроэлектроники и принципы проектирования СБИС;
- основы формальной верификации СБИС;
- абстрактные модели алгоритмов и понятия алгоритмической сложности;
- основы теории графов и базовые алгоритмы на графах в САПР;
- математические модели и методы оптимизации в САПР СБИС;
- базовые методы вычислительной геометрии.

##### **уметь:**

- эффективно применять математические модели и методы для решения задач автоматизации проектирования СБИС;

- эффективно использовать подходящие алгоритмы и структуры данных при программировании средств САПР.

**владеть:**

- математическим моделированием задач проектирования СБИС.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в САПР СБИС

Тенденции развития микроэлектроники и принципы проектирования современных СБИС. Предмет и задачи автоматизации проектирования СБИС. Уровни, аспекты и этапы проектирования. Типовая схема нисходящего проектирования. Виды обеспечения САПР. Показатели эффективности САПР. Современные проблемы проектирования СБИС.

2. Введение в формальную верификацию ЭУ

Основные задачи и область применения формальной верификации. Темпоральная логика и основные алгоритмы верификации. Обзор решений, языков и путей оптимизации средств. Динамическая верификация. Современные тенденции в формальной верификации. Абстракция, аппаратная верификация. Способы представления графов (матрицы инцидентности и смежности, списки ребер, код Харари, списки инцидентности). Обходы графа (поиски в глубину и ширину). Кодировка деревьев. Плотность графа.

3. Основы теории графов. Алгоритмический подход

Фундаментальное множество циклов, алгоритм нахождения ФМН. Эйлеровы пути в графе. Алгоритм нахождения Эйлерова цикла. Понятие о Гамильтоновых путях. Планарность графа. Свойства плоских графов. Задача проверки изоморфизма. Гиперграфы. Способы представления гиперграфов и применение в САПР.

4. Кратчайшие пути на ориентированном графе

Общая идея алгоритмов, основанных на «релаксации» рёбер. Обобщённый алгоритм Беллмана-Форда-Мура, различные эвристики. Вычисление расстояний в бесконтурном графе, в графе с неотрицательными весами, в графе общего вида. Алгоритм Флойда. Задача одномерного сжатия топологии на графе ограничений.

5. Математические модели и методы оптимизации в САПР СБИС

Методы искусственного интеллекта. Задачи ИИ. Области применения ИИ. Методы представления задач. Формулировка задачи в замкнутой форме. Классификация задач по сложности. Линейные, полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Примеры задач полиномиальной сложности.

6. Абстрактные модели алгоритмов

Детерминированная и недетерминированная машины Тьюринга. Примеры алгоритмов, описанных на ДМТ и НДМТ (раскраска географической карты). Примеры задач класса NP. NP-сложность и NP-полнота. Теорема Кука (формулировка). Отношения сводимости в классе NP-полных задач.



## 7. Методы решения задач из NP-класса

Метод перебора и необходимость ограничения перебора. Градиентные методы. Алгоритм A\*. Примеры применения алгоритма A\*.

## 8. Динамическое программирование

Пример решения задачи технологического мэппинга с помощью динамического программирования (алгоритм Кейтцера).

## 9. Жадный алгоритм

Матроиды. Пример построения связывающего дерева на графе с помощью алгоритма Крускала.

## 10. Метод ветвей и границ

Примеры решения задач линейного размещения и построения дерева Штейнера.

## 11. Метод вектора спада

Пример решения задачи коммивояжера. Моделирование отжига. Генетический алгоритм. Линейное программирование.

## 12. Применение методов вычислительной геометрии для представления и обработки геометрической информации

Определения, виды задач, общие методы решения. Базовые вычислительные приёмы: пересечение отрезков, локализация точки относительно прямой, повороты, сравнение углов и расстояний. Общие и специфические алгоритмические методы. Структуры данных вычислительной геометрии.

## 13. Некоторые задачи вычислительной геометрии

Геометрический поиск: задачи локализации и регионального поиска. Построение выпуклой оболочки и связанные задачи. Задачи о близости. Алгоритм сканирующей линии пересечения отрезков.

## 14. Диаграммы Вороного как универсальный инструмент решения ряда фундаментальных и прикладных задач

Классическая диаграмма Вороного и её обобщения. Решение задач о близости с помощью диаграммы Вороного. Методы построения диаграмм Вороного. Применение диаграмм Вороного в САПР.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Машинное обучение и нейросети**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация - электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современном состоянии, принципах и проблемах построения современных цифровых систем машинного обучения, использующих нейросетевые алгоритмы, имеющих различное назначение и реализацию; познакомить со структурой информации и протоколами ее обработки; познакомить слушателей с реализацией современных методов построения нейросетей с использованием универсальных и специализированных машин и подготовить к изучению других специальных дисциплин – Микропроцессорные системы, Информационная среда цифровых систем управления и Системы цифрового адаптивного управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения алгоритмических решений нижнего и среднего уровня, предназначенных для реализации нейросетевых алгоритмов машинного обучения;
- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области создания и использования компонент, блоков и типовых приемов и модулей систем машинного обучения;
- раскрытие сущности и значения задач специализации нейросетей, их места в общей системе задач эффективного использования цифровых систем, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ проектной деятельности;
- формирования системного подхода в сфере алгоритмизации и проектирования и привития инженерной культуры, умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы построений нейросетей, применительно к широкому классу алгоритмов, систем, устройств и процессов;

- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных цифровых ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации компонент, модулей и составных частей проектируемых систем машинного обучения;
- принципы реализации и эффективного использования вычислительных ресурсов, систем и средств машинного обучения.

#### **уметь:**

- эффективно применять свои знания для решения задач проектирования нейросетей, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации отдельных компонент системы;
- практически реализовывать полученные навыки разработки нейросетей машинного обучения;
- формулировать задачи создания цифровых моделей нейросетей, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

#### **владеть:**

- умением выбрать вычислительные ресурсы, необходимые для построения цифровой модели нейросети, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения объектов проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по построению и эксплуатации цифровых нейросетей и систем;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Машинное обучение (МО), глубокое обучение и нейронные сети (НС).

1.1. Введение. Цели и тематика курса. Формальное определение понятия «машинное обучение».

1.2. Три кита машинного обучения: данные для обучения; математические методы и вычислительные ресурсы.

1.3. Нейронные сети – инструмент, механизм в рамках машинного обучения.

2. Цифровые системы, алгоритмы и методы машинного обучения

- 2.1. Статистические методы и модели. Модели и методы нечеткой логики.
- 2.2. Контролируемое и неконтролируемое обучение.
- 2.3. Машинное обучение с подкреплением. Преимущества и недостатки цифровых систем обучения.
  
3. Задачи машинного обучения. Модели и структура информационных связей.
  - 3.1. Использование машинного обучения в реальном мире.
  - 3.2. Перспективы и проблемы машинного обучения.
  
4. Простейшие нейронные сети. Классический подход к организации нейронных сетей.
  - 4.1. Цифровые автоматы и модели цифровой нейронной сети.
  - 4.2. Классический подход к организации нейронных сетей.
  - 4.3. Машинное обучение и моделирование на основе реальных данных.
5. Области эффективного применения нейронных сетей и машинного обучения.
  - 5.1. Методы машинного обучения и нейросети для решения задач моделирования.
  - 5.2. Методы предобучения и классифицирующие методы.
6. Направления развитие нейросетевых технологий. Общие понятия.
  - 6.1. Сверточные и глубокие сети. Карты, рекуррентные сети.
  - 6.2. Импульсные или спайковые сети.
  - 6.3. Нечеткие нейронные сети и генетические алгоритмы.
7. Модели и методы машинного обучения и нейросетевые технологии на примере анализа текстов.
  - 7.1. Базовый анализ и препроцессинг текста. Анализ текстов (документов) и информационный поиск
  - 7.2. Сегментация текста, морфологический и синтаксический анализ. Семантическое представление текста
8. Базовые концепции машинного обучения при анализе информационного потока.
  - 8.1. Особенности реальных данных: разнородность, неполнота, избыточность, неточность, противоречивость и отсутствие структурного представления.
  - 8.2. Виды моделей и специализация систем обработки данных.
  
9. Предобучение и роль формирования обучающей выборки
  - 9.1. Способы представления и кодирования входных данных.

9.2. Преимущества предобработки, построение классификаторов и структурирование данных

9.3. Проблемы переобучения.

10. Оптимизационные задачи машинного обучения. Основные направления и приемы оптимизации

10.1. Необходимые условия успешного применения МО и НС.

10.2. Кластеризация, ранжирование и векторизация объектов (данных) для оптимизации МО.

10.3. Примеры задачи машинного обучения с векторизацией объектов исследования.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Методы обработки радиотехнических сигналов**

#### **Цель дисциплины:**

Студенты знакомятся с основными методами аналоговой и цифровой обработки сигналов.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов выбирать методы и средства, адекватные решаемой задаче, показать, как работает этот аппарат при решении конкретных научных и технических задач в области радиотехники;
- научить видеть тесную связь математического описания, с физической стороной рассматриваемого явления, научить составлять модели изучаемых процессов;
- приобретение студентами навыков работы с измерительными приборами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные методы анализа и синтеза аналоговых и цифровых фильтров.

##### **уметь:**

выбирать математический аппарат, адекватный решаемой задаче

конструировать аналоговые и цифровые фильтры для различных приложений

##### **владеть:**

методами анализа и синтеза аналоговых и цифровых фильтров

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основы теории фильтрации

Методы аппроксимации. Фильтры Чебышева, Баттерворта, эллиптические.

Преобразования фильтров

## 2. Лестничные фильтры

Бездиссипативные фильтры. Их синтез лестничными структурами.

## 3. Операционные усилители

Петли обратной связи. Операционный усилители. Принцип виртуального замыкания. Масштабные усилители.

## 4. Активные фильтры

Принципы построения активных фильтров.

Схемы реализации звенов второго порядка.

## 5. Теория дискретизации

Дискретизация аналоговых сигналов. Условия обратимости.

Теорема Котельникова

## 6. Спектры дискретизованных сигналов

Спектральная теория дискретизованных сигналов. z-преобразование.

## 7. Быстрое преобразование Фурье

Дискретное преобразование Фурье. Его использование в спектрльном анализе.

Быстрые алгоритмы вычисления.

## 8. Цифровая фильтрация

Передаточная функция цифрового фильтра. Схемы реализации фильтров.

Синтез рекурсивных и нерекурсивных цифровых фильтров

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Методы сжатия данных**

#### **Цель дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системы знаний в области сжатия информации для дальнейшего применения на практике методов и алгоритмов сжатия.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области теории кодирования источников как части теории информации;
- обучение студентов основным методам сжатия данных без потерь и с потерями;
- ознакомление студентов с современными методами сжатия изображения, видео и звука.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории информации, применяющиеся для кодирования дискретных источников;
- математические методы построения оптимальных кодов;
- математические методы, лежащие в основе сжатия данных;
- основные методы сжатия данных;
- основные методы сжатия изображений;
- основные методы сжатия звука;
- основные методы сжатия видео.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- понимать принципы работы современных средств сжатия данных;



- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- применять математические методы сжатия данных в самостоятельной работе и исследованиях.

**владеть:**

- современными методами сжатия данных;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическими методами сжатия данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в теорию информации.

Основные понятия. Шенноновская энтропия и ее основные свойства. Энтропия пары и условная энтропия. Колмогоровская сложность и ее основные свойства. Теорема Колмогорова-Соломонова. Связь сложности и энтропии. Кодирование информации.

2. Виды методов сжатия. Базовые методы сжатия. Статистические методы сжатия.

Кодирование длин серий. Алгоритм «стопка книг» (Move-to-Front). Модель источника без памяти. Префиксные коды. Неравенство Крафта. Коды Хаффмана. Арифметическое кодирование. Адаптивные коды Хаффмана и арифметические коды.

3. Методы контекстного моделирования.

Методы контекстного моделирования. Марковские источники. Алгоритм PPM.

4. Словарные методы.

Введение в словарные методы. Алгоритмы Зива-Лемпела. (LZ77, LZ78, LZW). Формат deflate. Примеры других словарных алгоритмов: LZMA, RAR, PNG.

5. Сжатие изображений.

Подходы к сжатию изображений. Алгоритмы сжатия без потерь. Сжатие с потерями. Методы преобразования, используемые при сжатии изображений (дискретное косинусное преобразование, преобразование Уолша-Адамара, преобразование Хаара). Прогрессирующее сжатие изображений. Алгоритм JPEG. Вейвлетные методы. Стандарт JPEG 2000.

6. Сжатие видео.

Основные стандарты видео. Подходы к сжатию видео. Субоптимальные алгоритмы поиска. Семейство стандартов MPEG. Принципы кодирования видео в стандартах MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4. Принципы кодирования в стандарте H.261.

7. Сжатие звука.

Особенности оцифровки звука и восприятия звука человеком. Подходы к сжатию звука с потерями. Сжатие звука в стандарте MPEG-1.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Микроконтроллеры**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами базовых знаний в области проектирования современных цифровых устройств с использованием микроконтроллеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области современных микроконтроллеров, методов и маршрута проектирования устройств на их основе;
- обучение студентов принципам программирования микроконтроллеров и формирование навыков программирования на языке АССЕМБЛЕР;
- формирование знаний и проектных навыков в области проектирования и отладки цифровых устройств на микроконтроллерах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы построения, параметры и характеристики цифровых устройств;
- основы языка Ассемблера;
- области возможного применения микроконтроллеров.

##### **уметь:**

- ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к параметрам;
- реализовывать цифровые устройства на микроконтроллерах;
- применять микроконтроллеры для решения различных вычислительных задач и моделирования;
- планировать оптимальное проведение сложного эксперимента;
- сочетать эффективные оценки правильности выбранных экспериментальных условий и полученных результатов;

- устанавливать, тестировать, испытывать и использовать программно-аппаратных средства вычислительных систем.

**владеть:**

- навыками работы на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками отладки цифровых устройств на микроконтроллерах.

**Темы и разделы курса:**

1. Компоненты микропроцессорных систем

Основные характеристики и типы микропроцессоров. Сравнительные характеристики биологических и кремниевых микроконтроллеров. Наноконтроллеры как перспективные управляющие устройства.

2. Микроконтроллеры и их архитектура

Гарвардская и фон-Неймановская архитектура. Преимущества и недостатки той и другой архитектуры. Основные характеристик микроконтроллеров

3. Микроконтроллер ATmega8635. Аппаратные средства микроконтроллера

Регистры ввода/вывода. Порты ввода/вывода. Таймеры 0, 1, 2. Аналоговый компаратор. Аналого-цифровой преобразователь. Последовательный синхронный интерфейс. Двухпроводный интерфейс. Система прерываний. Сторожевой таймер. Энергонезависимая память данных (EEPROM).

4. Система команд микроконтроллеров AVR

Арифметические и логические команды. Команды передачи управления. Команды передачи данных. Команды работы с отдельными битами. Команды управления микроконтроллером. Элементы программирования на Ассемблере.

5. Подключение внешних устройств к микроконтроллеру

Подключение кварцевого резонатора. Программирование конфигурационных ячеек. Подключение кнопки. Методы борьбы с дребезгом контактов. Подключение жидкокристаллического дисплея. Алфавитно-цифровой ЖК-индикатор на базе микроконтроллера HD44780.

6. Интерфейсы, используемые при построении систем с использованием микроконтроллеров

Однопроводный интерфейс. Сеть MicroLAN. Протоколы сети MicroLAN. Сигналы физического уровня. Протоколы информационного уровня. Команды сети MicroLAN. Устройства сети MicroLAN. Кремниевый номер. Контактный термометр. Адресуемый ключ. Аналого-цифровой преобразователь. Вычисление контрольной суммы в сети MicroLAN. Двухпроводный интерфейс. Цифро-аналоговый преобразователь MAX520/521. Трехпроводный интерфейс. Аналого-цифровой преобразователь с поразрядным уравниванием MAX1243/1242.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Микропроцессорные системы**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам, обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация – электронные вычислительные машины), комплекс знаний и базовых принципов организации и функционирования микропроцессоров и систем на их основе. Ознакомление слушателей с основами построения современных микропроцессорных систем и подготовка к изучению других специальных дисциплин – Цифровые системы управления, Системы цифрового адаптивного управления и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения микропроцессорных систем;
- освоение обучаемыми базовых знаний в области систем управления вычислительных систем на базе микропроцессоров;
- приобретение теоретических знаний об архитектуре микропроцессоров и микропроцессорных систем;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы организации микропроцессоров и систем на их основе;
- алгоритмы функционирования и структурную организацию основных устройств микропроцессоров;
- основные системные требования к микропроцессорам, входящим в состав различных информационных и управляющих систем;
- технические характеристики и показатели отечественных и зарубежных микропроцессоров и систем.

##### **уметь:**

- эффективно применять свои знания для решения задач проектирования, выбора конфигурации,

настройки и эксплуатации современных микропроцессорных систем:

- оценивать производительность отдельных устройств микропроцессорных систем в целом, зная отдельные ее составляющие;
- определять класс и конфигурацию систем, наилучшим образом удовлетворяющую требованиям

к функционированию ее в конкретной информационной, вычислительной или управляющей

системе.

#### **владеть:**

- методами представления структурных и функциональных схем систем на базе микропроцессоров;
- умением выбрать состав, устройства и блоки, необходимые для построения вычислительной системы, отвечающей заданным требованиям;
- навыками освоения и анализа большого объема теоретической информации;
- навыками грамотного анализа и обработки результатов исследований;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Развитие микропроцессоров. Классификация. Архитектура и микроархитектура.

1.1. Структура микропроцессора. Классификация микропроцессоров.

1.2. Микропроцессорные комплекты. Полноразрядные микропроцессоры и персональные компьютеры.

1.3. Микропроцессоры для цифровых систем управления.

2. Российские микропроцессорные разработки.

2.1. МП ограниченной разрядности с составными регистрами.

2.2. Секционированные микропроцессоры. История микропроцессоров. Характеристики и технологические процессы изготовления МП.

2.3. Микропроцессоры цифровой обработки сигналов – цифровые сигнальные процессоры.

2.4. Этапы развития архитектуры микропроцессоров.

### 3. Микропроцессоры Эльбрус.

#### 3.1. Линейка развития микропроцессоров Эльбрус.

3.2. Конвейер выполнения «широких» команд. Распараллеливание в системе обработки команд. Сравнение обработки потока команд x86 и Эльбрус.

3.3. Кластеры в МП Эльбрус. Межкластерные связи в ядре МП Эльбрус.

3.4. Развитие микроархитектуры. Контроллер системных обменов в многопроцессорной системе.

3.5. Микропроцессорные системы на базе Эльбрус. Система на кристалле Эльбрус-S.

### 4. Микропроцессорные разработки Комдив, Байкал. Разработки Элвис и Мультикор.

4.1. Ряд МП Комдив – история развития, структурные особенности.

4.2. Многоядерная система Байкал. Обеспечение повышенной надежности МП систем.

4.3. Сигнальные процессоры. СнК Элвис – Мультикор.

4.4. Комплексование IP-решений. Взаимодействие универсальных и DSP – ядер.

4.5. Специализированные ядра в вычислительной системе.

4.6. Внешние коммуникационные возможности систем на примере Мультикор.

### 5. Основные зарубежные микропроцессорные решения.

5.1. x86. Главные особенности кода команды МП x86.

5.2. Развитие лицензионной линейки ядер MIPS-ARM-Cortex.

5.3. Базовая архитектура POWER.

### 6. Особенности работы с памятью в микропроцессорных системах.

6.1. Структура универсального микропроцессора. Организация многоуровневой памяти.

6.2. Механизмы кеширования. Многоуровневое кеширование и управление доступом к памяти

6.3. Проблемы когерентности.

6.4. МП Эльбрус 8с – работа с памятью, иерархия кеширования.

6.5. Реализация коммуникационной среды в микропроцессорной системе.

6.6. Ускорение обменов с памятью.

### 7. Специализированные схемотехнические и архитектурные решения.

- 7.1. Сигнальные процессоры и системы обработки данных.
  - 7.2. Системы троирования. Самосинхронные решения.
  - 7.3. СнК – как развити специализированных микропроцессорных систем.
  - 7.4. Коммуникационные процессоры.
  - 7.5. Структура модуля связи с внешними устройствами.
  - 7.6. Мультимедийные микропроцессорные решения.
- 
8. Коммуникационные задачи и их решения в микропроцессорных системах.
    - 8.1. Последовательная и параллельная цифровая передача данных между цифровыми устройствами.
    - 8.2. Идеология организации связей в микропроцессорных системах.
    - 8.3. Основные коммуникационные среды используемые при построении МП систем.
    - 8.4. Структурная схема процессора Байкал Т1 – разделение связей на быстрый и медленный интерфейс.
    - 8.5. Коммуникационная среда на базе SpaceWire.
- 
9. Системы на кристалле, многоядерные гетерогенные структуры в микропроцессорных системах.
    - 9.1. Синхронный и асинхронный обмен информацией в МП системе.
    - 9.2. Системы на кристалле на примере Элвис – Мультикор.
    - 9.3. Гибридные микропроцессорные системы.
- 
10. Ускорение обработки в микропроцессорных системах. Универсализация и специализация.
    - 10.1. Классическое построение систем. Нетрадиционные архитектурные решения. Возможности ускорения этапов обработки.
    - 10.2. Вычислительные системы с управлением от потока данных. Динамические и статические потоковые системы
    - 10.3. Конвейеризация в МП системах. Конвейеризация обработки. Конвейеризация вычислений.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Многомерный анализ, интегралы и ряды

#### Цель дисциплины:

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

#### Задачи дисциплины:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- свойства функций многих переменных, понятия предела, непрерывности, частных производных и дифференциала;
- свойства определенного интеграла Римана, несобственных интегралов, криволинейных интегралов, свойства числовых, функциональных и степенных рядов;
- признаки сходимости несобственных интегралов со степенными, логарифмическими и экспоненциальными особенностями; аналогичные признаки сходимости числовых и функциональных рядов;
- основные разложения элементарных функций в ряд Тейлора.

##### уметь:

- вычислять частные производные первого и высших порядков от функций многих переменных (в частности, заданных неявно); исследовать дифференцируемость функций;
- выполнять замену переменных в дифференциальных уравнениях (обыкновенных и с частными производными);



- вычислять определенные интегралы и криволинейные интегралы (в частности, возникающие в геометрических и физических задачах);
- исследовать сходимость числовых рядов, равномерную сходимость функциональных рядов;
- раскладывать элементарные функции в степенные ряды и находить их радиусы сходимости.

**владеть:**

- аппаратом дифференциального исчисления функций многих переменных, а также аппаратом интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах;
- понятием равномерной сходимости функциональных рядов для обоснования некоторых математических преобразований, применяемых в физике.

**Темы и разделы курса:**

1. Дифференциальное исчисление функций многих переменных

1.1. Точечное  $n$ -мерное евклидово пространство. Расстояние между точками, его свойства. Предел последовательности точек в  $n$ -мерном евклидовом пространстве. Теорема Больцано-Вейерштрасса и критерий Коши сходимости последовательности. Внутренние, предельные, изолированные точки множества; точки прикосновения. Открытые и замкнутые множества, их свойства. Внутренность, замыкание и граница множества.

1.2. Предел числовой функции нескольких переменных. Определения по Гейне и Коши, их эквивалентность. Повторные пределы и пределы по направлениям. Исследование предела функции двух переменных при помощи перехода к полярным координатам. Предел функции по множеству.

1.3. Непрерывность функции нескольких переменных в точке и по множеству. Непрерывность сложной функции. Свойства функций, непрерывных на компакте – ограниченность, достижение точных верхней и нижней граней, равномерная непрерывность. Теорема о промежуточных значениях функции, непрерывной в области.

1.4. Частные производные функций нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных в точке, дифференциал. Необходимые условия дифференцируемости, достаточные условия дифференцируемости. Дифференцируемость сложной функции. Инвариантность формы дифференциала относительно замены переменных. Градиент, его независимость от выбора прямоугольной системы координат. Производная по направлению.

1.5. Частные производные высших порядков. Независимость смешанной частной производной от порядка дифференцирования. Дифференциалы высших порядков, отсутствие инвариантности их формы относительно замены переменных. Формула Тейлора для функций нескольких переменных с остаточным числом в формах Лагранжа и Пеано.

## 2. Определенный интеграл, его применение

2.1. Определенный интеграл Римана. Суммы Римана, суммы Дарбу, критерий интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции, интегрируемость монотонной функции, интегрируемость ограниченной функции с конечным числом точек разрыва. Свойства интегрируемых функций: аддитивность интеграла по отрезкам, линейность интеграла, интегрируемость произведения, интегрируемость модуля интегрируемой функции, интегрирование неравенств, теорема о среднем. Свойства интеграла с переменным верхним пределом – непрерывность, дифференцируемость. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование подстановкой и по частям в определенном интеграле.

2.3. Геометрические приложения определенного интеграла – площадь криволинейной трапеции, объем тела вращения, длина кривой, площадь поверхности вращения.

2.4. Криволинейный интеграл первого рода. Независимость выражения интеграла через параметризацию кривой от допустимой замены параметра. Ориентация гладкой кривой. Криволинейный интеграл второго рода, выражение через параметризацию кривой.

## 3. Несобственный интеграл

3.1. Несобственный интеграл (случай неограниченной функции и случай бесконечного предела интегрирования). Критерий Коши сходимости интеграла. Интегралы от знакопостоянных функций, признаки сравнения сходимости. Интегралы от знакопеременных функций; абсолютная и условная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля.

## 4. Числовые ряды

4.1. Числовые ряды. Критерий Коши сходимости ряда. Знакопостоянные ряды: признаки сравнения сходимости, признаки Даламбера и Коши, интегральный признак. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля. Независимость суммы абсолютно сходящегося ряда от порядка слагаемых. Теорема Римана о перестановке членов условно сходящегося ряда. Произведение абсолютно сходящихся рядов.

## 5. Функциональные последовательности и ряды

5.1. Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Критерий Коши равномерной сходимости. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда их непрерывных функций. Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Признаки Дирихле и Абеля.

## 6. Степенные ряды

6.1. Степенные ряды с комплексными членами. Первая теорема Абеля. Круг и радиус сходимости. Характер сходимости степенного ряда в круге сходимости. Формула Коши-Адамара для радиуса сходимости. Вторая теорема Абеля. Непрерывность суммы комплексного степенного ряда.

6.2. Степенные ряды с действительными членами. Сохранение радиуса сходимости при почленном интегрировании и дифференцировании степенного ряда. Бесконечная

дифференцируемость суммы степенного ряда в круге сходимости. Единственность разложения функции в степенной ряд; ряд Тейлора. Формула Тейлора с остаточным числом в интегральной форме. Пример бесконечно дифференцируемой функции, не разлагающейся в степенной ряд. Разложение в ряды Тейлора основных элементарных функций. Разложение в степенной ряд комплексной функции .

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Моделирование современных систем связи**

#### **Цель дисциплины:**

Овладение студентами основными инструментами, применяемыми для оценки производительности современных сетей передачи данных, их протоколов и компонент.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных подходов к формализации работы современных телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент;
- освоение современных систем имитационного моделирования беспроводных сетей, их протоколов и компонент;
- обучение студентов приемам формального описания работы беспроводных сетей, их протоколов и компонент; выработка умения выделять наиболее существенные особенности работы современных беспроводных сетей, их протоколов и компонент с целью разработки их математических моделей, обеспечивающих приемлемую точность и ресурсоемкость оценки производительности;
- оказание консультаций студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований телекоммуникационных сетей и систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные подходы к формализации работы современных беспроводных сетей, их протоколов и компонент;
- основные понятия и утверждения теории оценки производительности беспроводных сетей;
- базовые математические модели современных беспроводных сетей, их протоколов и компонент.

##### **уметь:**

строить математические модели функционирования беспроводных сетей, учитывающие особенности современных протоколов уровня доступа к среде и протоколов сетевого уровня;

- применять математический аппарат различных разделов теории вероятностей и математического анализа для построения математических моделей беспроводных сетей и их эффективного решения;

- применять современные системы имитационного моделирования беспроводных сетей, их протоколов и компонент для анализа их производительности и надежности.

#### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;

- навыками постановки научно-исследовательских задач и аналитического моделирования процессов и явлений в области широкополосных беспроводных сетей.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Анализ эффективности метода случайного доступа к каналу в сетях Wi-Fi

Измерение пропускной способности сети Wi-Fi в режиме насыщения в среде NS-3. Анализ эффективности механизма RTS/CTS. Исследование явления интерференции прямых соединений в Wi-Fi с помощью NS-3.

##### 2. Разработка систем связи с помощью программно-реконфигурируемого радио

Использование программируемых логических интегральных схем для обработки сигналов Wi-Fi. Экспериментальное изучение влияния интерференции на производительность сетей Wi-Fi.

##### 3. Прием и передача аналоговых сигналов методами цифровой обработки сигналов

Основы обработки, анализа и синтеза сигналов, включая синтез цифровых фильтров. Прием сигнала радиовещательного УКВ-радио. Декодирование стереоразностного сигнала, восста-новление стереосигнала. В процессе будут выполнены практическая реализация цифровых передискретизации (децимации и интерполяции), фильтрации и методов аналоговой моду-ляции и демодуляции.

##### 4. Исследование многошаговых сетей Wi-Fi

Исследование пропускной способности цепочки станций с помощью NS-3. Анализ влияния механизма RTS/CTS и размера пакетов на пропускную способность. Анализ эффективности протокола управления соединениями с помощью NS-3. Оценка вероятности открытия/закрытия соединений в зависимости от скорости движения узлов и параметров протокола управления соединениями.

##### 5. Анализ эффективности механизмов поддержки качества обслуживания в сетях Wi-Fi

Анализ эффективности передачи видеопотоков реального времени в сетях Wi-Fi в условиях отказов канала с помощью NS-3. Исследование различных политик управления очередью. Методика оценки качества видеопотока, воспроизводимого на получателе. Исследование структуры адаптивных видеопотоков (DASH-видеопотоков), генерируемых реальными серверами видео-по-запросу. Исследование работы алгоритмов адаптации качества видеопотока при различных состояниях сетевого соединения (ограничение скорости загрузки, случайные задержки и потери пакетов).

#### 6. Исследование плотных сетей Wi-Fi

Анализ влияния механизмов управления мощностью передачи и порогом занятости среды на пропускную способность плотных сетей Wi-Fi с помощью NS-3. Анализ эффективности механизма RTS/CTS в плотных сетях. Исследование различных методов снижения интерференции в плотных сетях Wi-Fi.

#### 7. Практикум по основам физического уровня цифровой радиосвязи

Синтез, передача и приём цифровых модуляций. Демодуляция. Приём символов модуляции с мягким решением. Основы методов синхронизации в цифровой связи. Передача информации с помощью одночастотной передачи с эквализацией в частотной области (SC-DFE). Передача информации с помощью ортогонального частотного разделения по поднесущим (OFDM). Применение помехоустойчивого кодирования; исправление ошибок, возникших при передаче.

#### 8. Коды с малой плотностью проверок

Выбор кода, принадлежащего заданному ансамблю, с помощью алгоритмов PEG и ACE. Анализ средней корректирующей способности ансамбля с помощью методов Эволюции плотностей распределений. Реализация декодеров SumProduct и Normalized MinSum.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Навыки персональной коммуникации**

#### **Цель дисциплины:**

Овладение слушателями коммуникативных навыков.

#### **Задачи дисциплины:**

- развитие умения активно слушать собеседника;
- развитие умения удерживать диалог в кооперативном русле;
- развитие умения содержательно и при этом корректно давать обратную связь: как письменную, так и устную;
- развитие навыка представления результатов собственных исследований и ответов на вопросы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Правило Меграбяна;
- Максимы Грайса;
- Максимы Лича;
- Психологические роли Родителя, Взрослого и Ребенка;
- Строить карты эмпатии;
- Когнитивные искажения, влияющие на коммуникацию;
- Модель Ядро-периферия;
- Золотое правило аргументации;
- Пирамиду Грэма;
- Типа диалога по Уолтону;
- Различать типы слушателей;
- Основные требования к ведению кооперативного диалога;

- Особенности «мужских» и «женских» диалогов;
- Правила активного слушания;
- Типы вопросов и когда их уместно задавать;
- Типы и способы обратной связи;
- Структуру построения «трудного диалога».

**уметь:**

- Строит кооперативный диалог, соблюдая коммуникативные максимы, грамотно выбирать и успешно применять аргументативные стратегии и приемы;
- Уметь эмоционально не вовлекаться, не терять кооперативности;
- Активно слушать собеседника;
- Корректно задавать вопросы;
- Корректно давать обратную связь;
- Качественно представлять результаты собственной исследовательской деятельности.

**владеть:**

- Отсутствием эмоционального вовлечения;
- Речевыми коммуникациями;
- Письменной коммуникацией;
- Обратной связью.

**Темы и разделы курса:**

1. Предварительная подготовка к диалогу

Тема 1. Думающий и чувствующий мозг (М.Мэнсон)

Разные «типы» мозга: реакции сознательные и бессознательные. Методики построения правильного соотношения взаимодействия «типов» мозга.

Тема 2. Когнитивные искажения (Л. Млодинов)

Когнитивные искажения и их влияние на коммуникацию. Фундаментальная ошибка атрибуции, Inside-Outside bias.

Тема 3. Модель «Ядро-периферия».

Понятие кооперативного диалога. Типы убеждений, их влияние на коммуникацию. Способы определения, как глубоко задето ядро убеждений и техники сохранения кооперативности.



Тема 4. Карты эмпатии.

Карты эмпатии: что это и для чего нужны. Построение карты эмпатии своей аудитории. Подготовка к коммуникации.

Тема 5. Базовые принципы кооперативности.

Презумпция кооперативности и Золотое правило аргументации.

## 2. Ведение диалога

Тема 1. Типы диалога (Д. Уолтон).

Типы диалога: информирующий, делиберативный, убеждающий, переговорный и исследовательский типы диалога. Точка входа и цели диалога. Общая цель диалога как основной признак кооперативности.

Тема 2. Типы слушателей.

Оценивающий или сочувствующий слушатель. Зависимость коммуникации от типа слушателя.

Тема 3. Внеязыковые аспекты коммуникации (А. Меграбян и Дж. Борг).

Правило Меграбяна: 55/38/7. «Язык тела» по Дж.Боргу: кооперативное и некооперативное поведение.

Тема 4. «Мужские» и «женские» диалога (Д. Таннен).

Основные культурологические характеристики, влияющие на гендерное различие типов диалогов. Принципы ведения, цели и задачи «мужских» и «женских» диалогов.

Тема 5. Психологические стили диалога (Э. Берн).

Психологические роли Взрослый, Ребенок и Родитель и стили диалога, соответствующие им. Симметричные и несимметричные типы диалога. Способы возвращения диалогов к виду Взрослый-Взрослый.

Тема 6. Максимы кооперативного диалога (П. Грайс и Дж. Лич).

Максимы Грайса (качества, количества, способа и отношения) как необходимое, но недостаточное условие для кооперативности диалога. Максимы Лича (такта, великодушия, согласия, одобрения, скромности, симпатии) как необходимое, но недостаточное условия для кооперативности диалога.

Тема 7. Трудные диалоги (Паттерсон К, Гренни Дж., Макмиллан Р., Свитцлер Э.).

Трудные диалоги vs неприятные разговоры. Общий фонд смысла. Полный путь к действию.

Тема 8. Типы и виды вопросов.

Вопрос как важный навык активного слушания. Открытые и закрытые вопросы. Кооперативные и некооперативные способы ведения диалогов.

Тема 9. Обратная связь.

Обратная связь как важный навык активного слушания. Принципы и техники обратной связи.

### 3. Ведение письменной коммуникации

Тема 1. Презентация результатов исследования.

Цели и задачи презентации. Способы представления результатов. Основные принципы подачи информации.

Тема 2. Переписка.

Базовые принципы ведения переписки. Обязанности и права. Различия переписок, инициированных вами или другим человеком.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Нейроматематика**

#### **Цель дисциплины:**

- введение в нейроматематику;
- освоение современных подходов и методов решения математических задач с использованием нейронных сетей;
- освоение механизмов целеполагания, выбора и подготовки данных и построения алгоритмов решения математических задач с использованием нейронных сетей;
- формирование комплексных знаний и развитие базовых теоретико-практических представлений о методах настройки структуры и параметров нейронных сетей для решения математических задач;
- приобретение навыков анализа применимости нейросетевого подхода и сравнение его эффективности со стандартными классическими методами решения математических задач;
- формирование практических навыков применения изученных методов и способов решения математических задач с использованием нейронных сетей.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами подходов, методов и моделей нейронных сетей для решения математических задач;
- приобретение практических навыков применения нейронных сетей для решения математических задач в условиях многомерности данных, наличии ошибок и шумов;
- приобретение умения интерпретировать полученные результаты для построения планов экспериментальных исследований и выбора оптимальных параметров нейронных сетей для решения математических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные проблемы нейроматематики;
- базовые подходы, методы и модели нейронных сетей, позволяющие решать математические задачи;
- основные методы решения математических задач с использованием нейронных сетей;

- теоретические и практические аспекты подхода для анализа различных моделей нейронных сетей, настройки их структуры и параметров, в частности с помощью метода обратного распространения ошибки.

**уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных математических задач, в том числе аппроксимации, классификации, экстраполяции данных, решения дифференциальных уравнений;
- делать корректные выводы из сопоставления результатов теоретического и компьютерного моделирования (эксперимента);
- производить численные оценки эффективности решения задачи;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- планировать численный эксперимент и составлять план эксперимента;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.
- строить современные прикладные нейросетевые алгоритмы для решения математических задач.

**владеть:**

- прикладным аппаратом нейронных сетей и нейроматематики;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- методами решения широкого спектра современных математических задач с использованием нейросетевых технологий.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в нейроматематику

Структуры нейронных сетей (НС). Алгоритмы настройки нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритм градиентного спуска, его модификации. Критерии останова настройки. Онлайн и оффлайн обучение. Виды обучающих множеств. Понятие о плане экспериментов. Знакомство с пакетами Python для математических расчетов.

## 2. Применение нейроматематики для решения задач аппроксимации и регрессии

Понятие аппроксимации функций. Интерполяция и экстраполяция. Структуры НС для аппроксимации. Подготовка обучающего множества. Подготовка тестового множества. Параметры методов аппроксимации. Составление плана эксперимента по выбору оптимальных параметров. Разработка программы нейросетевой аппроксимации функций (включая собственноручно запрограммированный алгоритм обратного распространения ошибки). Проведение эксперимента. Оценка результатов. Дообучение, переобучение.

## 3. Применение нейроматематики для решения задач в области обработки изображений

Постановка задач по обработке изображений: классификация, детектирование объектов, скелетизация объектов, семантическая сегментация, пообъектовая сегментация, генерация изображений, перенос стиля. Структуры НС для решения задач в области обработки изображений. Способы подготовки обучающего множества. Подготовка тестового множества. Составление плана эксперимента по выбору оптимальных параметров. Разработка программ для нейросетевой обработки изображений. Проведение эксперимента. Оценка результатов.

## 4. Применение нейроматематики для решения задач в области обработки временных рядов и последовательностей

Понятие о временном ряде. Постановка задач по анализу временных рядов: классификация, прогнозирование, восстановление потерянных значений. Структуры НС для решения задач в области обработки временных рядов и последовательностей. Способы подготовки обучающего множества. Подготовка тестового множества. Составление плана эксперимента по выбору оптимальных параметров. Разработка программ для нейросетевого анализа временных рядов и последовательностей. Проведение эксперимента. Оценка результатов.

## 5. Применение нейроматематики для решения задач в области обработки текстовой информации

Постановка задач по обработке текстовой информации: классификация, анализ эмоциональной окраски текста, распознавание именованных сущностей, определение смысла слов, генерация естественного языка. Структуры НС для решения задач обработки текстовой информации. Способы подготовки обучающего множества. Подготовка тестового множества. Составление плана эксперимента по выбору оптимальных параметров. Разработка программ нейросетевого анализа и обработки текстовой информации. Проведение эксперимента. Оценка результатов.

## 6. Прочие задачи нейроматематики

Нейросетевые методы: сжатия информации, кодирования информации, обработка сигналов, моделирование систем. Понятие о нейрокомпьютерах. GPU, FPGA, DSP, мемристоры.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Нейронные сети в задачах радиолокации**

#### **Цель дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Нейронные сети в задачах радиолокации» являются приобретение обучающимися знаний о применении нейронных сетей и других методов машинного обучения в обработке радиолокационной информации, навыков по разработке собственных нейросетевых моделей для обработки РЛИ.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование базовых знаний о возможностях применения нейронных сетей на различных этапах обработки радиолокационной информации (РЛИ), существующих на данный момент архитектурах нейронных сетей для обработки РЛИ.
- Обучение студентов использованию нейросетевых методов в задачах обработки РЛИ, проектированию и программированию собственных моделей глубокого обучения для обработки РЛИ.
- Получение студентами навыков ведения научного поиска литературы по машинному обучению в специализированных программах, её анализа и использования для проектирования нейронных сетей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- этапы обработки РЛИ и варианты применения нейронных сетей на каждом этапе;
- архитектуры нейронных сетей для работы с РЛИ;
- программные решения для проектирования моделей глубокого обучения;
- методы и программы для сбора и анализа научной литературы по нейронным сетям.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике законы, понятия, суждения, умозаключения;
- использовать нейросетевые методы в задачах обработки РЛИ;

- проектировать и программировать собственные модели глубокого обучения для обработки РЛИ;
- вести научный поиск литературы в специализированных программах, анализировать и использовать ее для проектирования нейронных сетей.

**владеть:**

- методами, используемыми в пересечении областей глубокого обучения и радиолокации;
- навыками самостоятельного поиска и анализа научных статей по нейронным сетям, проектирования и программирования собственных нейронных сетей для обработки РЛИ.

**Темы и разделы курса:**

1. Принципы использования нейросетевых технологий при обработке РЛИ

Необходимость полной автоматизации обработки информации в РЛС. Анализ основных этапов обработки РЛИ в радиолокаторах. Анализ недостатков сложившейся методологии синтеза методов обработки РЛИ. Применения зарубежного опыта для обработки РЛИ.

2. Методы ведения научного поиска и анализа литературы по нейронным сетям

Обзор сайтов для поиска литературы. Обзор reference-менеджеров (программ). Обучение работе в Zotero. Знакомство с Zettelkasten. Знакомство с Obsidian.

3. Архитектуры нейросетей для обработки РЛИ

История развития нейронных сетей. Многослойный перцептрон. Ассоциативная сеть Хопфилда. Самоорганизующиеся карты признаков Кохонена. Глубокие нейронные сети. Свёрточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Архитектуры Transformer и вариационные автокодировщики.

4. Программные средства для проектирования и обучения нейронных сетей

Обзор популярных библиотек глубокого обучения. Инструменты для контроля обучения нейронных сетей и учёта экспериментов. Данные для обучения нейронных сетей. Пример проектирования и обучения нейронной сети.

5. Нейросетевые методы формирования и сопровождения траекторий целей

Анализ традиционных методов сопровождения целей. Основы предсказания траекторий движения целей. Постановка задачи сопровождения цели. Многослойный перцептрон для предсказания траекторий. Рекуррентные нейронные сети для предсказания траекторий. Transformer-нейросети для предсказания траекторий. Вариационные автокодировщики для предсказания траекторий. Свёрточные нейросети для предсказания траекторий.

6. Нейросетевые методы классификации целей

Постановка задачи классификации целей. Многослойный перцептрон для классификации целей. Свёрточные нейронные сети для классификации целей. Рекуррентные нейронные сети для классификации целей.

#### 7. Нейросетевые методы обработки SAR-изображений

Изображения с подвижных радаров с синтезированной апертурой. Традиционные методы обработки SAR-изображений. Нейросетевые методы обработки SAR-изображений. Обзор нейросетевых улучшений традиционных методов обработки SAR-изображений.

#### 8. Нейросетевые экспертные системы в задачах радиолокации

Обзор методов оценки ситуационной обстановки. Нейронные сети в качестве экспертных систем. Анализ задачи комплексирования информации от нескольких источников. Нейронные сети в задачах анализа и оценки обстановки.

#### 9. Аппаратные акселераторы вычислений для поддержки нейросетевых методов при решении задач обработки РЛИ.

Реализация нейросетевых парадигм на традиционных процессорах. Вычисления на графических сопроцессорах, CUDA. Специализированные нейропроцессоры и платы.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Нейроуправление**

#### **Цель дисциплины:**

- введение в нейроуправление;
- освоение современных подходов и методов управления динамическими системами с использованием нейронных сетей;
- освоение механизмов целеполагания, выбора и подготовки данных и построения алгоритмов управления с использованием нейронных сетей;
- формирование комплексных знаний и развитие базовых теоретико-практических представлений о методах настройки структуры и параметров нейронных сетей для управления;
- приобретение навыков анализа применимости нейросетевого подхода и сравнение его эффективности со стандартными классическими методами управления динамическими системами;
- формирование практических навыков применения изученных методов и способов управления динамическими системами с использованием нейронных сетей.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами подходов, методов и моделей нейронных сетей для управления динамическими системами;
- приобретение практических навыков применения нейронных сетей для управления динамическими системами в условиях многомерности данных, наличии ошибок и шумов;
- приобретение умения интерпретировать полученные результаты для построения планов экспериментальных исследований и выбора оптимальных параметров нейронных сетей для управления динамическими системами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные проблемы нейроуправления;
- базовые подходы, методы и модели нейронных сетей, позволяющие управлять динамическими системами;

- основные методы управления динамическими системами с использованием нейронных сетей;
- теоретические и практические аспекты подхода для анализа различных моделей нейронных сетей, настройки их структуры и параметров, в частности с помощью метода обратного распространения ошибки.

#### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач управления;
- делать корректные выводы из сопоставления результатов теоретического и компьютерного моделирования (эксперимента);
- производить численные оценки эффективности решения задачи управления;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- планировать численный эксперимент и составлять план эксперимента;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов;
- строить современные прикладные нейросетевые алгоритмы управления динамическими системами.

#### **владеть:**

- прикладным аппаратом нейронных сетей и нейроуправления;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач;
- навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- методами решения широкого спектра задач управления с использованием нейросетевых технологий.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Введение в нейроуправление

Понятие нейроидентификации, нейроуправления, нейродиагностики. Структуры статических и динамических нейронных сетей (НС). Алгоритмы настройки динамических нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки во времени. Онлайн и

оффлайн обучение. Понятие о плане экспериментов для управления. Знакомство с МАТЛАБ Neural Network Toolbox и Simulink.

## 2. Нейросетевая идентификация динамических объектов

Понятие объекта управления. Виды объектов управления. Понятие уставки, управляющих воздействий. Модель черного ящика. Нейросетевая идентификация одномерного статического объекта. Нейросетевая идентификация динамического объекта. Разработка программы идентификации динамических объектов. Составление плана экспериментов. Моделирование идентификатора объекта. Анализ результатов.

## 3. Нейросетевое инверсное управление

Понятие инверсного управления. Структура НС для инверсного управления. Ограничения применения инверсного управления. Составление обучающего и тестового множеств. Разработка программы инверсного управления динамическими объектами. Составление плана экспериментов. Моделирование инверсного контроллера. Анализ результатов.

## 4. Нейросетевое прямое управление с эмулятором

Понятие прямого управления с эмулятором. Структура НС для прямого управления с эмулятором. Составление обучающего и тестового множеств. Разработка программы прямого управления с эмулятором для динамических объектов. Составление плана экспериментов. Моделирование прямого контроллера с эмулятором. Анализ результатов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Нелинейные преобразования и прием радиосигналов**

#### **Цель дисциплины:**

познакомить студентов, специализирующихся в области радиосвязи и радиолокации с принципами обработки сигналов в радиочастотной области.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) ознакомление со свойствами и принципами реализации переноса спектров сигналов;
- 2) ознакомление студентов с принципами аналоговой и цифровой модуляции;
- 3) изучение шумовых характеристик каналов связи и трактов приема;
- 4) овладение методами оценивания вероятностей ошибок демодуляции;
- 5) знакомство со структурой и принципами обработки сигналов в локации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

теоретические основы методов обработки радиочастотных сигналов.

##### **уметь:**

проводить исследования характеристик связных и локационных систем в лабораторных условиях.

##### **владеть:**

основными методами теоретического анализа свойств связных и локационных радиосистем.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Автогенераторы

Годограф усиления петли обратной связи, критерий неустойчивости Найквиста. Условия баланса фаз, амплитуд. Схемы автогенераторов. Условия возбуждения трехточки. Схемы трехточечных автогенераторов.

Стабилизация амплитуды колебаний. Метод Ван-дер-Поля решения уравнения автоколебаний с нелинейным затуханием. Предельный цикл.

Стабильность частоты, фазовый шум. Кварцевая стабилизация частоты.

## 2. Квадратурные преобразования

Фильтр Гильберта, аналитический сигнал, понятие о мгновенных амплитуде, фазе и частоте. Свойства преобразования Гильберта. Гильбертовы преобразования гармонических и квазигармонических сигналов.

Представление полосового сигнала комплексной огибающей. Модуляция/демодуляция как преобразования между пространствами радиосигналов и комплексных огибающих. Квадратурный демодулятор. Ко-герентная и некогерентная обратотка. Переход к цифровой обработке радиосигналов.

Аналоговая модуляция. Амплитудные методы. Диодный детектор, когерентный демодулятор. Фазовые методы. Частотная модуляция. Петля ФАПЧ как демодулятор ЧМ сигнала. Спектры ФМ и ЧМ сигналов. Помехоустойчивость ЧМ как системы широкополосной модуляции.

Техническая реализация перемножения. Перемножитель Гильберта.

Преобразование частоты. Супергетеродинный прием.

## 3. Корреляционная теория шума

Матрицы корреляций случайных векторов. Гауссовские случайные векторы. Условия нормальности комплексного случайного вектора. Статистические корреляционные функции случайных процессов. Роль Гауссовости в корреляционной теории. Временные корреляционные функции, эргодический переход. Спектральная плотность шума. Белый шум.

Линейная фильтрация шума, теорема Винера-Хинчина. Условия некоррелированности шумов на выходах пар фильтров.

Квадратурные преобразования шумов. Форма полосового шума.

Физические источники шума. Шумы в усилительных устройствах, шумовая температура, отношение сигнал/шум. Оптимальность согласованной фильтрации по отношению сигнал/шум.

## 4. Оптимальная демодуляция

Критерии максимума апостерорной вероятности и максимального правдоподобия. Оценивание вероятностей ошибок демодуляции сигналов линейной модуляции. Выражение для вероятности ошибки при оптимальной демодуляции QPSK.

Пропускная способность канала с гауссовским шумом. Шенноновский предел. Пути совершенствования методов модуляции для его достижения. Помехоустойчивое кодирование.

## 5. Петли ФАПЧ

Уравнение петли, его линеаризованная форма. Переходные процессы в петле, установившиеся значения ошибок по фазе и частоте. Выбор параметров петлевого фильтра.

Техническая реализация управляемых генераторов и дискриминаторов фазы. Дискретизованные петли ФАПЧ.

Работа петли в режиме ЧАП. Эффект проскальзывания циклов. Полосы статического и динамического удержания. Полоса захвата.

Применение петель ФАПЧ для выделения опорной несущей. Петли Костаса. Петли ФАПЧ в синтезаторах частоты.

## 6. Цифровая линейная модуляция и локация

Линейная модуляция. Сигнальное созвездие, обменные соотношения энергия – расстояние. Созвездия РМ и QAM.

Битовая и бодовая скорости. Спектральная эффективность, спектры импульсов Найквиста, прямоугольного импульса, гармонической полуволны и приподнятого косинуса. Гауссовский импульс. Критерий Найквиста отсутствия межсимвольной интерференции – предел спектральной эффективности линейной модуляции.

Квадратурная фазовая модуляция QPSK, ортогональная частотная модуляция OFM, модуляция минимальным сдвигом MSK.

Решетчатая модуляция. Алгоритм Витерби.

Понятие о спектре мощности, спектры мощности сигналов линейной модуляции.

Размерность (база) канала с конечными ресурсами по времени и полосе. Ортогональное разделение канала - частотное, временное, кодовое. Понятие о широкополосных системах связи.

Радиолокационные сигналы. Связь между корреляциями сигналов и их комплексных огибающих. Тело неопределенности. Линейно-модулированные локационные сигналы. Коды Баркера, псевдошумовые последовательности. Сигналы ЛЧМ.

## 7. Элементы теории сигналов

Евклидово пространство сигналов конечной энергии. Скалярное произведение, корреляционные функции. Свертка как линейная фильтрация. Неравенство Коши-Шварца, согласованная фильтрация.

Спектральная теория. Амплитудный спектр сигнала. Свойства симметрии преобразования Фурье. Теорема о свертке, описание линейной фильтрации в частотной области. Корреляции в частотной области, энергетический спектр. Тождество Парсеваля, Фурье преобразование как линейный оператор, сохраняющий скалярное произведение.

Обобщенный спектральный анализ. Спектры дельта функции, функции знак и единичной ступени. Теорема о двух гребенках. Дискретизация сигналов, критерий Найквиста обратимости дискретизации, ряд Котельникова. Спектр дискретизованного сигнала,  $z$ -плоскость.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Немецкий язык**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне A1+ (A2.1) (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: Радиотехника и компьютерные технологии**

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

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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



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

**уметь:**

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

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей

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

2. Формализм квантовой механики. Потенциальные барьеры

Понятие об операторах. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Результат квантового измерения значения физической величины. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Закон сохранения вероятности, вектор плотности тока вероятности (без вывода). Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины – эффект Рамзауэра. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект), вывод формулы для прозрачности барьера произвольной формы.

3. Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Осциллятор

Состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода). Оператор момента импульса.

Квантование проекции момента и квадрата момента импульса. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения.  $s$ -состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанных состояний в такой яме.

#### 4. Водородоподобные атомы. Колебательные и вращательные спектры молекул

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Движение в кулоновом поле, случайное вырождение. Спектр атома водорода (без вывода), главное квантовое число, кратность вырождения. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновой функции. Волновая функция основного состояния. Водородоподобные атомы: влияние заряда ядра (на примере иона гелия) и его массы (изотопический сдвиг), мезоатомы. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли). Вращательные спектры плоского и пространственного ротаторов (двухатомная молекула). Вращательные и колебательные уровни молекул, энергетический масштаб соответствующих возбуждений (иерархия молекулярных спектров).

#### 5. Магнитный момент. Спин. Тонкая и сверхтонкая структура атома водорода

Магнитный орбитальный момент электронов, 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,  $K$ -захват. Гамма-излучение, изомерия ядер. Спонтанное деление ядер, механизм формирования барьера деления — зависимость кулоновской и поверхностной энергии от деформации, параметр делимости, энергия, выделяемая при делении ядер, предел стабильности ядер относительно деления.

## 10. Ядерные реакции. Оценка сечений

Ядерные реакции: экзотермические и эндотермические реакции, порог реакции, сечение реакции (полное и парциальные сечения), каналы реакции, ширины каналов. Составное ядро. Нерезонансная теория — классическое сечение, поправки на волновой характер частиц, коэффициент проникновения частицы в прямоугольную яму, закон Бете (на примере проникновения частицы в прямоугольную яму). Резонансные реакции — формула Брейта—Вигнера. Деление ядер под действием нейтронов, мгновенные и запаздывающие нейтроны, цепная реакция деления. Роль запаздывающих нейтронов в работе ядерного реактора. Схема реактора на тепловых нейтронах.

## 11. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы

Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы (лептоны, кварки и переносчики взаимодействий). Законы сохранения и внутренние квантовые числа. Кварковая структура адронов — мезоны, барионы и резонансы. Квантовая хромодинамика, асимптотическая свобода. Гипотеза конфайнмента кварков и глюонов, кварковый потенциал. Оценка адронных сечений при высоких энергиях на основе кварковой структуры. Открытие  $W$ - и  $Z$ -бозонов,  $t$ -кварка, методы регистрации нейтрино. Несохранение чётности при бета-распаде, опыт Ву.

## 12. Законы излучения АЧТ

Подсчет числа состояний поля в заданном объеме; фазовый объём, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэлея—Джинса и ультрафиолетовая

катастрофа, формула Вина. Распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение как идеальный газ фотонов. Законы Кирхгофа и Стефана—Больцмана.

### 13. Спонтанное и вынужденное излучение

Двухуровневая квантовая система в поле равновесного излучения, принцип детального равновесия, спонтанные и индуцированные переходы, соотношения Эйнштейна и его вывод распределения Планка. Прохождение излучения через среду, условие усиления (инверсная заселённость уровней). Принцип работы лазера и его устройство.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Общая физика: лабораторный практикум**

#### **Цель дисциплины:**

формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

##### **уметь:**

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

##### **владеть:**

- навыками работы с современным измерительным оборудованием;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

## Темы и разделы курса:

### 1. Вводные работы 1

Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов.

### 2. Вводные работы 2

На примере космического излучения, регистрируемого счетчиком Гейгера, изучаются основные методы статистической обработки данных. Изучаются основные свойства нормального распределения и распределения Пуассона. Исследуется зависимость среднеквадратичного отклонения данных от числа измерений.

### 3. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

### 4. Изучение электронного осциллографа.

Изучается устройство и принцип работы электронного осциллографа. Измеряются параметры простейших колебаний --- амплитуда, фаза и частоты. Исследуется влияние амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик на результат измерений с помощью осциллографа.

### 5. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

С помощью трифилярного подвеса измеряются периоды крутильных колебаний тел различной формы. По измеренным периодам вычисляются моменты инерции тел, значения которых сравниваются с полученными из расчетов по их геометрическим размерам. Экспериментально проверяется аддитивность моментов инерции и теорема Гюйгенса—Штейнера.

### 6. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

### 7. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека.

С помощью крестообразного маятника, к оси которого подвешиваются грузы различной массы, исследуется основной закон вращательного движения. Экспериментально проверяются соотношения для моментов инерции цилиндров и зависимости момента инерции от расстояния до оси вращения. Исследуется влияние сопротивления воздуха на искажение результатов опыта.

### 8. Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Изучение физического маятника.

С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от

амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.

#### 9. Определение модуля Юнга

Исследуются малые упругие деформации растяжения/сжатия, изгиба и кручения для различных материалов (сталь, латунь, различные породы дерева). По значению деформации вычисляется модуль соответствующего материала различными способами.

#### 10. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 11. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

Исследуются законы движения быстровращающихся осимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опусканию оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.

#### 12. Изучение колебаний струны.

Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.

#### 13. Исследование свободных колебаний связанных маятников

Исследуются особенности колебаний системы из двух связанных маятников. Измеряются собственные частоты колебаний и исследуются собственные моды колебаний. Исследуется зависимость характера колебаний от константы связи маятников.

#### 14. Определение скорости полета пули.

Скорость полета пули из пневматического ружья измеряется с помощью баллистического метода. Скорости вычисляются по амплитуде отклонения баллистического и крутильного маятников с использованием законов сохранения импульса, энергии и момента импульса.

#### 15. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 16. Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль).

Изучаются свойства стационарных течений жидкостей и газов. Расход жидкости измеряется расходомерами Пито и Вентури. По зависимости расхода газа от перепада давления на участке трубы измеряется вязкость газа. По отклонению от закона Пуазейля определяется критическое число Рейнольдса, соответствующее переходу от ламинарного течения к турбулентному.



#### 17. Вязкость жидкости, энергия активации.

По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуре. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активация сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

#### 18. Вакуум.

Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, терморезисторным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется ионизационным и магнетронным вакуумметрами.

#### 19. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 20. Диффузия.

Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления.

#### 21. Теплопроводность.

Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.

#### 22. Молекулярные явления

Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки --- поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.

#### 23. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 24. Определение $C_p/C_v$ газов.

Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.

#### 25. Фазовые переходы.

С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.

#### 26. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 27. Реальные газы.

Исследуется эффект Джоуля—Томсона просачивания газа через пористую перегородку для углекислого газа. Разность температур измеряется термопарой. Вычисляются коэффициенты Джоуля—Томсона и параметры газа Ван-дер-Ваальса. По измеренным параметрам производится оценка критических параметров газа и температуры инверсии эффекта.

#### 28. Поверхностное натяжение.

Измеряется коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей (воды и спирта) в зависимости от температуры методом Ребиндера. Определяется полная свободная энергия поверхности и теплота образования единицы поверхности.

#### 29. Теплоемкость.

Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Температура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.

#### 30. Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.

#### 31. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

Изучение спектрального состава периодических электрических сигналов. Изучение возможности синтеза периодических электрических сигналов при ограниченном наборе спектральных компонент. Ознакомление с особенностями распространения электромагнитных волн в волноводе, аппаратурой и методами измерения основных характеристик протекающих при этом процессов.

#### 32. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

### 33. Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена.

Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнитной фокусировки и методом магнетрона. Определение удельного заряда электрона на основе закона «трёх вторых» для вакуумного диода. Измерение элементарного заряда методом масляных капель по их движению в воздухе под действием силы тяжести и вертикального электрического поля.

### 34. Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Изучение влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока. Исследование резонансов напряжений и токов в последовательном и в параллельном колебательном контурах с изменяемой ёмкостью, получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, определение основных параметров контуров.

### 35. Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников.

Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при различных токах через образец для определения константы Холла. Измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках и металлах. Измерение зависимости сопротивления полупроводниковых образцов различной формы от индукции магнитного поля.

### 36. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

### 37. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Дробовой шум. Колебательный контур с нелинейной ёмкостью.

Исследование свободных и вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре. Измерение заряда электрона по дробовому шуму. Изучение резонансных свойств нелинейного колебательного контура

### 38. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Скин-эффект.

Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных образцов. Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки

Кюри. Исследование проникновения переменного магнитного поля в медный полый цилиндр.

39. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

40. Баллистический гальванометр.

Изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнитоэлектрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.

41. Релаксационный генератор. Тлеющий разряд. Высокочастотный разряд.

Исследование релаксационного генератора на стабилитроне. Изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда. Изучение свойств плазмы высокочастотного газового разряда в воздухе методом зондовых характеристик.

42. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

43. Петля гистерезиса (динамический метод). Петля гистерезиса (статический метод). Параметрон. Двойное ярмо.

Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных полях. Измерение начальной кривой намагничивания ферромагнетиков и предельной петли гистерезиса для образцов тороидальной формы, изготовленных из чистого железа или стали. Изучение параметрических колебаний в электрической цепи.

44. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 45. Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея.

Интерференционное измерение кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Интерференционные измерения показателей преломления газов с помощью интерферометров Жамена и Релея.

#### 46. Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов. Рефрактометр Аббе.

Изучение методов определения фокусных расстояний линз и сложных оптических систем. Определение характеристик оптической системы, составленной из тонких линз. Изучение сферической и хроматической аберраций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение показателей преломления твёрдых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.

#### 47. Изучение лазера.

Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.

#### 48. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 49. Дифракция света.

Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

#### 50. Поляризация.

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.

#### 51. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение

длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

52. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

53. Дифракционные решётки (гониометр).

Знакомство с работой и настройкой гониометра и определение спектральных характеристик амплитудной решётки. Исследование спектра ртутной лампы. Определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).

54. Двойное лучепреломление.

Изучение зависимости показателя преломления необыкновенной волны от направления в двоякопреломляющем кристалле. Определение главных показателей преломления в кристалле.

55. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

56. Дифракция на ультразвуковых волнах.

Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.

57. Разрешательная способность микроскопа (метод Аббе).

Определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа методом Аббе. Определение периода решёток по их пространственному спектру, по изображению, увеличенному с помощью модели микроскопа, а также, по оценке разрешающей способности микроскопа. Пространственная фильтрация и мультиплицирование.

58. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

#### 59. Эффект Поккельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

#### 60. Эффект Мессбауэра. Исследование резонансного поглощения $\gamma$ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в мессбауэровской линии поглощения исследуется резонансное поглощение  $\gamma$ -квантов, испускаемых ядрами олова. Определяется положение максимума резонансного поглощения, его величина, а также экспериментальная ширина линии.

#### 61. Исследование эффекта Комптона.

С помощью сцинтилляционного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\gamma$ -квантов, рассеянных на графите. Определяется энергия рассеянных  $\gamma$ -квантов в зависимости от угла рассеяния, а также энергия покоя частиц, на которых происходит комптоновское рассеяние.

#### 62. Магнитный момент легких ядер /ЯМР/.

Методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) измеряются g-факторы протона, дейтрона и ядра фтора и вычисляются их магнитные моменты. Результаты сравниваются с вычисленными на основе кварковой модели адронов и одночастичной оболочечной модели ядер.

#### 63. Спектрометрия $\gamma$ – излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра. Измерение абсолютной активности препарата Со методом $\gamma$ – $\gamma$ совпадений.

Методом совпадений измеряется абсолютная активность препарата Со. После этого определяется энергия  $\gamma$ -квантов неизвестного радиоактивного препарата.

#### 64. Определение энергии $\alpha$ частиц по величине их пробега в воздухе.

Измеряется пробег  $\alpha$ -частиц в воздухе двумя способами: с помощью торцевого счетчика Гейгера и сцинтилляционного счетчика. По полученным величинам определяется энергия частиц.

#### 65. Измерение времени жизни мюонов на основании углового распределения интенсивности космических лучей.

С помощью телескопа из двух сцинтилляторов измеряется угловое распределение жесткой компоненты космического излучения. На основе полученных данных оценивается время жизни мюона.

66. Сцинтилляционный счетчик для детектирования космического излучения.

Измеряется зависимость вероятности образования ливней вторичных заряженных частиц в свинце от лубины уровня наблюдения (каскадная кривая). По результатам оценивается средняя энергия частиц в ливне.

67. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов, методов регистрации частиц и конструкций фотоумножителей. После этого излагаются основные модели взаимодействия излучения с веществом и элементы физики высоких плотностей энергии.

68. Изучение законов теплового излучения.

Оптическим пирометром с исчезающей нитью и 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  $\beta$ -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\beta$ -частиц при распаде ядер цезия. Калибровка спектрометра осуществляется по энергии электронов внутренней конверсии.

74. Опыт Франка-Герца.

Методом электронного возбуждения измеряется энергия первого уровня атома гелия. Сравниваются результаты, полученные в динамическом и статическом режимах.

75. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Общая физика: механика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ механики.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости;
- основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории;
- законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта;
- законы сохранения импульса, энергии, момента импульса;
- законы движения тел в поле тяготения (законы Кеплера);
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении;
- основы приближённой теории гироскопов;
- основные понятия теории колебаний: уравнение гармонических колебаний и его решение, затухание, добротность колебательной системы;
- базовые понятия теории упругости и гидродинамики;
- основы специальной теории относительности :основные постулаты, преобразования Лоренца и их следствия, выражения для импульса и энергии релятивистских частиц.

**уметь:**

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе при реактивном движении;
- применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел;
- применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц, в том числе релятивистских;
- рассчитывать параметры орбит при движении в поле тяготения для задачи двух тел;
- применять законы механики в различных системах отсчёта, в том числе неинерциальных;
- рассчитывать моменты инерции симметричных твёрдых тел и применять к ним законы вращательного движения;
- рассчитывать периоды колебаний различных механических систем с одной степенью свободы, в том числе для колебания твёрдых тел;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- основными методами решения задач механики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Основы кинематики

Кинематика материальной точки. Материальная точка. Системы отсчёта и системы координат (декартова, полярная, сферическая). Радиус-вектор. Виды движения. Линейные и угловые скорости и ускорения. Формулы для нормального, тангенциального и полного ускорений точки. Траектория движения, радиус кривизны траектории.

## 2. Динамика частицы. Законы Ньютона

Динамика материальной точки. Задание состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные

системы отсчёта. Масса частицы. Инертная и гравитационная массы. Импульс частицы. Примеры взаимодействий, описывающие индивидуальные свойства сил (сила гравитационного притяжения, упругая сила, силы трения и сопротивления и пр.). Второй закон Ньютона как уравнение движения. Роль начальных условий. Третий закон Ньютона.

### 3. Динамика систем частиц. Законы сохранения

Закон сохранения импульса. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия частицы. Понятие силового поля. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциал поля. Закон сохранения энергии в механике. Динамика систем частиц (материальных точек). Центр инерции системы частиц (центр масс). Скорость и ускорение центра инерции системы частиц. Закон движения центра инерции. Система центра инерции (центра масс). Движение системы из двух взаимодействующих частиц (задача двух тел). Приведённая масса. Соотношение между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Теорема Кёнига. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии. Анализ столкновения двух частиц для абсолютно упругого и неупругого ударов. Построение и использование векторных диаграмм. Пороговая энергия при неупругом столкновении частиц.

### 4. Момент импульса материальной точки

Момент импульса материальной точки относительно центра (начала) и оси. Момент силы. Связь момента импульса материальной точки с секториальной скоростью. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.

### 5. Законы Кеплера. Тяготение

Движение тел в центральном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Фinitные и инфинитные движения. Космические скорости. Связь параметров орбиты планеты с полной энергией и моментом импульса планеты. Теорема Гаусса и её применение для вычисления гравитационных полей.

### 6. Вращение твёрдого тела

Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции твёрдых тел. Теорема Гюйгенса–Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося тела. Уравнения движения и равновесия твёрдого тела. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость как вектор, сложение вращений. Независимость угловой скорости вращения твёрдого тела от положения оси, к которой отнесено вращение. Понятие о тензоре инерции и эллипсоиде инерции. Главные оси инерции. Уравнение моментов относительно движущегося начала и движущейся оси. Плоское движение твёрдого тела. Качение. Скатывание и вкатывание тел на наклонную плоскость. Регулярная прецессия свободного вращающегося симметричного волчка (ротатора). Гироскопы. Движение

свободного гироскопа. Уравнение движения гироскопа под действием сил (приближённая теория). Гироскопические силы. Применения гироскопов.

## 7. Неинерциальные системы отсчёта

Силы инерции при ускоренном движении системы отсчёта. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Относительное, переносное, кориолисово ускорения. Центробежная и кориолисова силы. Вес тела. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

## 8. Механические колебания и волны

Механические колебания материальной точки. Гармонический осциллятор. Пружинный маятник и математический маятник. Частота и период колебаний. Анализ уравнения движения маятника. Роль начальных условий. Анализ колебаний материальной точки под действием вынуждающей синусоидальной силы. Резонанс. Резонансные кривые. Анализ затухающих колебаний. Сухое и вязкое трение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Фазовая плоскость. Механические колебания тел. Физический маятник. Приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о физическом маятнике. Действие периодических толчков на гармонический осциллятор. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях. Описание волнового движения. Волновое число, фазовая скорость. Понятие о бегущих и стоячих волнах.

## 9. Элементы теории упругости

Упругие и пластические деформации. Растяжение и сжатие стержней. Коэффициент упругости, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Объёмная плотность энергии упругой деформации. Анализ всестороннего и одностороннего растяжения и сжатия. Деформации сдвига и кручения. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержнях.

## 10. Элементы гидродинамики

Жидкость и газ в состоянии равновесия. Условие равновесия во внешнем поле сил. Идеальная жидкость. Кинематическое описание движения жидкости. Линии тока, стационарное течение идеальной жидкости и газа. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Вязкость. Стационарное течение вязкой жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его физический смысл. Пограничный слой и явления отрыва. Объяснение эффекта Магнуса. Понятие о подъёмной силе при обтекании крыла.

## 11. Основы специальной теории относительности

Принцип относительности. Интервал и его инвариантность. Преобразование координат и времени Лоренца, их физический смысл. Относительность понятия одновременности.

Замедление времени. Собственное время жизни частицы. Лоренцево сокращение длины. Собственная длина. Сложение скоростей. Эффект Доплера. Импульс релятивистской частицы. Энергия релятивистской частицы, энергия покоя, кинетическая энергия. Связь между энергией и импульсом частицы. Инвариант энергии-импульса. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц и её связь с классическим случаем неупругого столкновения частиц. Уравнение движения релятивистской частицы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Общая физика: оптика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области оптических явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ оптики.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- о фундаментальные законы и понятия оптики, а также границы их применимости;
- о принцип Ферма и законы геометрической оптики;
- о волновое уравнение, плоские и сферические волны, принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн;
- о временная и пространственная когерентность источника;
- о принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля;
- о дифракция Фраунгофера на щели;
- о спектральные приборы и их основные характеристики;
- о принципы фурье-оптики, пространственное фурье-разложение, эффект саморепродукции;
- о теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции;
- о принципы голографии, условие Брэгга–Вульфа.

- о дисперсия света, фазовая и групповая скорости, классическая теория дисперсии;
- о поляризация света, естественный свет, явление Брюстера;
- о дихроизм, поляроиды, закон Малюса;
- о двойное лучепреломление в одноосных кристаллах, интерференционные явления в кристаллических пластинках, эффект Фарадея и эффект Керра.
- о нелинейные оптические явления, нелинейная поляризация среды, генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм, самофокусировка.

**уметь:**

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по оптике:
- о применять законы геометрической оптики при построении изображений в оптических системах;
- о решать уравнения Гельмгольца для случаев плоских и сферических волн;
- о использовать понятие о зонах Френеля и спирали Френеля при решении задач дифракции на экране с осевой симметрией
- о использовать метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение);
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- о основными методами решения задач оптики;
- о основными математическими инструментами, характерными для задач оптики.

**Темы и разделы курса:**

1. Геометрическая оптика и элементы фотометрии.

Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Оптические инструменты: телескоп, микроскоп. Элементы фотометрии. Яркость и освещённость изображения.

2. Интерференция волн.



Волновое уравнение, монохроматические волны, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца, плоские и сферические волны. Принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн. Видность полос, ширина полосы. Статистическая природа излучения квазимонохроматической волны. Временная когерентность, функция временной когерентности, связь со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина). Ограничение на допустимую разность хода в двухлучевых интерференционных схемах, соотношение неопределенностей. Интерференция при использовании протяженных источников. Пространственная когерентность, функция пространственной когерентности, связь с распределением интенсивности излучения по источнику  $I(x)$  (теорема Ван Циттерта–Цернике). Ограничения на допустимые размеры источника и апертуру интерференции в двухлучевых схемах. Лазеры как источники когерентного излучения.

### 3. Дифракция волн.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция на тонком экране. Граничные условия Кирхгофа. Волновой параметр. Дифракция Френеля. Задачи с осевой симметрией, зоны Френеля, спираль Френеля. Зонные пластинки, линза. Дифракция на дополнительном экране, пятно Пуассона. Дифракция Фраунгофера. Световое поле в зоне Фраунгофера как преобразование Фурье граничного поля. Дифракция Фраунгофера на щели, дифракционная расходимость. Дифракционный предел разрешения телескопа и микроскопа. Поле в фокальной плоскости линзы.

### 4. Разрешающая способность оптических инструментов.

Спектральные приборы: призма, дифракционная решётка, интерферометр Фабри–Перо. Характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия. Теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции. Полоса пропускания оптической системы, связь с разрешающей способностью. Разрешающая способность при когерентном и некогерентном освещении.

### 5. Элементы фурье-оптики.

Принципы фурье-оптики. Метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение), соотношение неопределённости. Дифракция Френеля на периодических структурах (эффект саморепродукции). Область геометрической оптики.

### 6. Элементы голографии.

Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с наклонным опорным пучком. Разрешающая способность голограммы. Объёмная голограмма, объёмная решётка в регистрирующей среде, условие Брэгга–Вульфа.

### 7. Дисперсия. Фазовая и групповая скорости.

Дисперсия света, фазовая и групповая скорости, формула Рэлея. Классическая теория дисперсии. Комплексный показатель преломления и поглощения света в среде. Затухающие волны, закон Бугера. Нормальная и аномальная дисперсии. Радиоволны в ионосфере и дальняя радиосвязь.

#### 8. Поляризация света. Элементы кристаллооптики.

Поляризация света. Естественный свет. Явление Брюстера. Дихроизм, поляроиды, закон Малюса. Двойное лучепреломление в одноосных кристаллах. Интерференционные явления в кристаллических пластинках. Понятие об искусственной анизотропии. Эффект Фарадея и эффект Керра.

#### 9. Рассеяние света.

Рэлеевское рассеяние (рассеяние на флуктуациях плотности). Эффективное сечение рассеяния. Поляризация рассеянного света

#### 10. Нелинейные оптические явления.

Нелинейная поляризация среды. Генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм. Самофокусировка.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Общая физика: термодинамика и молекулярная физика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ статистической физики и физической кинетики.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия термодинамики и молекулярной физики, а также границы их применимости:
- основные законы термодинамики (1, 2, 3 «начала»);
- понятие о равновесных и неравновесных процессах, термодинамическое определение энтропии, закон возрастания энтропии, энтропия идеального газа;
- основы молекулярно-кинетической теории (основное уравнение МКТ, длина свободного пробега, распределения Больцмана, Максвелла);
- основы статистической физики (статистический смысл энтропии, понятие о распределении Гиббса);
- основы квантовой теории теплоёмкости (степени свободы и их возбуждение, характеристические температуры, закон Дюлонга-Пти);
- основы теории фазовых переходов (фазовые диаграммы, теплоты переходов, уравнение Клапейрона-Клаузиуса);

- основные законы поверхностного натяжения (коэффициент поверхностного натяжения, формула Лапласа, внутренняя энергия единицы поверхности);
- основы теории процессов переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газовых средах. Броуновское движение, закон Эйнштейна-Смолуховского. Связь между подвижностью и коэффициентом диффузии.

**уметь:**

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- применять законы сохранения для расчёта процессов сжатия/расширения газов, в том числе: для расширения газа в пустоту; истечение газов из малого отверстия; течение в условиях эффекта Джоуля-Томсона;
- рассчитывать КПД равновесных циклов тепловых и холодильных машин, в том числе заданных в координатах TS;
- рассчитывать изменение энтропии в неравновесных процессах, а также максимальную и минимальную работы систем;
- рассчитывать тепловые процессы с учётом наличия фазовых переходов и эффектов поверхностного натяжения;
- рассчитывать тепловые процессы для неидеальных газов (для уравнения Ван-дер-Ваальса);
- пользоваться вероятностными распределениями, уметь вычислять средние значения и среднеквадратичные отклонения параметров для случаев распределений Больцмана и Максвелла;
- рассчитывать статистический вес и энтропию на основе статистической теории для простейших систем с дискретными энергетическими уровнями;
- рассчитывать скорость переноса вещества (или тепла) при диффузии (или теплопроводности) в стационарных и квазистационарных случаях;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- основными методами решения задач термодинамики и молекулярной физики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач термодинамики и молекулярной физики.

## Темы и разделы курса:

### 1. Основные понятия молекулярной физики

Основные понятия молекулярной физики и термодинамики: предмет исследования, его характерные особенности. Задачи молекулярной физики. Макроскопические параметры. Агрегатные состояния вещества. Уравнения состояния (термическое и калорическое). Идеальный и неидеальный газы. Давление идеального газа как функция кинетической энергии молекул. Соотношение между температурой идеального газа и кинетической энергией его молекул. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа.

Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Определение температуры идеального газа. Равновесное и неравновесное состояния. Квазистатические, обратимые и необратимые термодинамические процессы.

### 2. Термодинамические процессы. Первое начало термодинамики

Работа, теплота, внутренняя энергия. Функции состояния. Термическое и калорическое уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Циклические процессы. Работа при циклическом процессе.

Теплоёмкость. Теплоёмкость идеальных газов при постоянном объёме и постоянном давлении, уравнение Майера.

Адиабатический и политропический процессы. Уравнения адиабаты и политропы для идеального газа. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма.

Скорость звука в газах. Энтальпия. Зависимость энтальпии идеального газа от давления. Скорость истечения газа из отверстия.

### 3. Второе начало термодинамики. Энтропия.

Формулировки второго начала. Тепловая машина. Определение КПД тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Максимальность КПД цикла Карно по сравнению с другими термодинамическими циклами.

Холодильная машина. Эффективность холодильной машины. Тепловой насос. Эффективность теплового насоса, работающего по циклу Карно. Связь между коэффициентами эффективности теплового насоса и холодильной машины.

Термодинамическое определение энтропии. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики.

Третье начало термодинамики. Изменение энтропии и теплоёмкости при приближении температуры к абсолютному нулю.

#### 4. Термодинамические функции и их свойства

Свойства термодинамических функций. Максимальная и минимальная работа. Преобразования термодинамических функций. Соотношения Максвелла. Зависимость внутренней энергии от объёма. Зависимость теплоёмкости от объёма. Соотношение между  $C_P$  и  $C_V$ .

Теплофизические свойства твёрдых тел. Термодинамика деформации твёрдых тел. Изменение температуры при адиабатическом растяжении упругого стержня. Тепловое расширение как следствие ангармоничности колебаний в решётке. Коэффициент линейного расширения стержня.

#### 5. Фазовые переходы

Фазовые переходы I и II рода. Химический потенциал. Условие равновесия фаз. Кривая фазового равновесия. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Диаграмма состояния двухфазной системы «жидкость–пар». Зависимость теплоты фазового перехода от температуры. Критическая точка. Тройная точка. Диаграмма состояния «лёд–вода–пар». Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлаждённый пар.

#### 6. Реальные газы

Газ Ван-дер-Ваальса как модель реального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Уравнение адиабаты газа Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла и правило рычага. Критические параметры и приведённое уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван-дер-Ваальса в вакуум. Энтропия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля–Томсона. Адиабатическое расширение, дросселирование.

#### 7. Поверхностные явления.

Термодинамика поверхности. Свободная энергия поверхности. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.

#### 8. Элементы теории вероятностей.

Условие нормировки. Средние величины и дисперсия. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Распределение Гаусса.

#### 9. Распределения Максвелла и Больцмана.

Распределения Максвелла. Распределение частиц по компонентам скорости и абсолютным значениям скорости. Доля молекул, лежащих в заданном интервале скоростей. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределения Максвелла по энергиям. Среднее число ударов молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие в сосуде.

Распределение Больцмана в однородном поле сил. Барометрическая формула. Распределение Максвелла–Больцмана.

## 10. Основы статистической физики.

Динамические и статистические закономерности. Макроскопические и микроскопические состояния. Фазовое пространство. Представление о распределении Гиббса. Микро- и макросостояния. Статистический вес макросостояния. Статистическая сумма и её использование для нахождения внутренней энергии. Энергия, теплоёмкость, энтропия газа, молекулы которого имеют два дискретных энергетических уровня.

Статистическое определение энтропии. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии. Статистическая температура. Энтропия при смешении газов. Парадокс Гиббса.

## 11. Теория теплоёмкостей.

Классическая теория теплоёмкостей. Закон равном распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга–Пти). Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Характеристические температуры. Зависимость теплоёмкости от температуры.

## 12. Флуктуации.

Средние значения энергии и дисперсии (среднеквадратичной флуктуации) энергии частицы. Флуктуации и распределение Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Флуктуация температуры в фиксированном объёме. Флуктуация объёма в изотермическом и адиабатическом процессах. Флуктуации аддитивных физических величин. Зависимость флуктуаций от числа частиц, составляющих систему. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов (на примере пружинных весов).

## 13. Элементы физической кинетики.

Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Число столкновений молекул между собой. Явления переноса: вязкость, теплопроводность и диффузия. Законы Фика и Фурье. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и диффузии в газах.

## 14. Броуновское движение. Явления переноса в 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: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Общая физика: электричество и магнетизм**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области физики электромагнитных явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ электричества и магнетизма.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений, а также границы их применимости;
- закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- основные понятия при вычислении электрического поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;
- закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;
- основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагниченности, токи проводимости и молекулярные токи;
- закон электромагнитной индукции, правило Ленца;



- основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга;
- базовые понятия о плазме и волноводах.

#### **уметь:**

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по электричеству и магнетизму;
- применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- записывать и решать уравнения Пуассона и Лапласа;
- применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- применять метод «изображений» для вычисления электрических и магнитных полей;
- применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчете колебательных контуров;
- 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 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 взаимоиндукции. 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 намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование  $\rightarrow E$  и  $\rightarrow B$  (при  $v \ll c$ ). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

#### 5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

#### 6. Электромагнитные колебания

Квазистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.

#### 7. Электромагнитные волны

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда.

Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах.. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

## 8. Плазма

Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Оптимальное управление в динамических системах**

#### **Цель дисциплины:**

изучение математических основ современной теории оптимального управления динамическими системами.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области современной теории оптимального управления;
- приобретение теоретических знаний в области математической формализации и подходов к решению оптимизационных задач;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и прикладных исследований в области решения экстремальных задач;
- приобретение навыков решения прикладных задач оптимизации динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, основные теоремы и методы, используемые при математической формализации оптимизационных процессов;
- порядки численных величин, характерные для типовых прикладных задач оптимизации;
- современные проблемы, связанные с математической формализацией оптимизационных задач;
- основные численные процедуры решения экстремальных задач.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при формализации реальных оптимизационных задач;

- 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 математическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- правильно оценить степень достоверности результатов численных экспериментов;
- работать с современными пакетами прикладных программ;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования оптимизационных задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с проблемами оптимизации.

**Темы и разделы курса:**

1. Топологические линейные пространства, выпуклые множества и слабые топологии.

Топологические линейные пространства. Метрические пространства. Нормированные пространства. Банаховы пространства. Гильбертовы пространства. Важнейшие примеры банаховых и гильбертовых пространств.

2. Теорема Хана-Банаха.

Выпуклые множества. Функционал Минковского. Теоремы о продолжении линейного функционала. Теоремы отделимости для выпуклых множеств.

3. Опорные гиперплоскости и крайние точки.

Теоремы существования опорных функционалов. Теоремы о существовании крайних точек. Теорема Крейна-Мильмана.

#### 4. Конусы, сопряженные конусы.

Основные леммы о сопряженных конусах и теорема М.Г.Крейна. Лемма Дубовицкого-Милютинина о пересечении выпуклых конусов.

#### 5. Направления убывания, возможные направления, касательные направления.

Основные леммы о направлениях убывания функционалов, возможных направлений и касательных направлений.

#### 6. Необходимые условия экстремума.

Теорема Дубовицкого-Милютинина о необходимых условиях экстремума. Уравнение Эйлера-Лагранжа.

#### 7. Вычисление конусов направлений убывания.

Функционалы, дифференцируемые по направлению. Дифференцируемость по Фреше. Основные теоремы.

#### 8. Вычисление конусов возможных направлений.

Аналитическое описание ограничений с помощью функционалов. Связь конусов направления убывания и возможных направлений.

#### 9. Касательные направления.

Теорема Люстерника и ее геометрический смысл. Вычисление касательных подпространств для различных множеств.

#### 10. Сопряженные конусы для подпространств.

Основные леммы о сопряженных конусах. Теорема Минковского-Фаркаша.

#### 11. Техника вычисления сопряженных конусов.

Примеры вычисления сопряженных конусов для типовых конусов.

#### 12. Задача на условный экстремум с ограничениями типа равенств.

Основная теорема о необходимых условиях оптимальности.

#### 13. Задача нелинейного программирования.

Теорема Куна-Таккера и ее приложения. Задача линейного программирования.

#### 14. Необходимые условия слабого экстремума.

Постановка задачи оптимизации. Анализ минимизируемого функционала и ограничений. Вывод уравнений Эйлера и их анализ. Принцип максимума. Связь с классическим вариационным исчислением.

#### 15. Необходимые условия сильного экстремума.

Постановка задачи оптимизации. Разрывная замена времени и переход к вспомогательной задаче. Необходимые условия оптимальности во вспомогательной задаче. Обратная замена времени и принцип максимума Понтрягина для основной задачи оптимизации.

#### 16. Особые управления.



Определение особых управлений. Приемы вычисления особых управлений. Примеры.

17. Скользящие режимы.

Определение скользящих режимов. Расширение задачи оптимального управления. Необходимые условия оптимальности в расширенной задаче. Примеры вычисления скользящих режимов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Оптимизирующие компиляторы**

#### **Цель дисциплины:**

– знакомство студентов с основами работы современных оптимизирующих компиляторов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование общего представления об архитектурах основных современных микропроцессоров;
- знакомство с основными структурами данных и алгоритмами применяемыми в компиляторах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- различия архитектур современных микропроцессоров с точки зрения оптимизирующего компилятора;
- основные компоненты современного компилятора;
- понятие алгоритмической сложности;
- основы теории графов и базовые алгоритмы на графах в компиляторах;
- основные оптимизации, применяемые в современных компиляторах.

##### **уметь:**

- писать компиляторно-ориентированный код, позволяющий исполнять скомпилированную программу максимально эффективно.

##### **владеть:**

- математическими основами теории графов, применяемыми при создании компилятора.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Введение. Понятие компиляции, виды оптимизирующей компиляции. Архитектуры современных микропроцессоров

Виды оптимизирующей компиляции. Основные принципы сравнения архитектур на пакетах SPEC. Общая схема компиляции: входные языки, оптимизатор, целевые платформы. Контексты в которых работает оптимизатор: языки высокого уровня – C, C++, F90, двоичный код – x86, динамическая трансляция – JAVA byte code optimizer. Архитектуры для которых делается оптимизированный код: RISC, CISC, Superscalar, VLIW, EPIC, multithreading. Фазы компиляции и сборки программы: лексический анализ, синтаксический анализ, семантический анализ, оптимизация, кодогенерация, линковка, сброс отладочной информации. Основные проблемы, возникающие в процессе решения задач оптимизирующей компиляции: определение независимых вычислений на уровне отдельных операций (fine grain parallelism) и на уровне блоков программы (coarse grain parallelism), скорость компиляции, объем занимаемой памяти, теоретические ограничения на сложность анализа, оптимальное использование ресурсов архитектуры, увеличение размера программы, коррекция аналитической информации в процессе глобального планирования, отсутствие достоверной информации о реальном поведении программы, доказательство корректности преобразований, сброс отладочной информации в случае оптимизированного кода.

## 2. Внутреннее представление программы и его построение

Типы внутреннего представления. Виртуальные регистры как удобное средство для проведения оптимизаций. Abstract Syntax Tree (AST), High Intermediate Representation (HIR)  $\Rightarrow$  AST, Medium IR (MIR) Low IR (LIR). Обсуждение примера, иллюстрирующего различия между HIR, MIR and LIR. Проблема выбора последовательности оптимизаций

## 3. Управляющий граф, построение и использование

Линейный участок, расширенный линейный участок, алгоритм построения управляющего графа, обходы управляющего графа: сначала в глубину обход. Обходы управляющего графа: обход в предварительном порядке, обход в постпредварительном порядке, обход сначала в ширину, доминаторы и постдоминаторы, циклы и сильно связанные компоненты, дерево циклов. Определение зависимостей между обращениями в память в ациклическом участке программы. Различные техники: переменные видимые за пределами процедуры, разрешение на основе типовой информации, диапазоны значений, динамическое определение зависимостей

## 4. Анализ потока данных на основе решения системы уравнений

Алгоритм поиска достигающих определений реализованный на базе битовых векторов. Анализ потока данных на основе разреженных представлений потока данных: фронт доминирования, итерационный фронт доминирования, форма статического единственного присваивания, граф определений использований

## 5. Динамический и статический профилировщики программ

Вероятности дуг, вероятности выхода из цикла, счетчики линейных участков, инструментирование кода, распространение счетчиков, коррекция профиля, профилирование данных, профилирование зависимостей, эвристики статического профилирования

## 6. Мелко-зернистые оптимизации

Мелко-зернистые оптимизации. Оптимизации на основе результатов распространения битов значений. Удаления избыточных знаковых расширений. Балансировка и реассоциация выражений. Оптимизация удаления избыточных операций передачи управления с использованием метода дублирования вычислений

#### 7. Сбор общих подвыражений, удаление избыточных операций чтения из памяти

Удаление избыточных записей в память, вынесения инвариантных операций из циклов, удаление частично избыточных вычислений

#### 8. Подстановка констант, удаление мертвого кода

Глобальное распространение копий, определение индуктивных переменных циклов, удаление индуктивных переменных, понижение силы операций.

#### 9. Межпроцедурный анализ программ

Граф вызовов, чувствительность анализа к потоку управления и месту вызовов процедур. Межпроцедурные распространители информации о программе: определение и использование переменных, взятие адреса переменной, межпроцедурная протяжка констант.

#### 10. Межпроцедурные оптимизации

Подстановка процедур, подстановка копий процедур (клонирование), частичная постановка процедур, удаление хвостовой рекурсии, удаление мертвых процедур, реорганизация данных программы.

#### 11. Анализ зависимостей в цикловых регионах программы

Гнездо циклов, пары операций для анализа, лексикографический порядок на отношении зависимости, вектор направления зависимости, вектор расстояния зависимости, решатель систем линейных Диофантовых уравнений и неравенств (метод Фурье, Симплекс метод, целочисленный Симплекс метод.

#### 12. Цикловые оптимизации и условия их корректности

Раскрутка циклов, слияние циклов, открутка первых итераций цикла в скалярную часть программы, разрезание циклов, постановка цикла под условие использования его побочных эффектов, динамический анализ зависимостей в циклах.

#### 13. Оптимизации доступа в память

Уменьшение промахов в КЭШ'и различных назначений и уровней (кэш данных, кэш инструкций, различные уровни кэш памяти): предподкачка данных в кэш, предподкачка инструкций в кэш, увеличение форматов чтения и записи в память, перестановка циклов, компактизация циклов.

#### 14. Векторные инструкции

На примере SSE расширения для x86 архитектуры. Алгоритмы и методы использования векторных операций в целях оптимизации (SIMD). Средства и методы распараллеливания программ на несколько процессов.

#### 15. Машинная модель

Выбор инструкций при трансляции MIR в LIR. Планирование кода: граф зависимостей, планирование на основе списков и приоритетов операций. Циклическое и ациклическое глобальное планирование.

16. Анализ и оптимизации на предикатном коде

Планирование цикла с конвейеризацией и использованием аппаратной поддержки для конвейеризации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы инженерной подготовки**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование знаний по основам компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования технических деталей, сборочных единиц и электронных устройств на основе стандартов ЕСКД;
- развитие навыков трехмерного компьютерного моделирования в среде прикладных пакетов SolidWorks, KiCad;
- освоение программы курса создает необходимую базовую основу инженерного образования, необходимую для дальнейшей успешной профессиональной деятельности в различных отраслях науки и техники.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов практическим навыкам по схемотехническому и функционально-логическому моделированию;
- научить студентов использовать современное оборудование для проведения самостоятельных исследований;
- дать представление об этапах производства изделия, начиная от его моделирования и проектирования до изготовления (проходя по всем технологическим цепочкам).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы автоматизированного сбора и обработки экспериментальных данных;
- основные методы моделирования, проектирования и конструирования;
- принципы функционирования современных электрических и электронных приборов;
- современную измерительную технику;
- новые технологии производства электронной аппаратуры.

**уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- правильно оценивать степень достоверности получаемых измеряемых величин;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования прикладных задач.

**Темы и разделы курса:****1. Введение в моделирование электронных устройств (EWB)**

Резонанс напряжений и токов. Выпрямитель 1 и 2х полупериодный и мостовой. Умножитель напряжения.

**2. Проектирование электронных устройств**

Вычерчивание простейших электронных схем. Разводка печатной платы простейшей схемы. Ознакомление с пакетом Ki-CAD и проектирование усилителя низкой частоты.

**3. Занятия по элементарной технологии изготовления нестандартной электронной измерительной техники для экспериментальных исследований**

Вводная лекция по методам разработки электронных схем, а также штучного (лабораторного) и промышленного изготовления электронной аппаратуры. Общее время вводной лекции 2 часа.

Практические занятия по изготовлению простых устройств электронной техники навесным монтажом. Настройка и испытание созданных устройств с использованием типовой (обычно применяемой) измерительной техники.

**4. Лабораторный практикум по автоматизации экспериментальных исследований**

Практикум моделирует проведение сложных экспериментальных работ с разделением процессов измерения и обработки данных (сбор данных – измерение производится на одних

компьютерах, а обработка – на других с пересылкой данных по локальной сети). При такой организации экспериментальных работ возможно проведение синхронных измерений в разных регионах и, даже, на разных континентах с передачей информации в общий центр обработки по глобальным сетям.

Практикум содержит 7 лабораторных установок, предназначенных для автоматизированных измерений разнородных процессов с записью информации на персональные компьютеры сбора данных с датчиков физических величин. Измерения производятся небольшими коллективами (подгруппами 2-3 студента с самостоятельной внутренней организацией) непосредственно на экспериментальных установках. Полученная информация передаётся по локальной сети на сервер, затем студенты обрабатывают информацию (производят калибровку, обработку экспериментальных данных, интерпретацию и оформление результатов – построение графиков и пр.) на отдельных ПК индивидуально. За семестр каждый студент выполняет до 7ми лабораторных работ. Обработка данных производится средствами пакета “Grapher” На части работ (№2 и №5) студенты разрабатывают программное обеспечение для сбора данных (программирование внешних устройств). Таким образом, используются знания, полученные на предыдущих занятиях. Время выполнения одной лабораторной работы – 4 часа. В итоге выполнения каждой работы студенту рекомендуется оформить краткий (1-2 страницы) отчёт, содержащий постановку задачи, графики или таблицы обработанных экспериментальных данных и краткие выводы (вывод).

Состав практикума (лабораторных работ):

Работа №1. Измерение артериального давления. Измерение артериального давления проводится у студента в спокойном состоянии и после интенсивной физической нагрузки. Установка содержит медицинский тонометр с электронным датчиком давления, аналого–цифровым преобразователем (АЦП) и персональным компьютером сбора данных. В ходе работы студенты производят калибровку измерительной системы (стандартным манометром медицинского тонометра), измеряют артериальное давление (в ходе обработки файла временной зависимости давления - каждый узнаёт своё давление). Для сбора данных используется готовое программное обеспечение и измерительная система.

Работа №2 Определение скорости распространения волны на поверхности воды. Измерение скорости поверхностной волны происходит в гидролотке. Установка содержит гидролоток 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 гидролотка 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). Единовременно получается спектр во всём видимом диапазоне. Студенты снимают спектры излучения рассеянного цветной бумагой (красной, синей, зелёной, белой и серой). Пересылают данные на сервер. Индивидуально обрабатывают спектры, производят калибровку спектрографа (по линиям ртути калибровочной лампы), получают спектры в графическом виде на экранах мониторов и определяют альбедо для каждой поверхности.

Работа №5. Дистанционное определение температуры тел по инфракрасному излучению. В работе необходимо произвести измерение яркостной температуры поверхности бумаги. Установка содержит ИК радиометр на базе болометра, АЦП, штатив для крепления бумаги, лёд, ацетон, комнатный термометр. Студенты разрабатывают программное обеспечение для системы сбора данных (используется не промышленный, 15-ти разрядный АЦП двойного интегрирования под ISA шину). Затем записывают в один файл сигналы от сухой бумаги (комнатная температура, первая калибровочная точка), от тающего льда (вторая калибровочная точка), затем поливают бумагу напротив входного зрачка прибора небольшим количеством ацетона (не более 10мл – безопасная концентрация в помещении). Данные пересылаются на сервер, далее производится индивидуальная обработка данных, получается график зависимости яркостной температуры от времени. Работа завершается оформлением отчёта.

Работа №7. Измерение расхода затопленной струи. Установка содержит центробежный насос с дозвуковым соплом. Электронный датчик давления с программно перемещаемой трубкой Пито. А также, АЦП, программное обеспечение, созданное в среде MATLAB. Студенты производят калибровку датчика давления и записывают профили давления струи в файлы. Пересылают файлы на сервер с последующей индивидуальной обработкой.

Более подробное описание работ см. в [1].

## 5. Методы проектирования в программном прикладном пакете Solid Works

Введение в SolidWorks. Интерфейс пользователя. Дерево конструирования, менеджеры свойств, менеджер конфигураций. Техника построения эскизов. Плоскости эскиза. Объекты эскиза. Простановка размеров и наложение геометрических взаимосвязей. Неопределенность, определенность и переопределенность эскиза. Создание основных 3-х мерных элементов (бобышка, вырез) методами вытягивания и вращения контура. Менеджеры свойств команд создания элементов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы микроархитектуры компьютеров**

#### **Цель дисциплины:**

- представление теоретических принципов и практических подходов разработки микропроцессоров ЭВМ.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание архитектуры и микроархитектуры процессора и их взаимосвязи
- Умение проектировать типовые модели процессоров на языке Верилог
- Базовые принципы оптимизация микросхем (площадь, стоимость, энергопотребление, производительность)

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы проектирования, применяемые при разработке сложных микропроцессоров;
- основные сложнофункциональные блоки применяемые при разработке микросхем.

##### **уметь:**

- моделировать работу микросхем описанных на языке Верилог с помощью программных средств моделирования;
- работать с документацией архитектуры системы команд, уметь извлекать из неё информацию необходимую для реализации микроархитектуры процессора;
- разрабатывать дизайн и реализацию простых видов микроархитектур (однотактные, многотактные, конвейерные с последовательным исполнением) для заданной архитектуры.

##### **владеть:**

- пониманием основных принципов функционирования микросхем и процессоров;
- навыками освоения большого объема информации;

- навыками самостоятельной работы и использования информации из баз знаний в Интернет;
- культурой постановки и проектирования задач при разработке микросхем.

### **Темы и разделы курса:**

1. Принципы проектирования микроэлектроники, логические элементы, энергопотребление  
Основные принципы проектирования микроэлектроники, цифровая абстракция, логические уровни, логические элементы на КМОП транзисторах, энергопотребление КМОП-микросхем.

### 2. Комбинационная логика

Булевы выражения и их оптимизация, булева алгебра, многоуровневая комбинационная логика, незначащие состояния и состояния с высоким импедансом, карты Карно, основные комбинационные блоки, временные характеристики комбинационных микросхем.

### 3. Синхронные последовательностные схемы

Защелки и триггеры, проектирование синхронных логических схем, конечные автоматы, синхронизация последовательностных схем, параллелизм

### 4. Язык описания аппаратуры Верилог

Описание комбинационной и последовательностной, структурное моделирование, описание конечных автоматов, параметризованные модули, верификация микросхем и среда тестирования

### 5. Цифровые функциональные блоки

Арифметические схемы, дополнительный код, последовательностные функциональные блоки, матрицы памяти и логических элементов

### 6. Система команд RISC-V

Введение в архитектуру RISC-V и базовую систему команд RV32I. Язык ассемблера и машинный язык. Структура ELF-файла.

### 7. Однотактная, многотактная и конвейерная микроархитектуры ЦП

Анализ производительности, Однотактный процессор, Многотактный процессор, конвейерный процессор с последовательным исполнением инструкций, добавление новых стадий в конвейерную микроархитектуру, улучшение микроархитектуры

#### 8. Подсистема памяти

Анализ производительности систем памяти, кэш-память, виртуальная память и её реализация в RISC-V, отображение работы с устройствами ввода-вывода в память.

#### 9. Микроархитектура ЦП с внеочередным исполнением инструкций

Микроархитектура ЦП с внеочередным исполнением инструкций и основные причины её появления. Преимущества и недостатки. Аналитическая модель производительности такой микроархитектуры. Оптимизация.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы практической защиты информации**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам представление о фундаментальных принципах построения элементов систем защиты информации на базе практических примеров. Дать представление об основах реверс-инжиниринга.

#### **Задачи дисциплины:**

Научить работать с криптографическими стандартами; научить правильно строить процесс разработки ПО в ходе командного проекта; дать практический опыт реализации криптографических схем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные идеи и принципы построения криптосистем;
- знать основные криптопримитивы, системы, на них базирующиеся, базовые протоколы, использующиеся для аутентификации, обмена данными;
- понимать, что такое реверс-инжиниринг (ПО), какие задачи возникают в этой области, подходы к их решению;
- распространенное ПО для прикладных задач в области защиты информации.

##### **уметь:**

- пользоваться современными системами git;
- читать и понимать криптографические стандарты;
- реализовывать в виде программного кода описанные в стандартах криптосистемы, соблюдая базовые требования безопасности и разработки подобного рода систем.

##### **владеть:**

- простейшими методами оценки надежности реализованных криптосистем;

- навыками командной работы над проектами и совместной разработки программного обеспечения;
- основными этапами разработки программного продукта (проектирование, разработка, разделение задач).

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Хеш-функции

Стрибог, семейства sha2, sha3. Относящиеся к ним стандарты, области применения, в том числе на примере конкретных систем. Реализация одной из предложенных на языке C++/Python

#### 2. Цифровые подписи

RSA, DSA алгоритмы подписей. Постквантовые алгоритмы (Falcon, CRYSTALS-Dilithium, SPHINCS+)

#### 3. Симметричное шифрование

Алгоритмы AES, Магма/Кузнечик. Реализация одной из предложенных схем на языке C++/Python

#### 4. Асимметричное шифрование

RSA, постквантовые алгоритмы (McEliece, NTRU, CRYSTALS-KYBER). Рассмотрение схемы McEliece на базе кодов Гоппы и построение двоичных кодов Гоппы, реализация McEliece в программном коде на языке C++/Python

#### 5. Доказательство с нулевым разглашением

Доказательство с нулевым разглашением. Построение. Примеры использования.

#### 6. Подтвержденный секретный обмен

Подтвержденный секретный обмен. Построение. Примеры использования

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы разработки приложений с использованием C++**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний и принципов построения современных платформенно-независимых приложений и систем, разрабатываемых на языке программирования C++ с использованием реляционных баз данных, современных программно-аппаратных архитектур, а также получение полного обзора возможностей основных средств разработки.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основ программирования на C++;
- изучение основных алгоритмов STL;
- обучение принципам оценивания сложности алгоритмов;
- обучение студентов основным принципам проектирования приложений и систем;
- обзор принципов разработки с использованием СУБД;
- обучение студентов принципам оптимизации вычислений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы программирования на C++;
- условия и основы применения СУБД в программном обеспечении;
- основные способы и средства разработки программного обеспечения.

##### **уметь:**

- применять C++ и SQL на практике;
- разрабатывать оптимальную архитектуру приложения;
- оценивать и эффективно использовать программно-аппаратную архитектуру вычислителя для решения практических задач.

**владеть:**

- основами программирования на C++;
- принципами разработки программного обеспечения;
- основам реляционных баз данных и языка SQL;
- методами оценки алгоритмической сложности;
- методами оптимизации вычислительных задач.

**Темы и разделы курса:****1. Основы программирования на C++**

Вводный курс программирования на языке C++. Дается общее представление о назначении языка, способах организации ввода и вывода данных, типах переменных, операторах и функциях, структурах и классах, методах и шаблонах, организации работы с памятью и ресурсами.

Наследование и виртуальные методы. Модификаторы доступа к членам класса.

**2. Базовые алгоритмы STL, сложность алгоритмов**

Обзор основных классов, функций и алгоритмов STL. Массивы, векторы, контейнеры, итераторы. Алгоритмы поиска и сортировки.

Понятие вычислительной сложности алгоритмов, использование O-нотации. Оценка сложности алгоритмов по времени выполнения и по используемой памяти на примерах STL-алгоритмов сортировки, поиска по массивам и контейнерам.

Оптимизация использования памяти и ресурсов.

**3. Принципы разработки программного обеспечения**

Вводный курс в теорию построения программного обеспечения. В курсе рассматриваются: частотный принцип, принцип модульности, идеи функциональной избыточности и избирательности, данные и поведение «по умолчанию».

Основы архитектуры программного обеспечения: выделение компонентов программного обеспечения, выбор структурных элементов и их интерфейсов, их укрупнение и объединение. Шаблоны проектирования: Delegation, Interface, Builder, Lazy initialization, Singleton, Adapter, Observer. Архитектурные шаблоны: клиент-серверная архитектура, «толстый» и «тонкий» клиент, трехзвенная архитектура.

Основы совместной разработки: системы контроля версий, комментирование и документирование программного кода. Модульное и интеграционное тестирование.



#### 4. Основы реляционных СУБД, основы SQL

Основные функции СУБД, компоненты и классификация СУБД, ACID-требования к транзакционным системам.

Таблицы и представления данных. Последовательности. Язык запросов SQL. Транзакции. Хранимые процедуры.

#### 5. Примеры решения задач

Разбор и анализ практических задач на примерах:

- сферической тригонометрии;
- перевода координат между различными системами;
- определения количества движущихся баллистических объектов.

Практическое применение СУБД на примере разработки структуры базы данных в PostgreSQL для поддержания каталога космических объектов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы технологии Wi-Fi**

#### **Цель дисциплины:**

Знакомство студентов с основными популярной технологии Wi-Fi, а также базовыми математическими методами оценки эффективности различных алгоритмов и протоколов сетей Wi-Fi.

#### **Задачи дисциплины:**

- познакомить студентов с основными алгоритмами и протоколами работы сетей Wi-Fi, ответив на вопросы: зачем нужны те или иные алгоритмы и протоколы; как они работают; и почему они устроены именно так;
- познакомить студентов с базовыми методами оценки производительности этих алгоритмов и протоколов;
- сформировать у студентов навык чтения спецификаций протоколов;
- оказывать консультацию студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований телекоммуникационных сетей и систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные алгоритмы и протоколы, применяемые на канальном уровне беспроводных локальных сетей Wi-Fi;
- современные методы повышения производительности таких сетей.

##### **уметь:**

- ориентироваться во всем многообразии алгоритмов и протоколов, применяемых на канальном уровне беспроводных сетей Wi-Fi;
- проводить оценку эффективности различных алгоритмов и протоколов, применяемых на канальном уровне беспроводных сетей Wi-Fi;
- проводить сравнительный анализ различных методов передачи данных в сетях Wi-Fi.

**Владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и аналитического моделирования процессов и явлений в области телекоммуникационных сетей и систем.

**Темы и разделы курса:****1. Архитектура сетей Wi-Fi**

Эволюция технологий беспроводной связи. Стандарты протоколов беспроводных сетей. Топология беспроводной сети. Виды управления в топологиях с центральным узлом и без центрального узла. Адресация. Самоорганизующиеся (ad hoc) и инфраструктурные (hot spot) сети. Прямые соединения (direct links) и ретрансляция (relay) в инфраструктурных сетях. Многошаговые сети (mesh and mobile ad hoc networks). Обзор деятельности комитета по стандартизации IEEE 802. Обзор стандартов и активных групп по стандартизации. Эволюция беспроводных сетей. Актуальные задачи. Текущая деятельность IEEE 802.11: новейшие активные группы и группы, ожидающие запуска.

**2. Множественный доступ к каналу в сетях Wi-Fi. Моделирование случайного доступа в сетях Wi-Fi**

Базовый метод доступа в сетях Wi-Fi. Виртуальное прослушивание канала. Механизм RTS/CTS. Политики повторных передач: с обратной связью (индивидуальная передача, блочная передача) и без обратной связи (метод безусловных повторных передач). Методы Stop-and-Wait, Go-Back-N, Selective repeat. Агрегирование как способ снизить накладные расходы. Агрегирование пакетов, кадров. TXOP. Повышение надежности передачи за счет фрагментации. Сигнально-кодовые конструкции. Выбор сигнально-кодовых конструкций для передачи. Методы доступа PCF, EDCA, HCCA.

Моделирование случайного доступа в сетях Wi-Fi. Математическая модель метода случайного доступа сети Wi-Fi. Оценка вероятности передачи станции в сети IEEE 802.11 с помощью цепи Маркова (модель Бьянки) и распределения числа попыток. Формулы расчета показателей производительности сети IEEE 802.11 с идеальным каналом при известной вероятности передачи (базовый метод доступа и механизм RTS/CTS). Учет вида распределения длин пакетов.

Оценка производительности локальных беспроводных сетей с протоколом IEEE 802.11 в условиях помех. Моделирование процесса переключения сигнально-кодовых конструкций (СКК) при передаче в беспроводном канале цепью Маркова. Оценка стационарных вероятностей передачи на каждой СКК и пропускной способности сети.

**3. Биконы и их функции в беспроводных сетях.**

Методы синхронизации в беспроводных сетях. Служебные каналы, биконы. Рассылка биконов в децентрализованных сетях, инфраструктурных сетях, многошаговых сетях, в сетях с направленными антеннами. Обнаружение активных сетей: активное и пассивное. Присоединение к сети. Детерминированный доступ в сетях Wi-Fi. Беспроводные сети с направленными антеннами. Моделирование протоколов беспроводных сетей, основанных

на синхронизации станций. Энергосбережение в беспроводных сетях. Оценка производительности сетей Wi-Fi при использовании механизмов энергосбережения.

#### 4. Методы исследования интерференции в беспроводных сетях

Протокольная модель интерференции прямых соединений в сетях с протоколом IEEE 802.11. Случаи интерференции. Эффект от использования разных межкадровых интервалов. Синхронная и асинхронная работа станций. Преодоление коллизий. Работа в отсутствие виртуального механизма контроля несущей. Физическая модель интерференции.

#### 5. Обеспечение требуемого качества обслуживания в сетях Wi-Fi.

Модель сети IEEE 802.11 с централизованным управлением: режим PCF. Классификация трафика. Качество обслуживания (QoS) и методики его оценки. Методы поддержки QoS в сетях с централизованным и распределенным управлением. Моделирование схемы дифференцированного обслуживания (EDCA) в сетях IEEE 802.11. Расчет показателей производительности и оценка вероятностей коллизий для разных категорий доступа.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы физики конденсированного состояния**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Основы физики конденсированного состояния» является получение знаний об электронной теории твердого тела, включая формирование зонного спектра, а также спектра колебаний кристаллической решетки; формирование представления об основных особенностях различных типов материалов: полупроводников, магнитных систем, сверхпроводников, и ряда других.

#### **Задачи дисциплины:**

- краткий обзор современной физики конденсированного состояния.
- формирования у студентов общего представления о объектах, проблемах и методах указанной дисциплины.
- рассмотрение проводится на уровне курса общей физики с тем, чтобы при дальнейшем изучении отдельных разделов у обучающихся уже имелось представление об этой отрасли физики в целом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные современные научные достижения в профессиональной области, основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских задач, в том числе и в междисциплинарных областях.

##### **уметь:**

- проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской (практической, образовательной) задачи, выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной науке.

##### **владеть:**

- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских, практических и образовательных задач в своей профессиональной области, в том числе в междисциплинарных областях.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Основы квантовой механики. Часть 1

Квантовые свойства излучения. Волновые свойства микрочастиц. Объяснение спектральных закономерностей в рамках теории Бора. Гипотеза де Бройля.

#### 2. Основы квантовой механики. Часть 2

Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера. Квантование спектра микрочастиц. Атом водорода. Спектр многоэлектронных атомов.

#### 3. Основы зонной теории. Часть 1

Формирование кристаллической структуры из изолированных атомов. Свойства полос разрешенных энергий. Теорема Блоха. Понятие квазиимпульса. Зона Бриллюэна.

#### 4. Основы зонной теории. Часть 2

Метод почти свободных электронов. Формирование зонного спектра. Эффективная масса. Энергия Ферми и поверхность Ферми. Метод сильной связи. Типы химических связей.

#### 5. Движение электрона во внешних полях . Часть 1

Движение электрона во внешнем магнитном поле. Квантование спектра. Плотность состояний. Уровни Ландау.

#### 6. Движение электрона во внешних полях . Часть 2

Квантовые осцилляционные эффекты. Движение электрона во внешнем электрическом поле.

#### 7. Динамика кристаллической решетки. Часть 1

Колебания атомов в кристаллической решетке. Одномерная цепочка атомов. Акустические и оптические фононы. Теплоемкость решетки.

#### 8. Динамика кристаллической решетки. Часть 2

Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость. Взаимодействие фононов. Тепловое расширение решетки.

#### 9. Текущая аттестация в форме занятия семинарского типа.

Промежуточная аттестация, контроль усвоения дисциплины.

#### 10. Физика полупроводников. Часть 1

Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Полупроводники с прямой и непрямой щелью. Оптическая и термическая активация. Легирование полупроводников.

#### 11. Физика полупроводников. Часть 2

Доноры и акцепторы. Энергия примесных состояний. Полупроводниковые сверхрешетки. Квантование спектра. Квантовый эффект Холла.

#### 12. Физика магнитных явлений. Часть 1

Магнитные свойства веществ. Диамагнетизм и парамагнетизм. Закон Кюри — Вейсса. Гиромагнитное отношение. Квантование магнитного момента. Понятие о спине. Ферромагнетизм.

#### 13. Физика магнитных явлений. Часть 2

Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Магнитные домены. Спиновые волны — магноны. Антиферромагнетизм.

#### 14. Физика полимеров

Основные подходы физики полимеров. Классификация полимеров. Идеальный полимерный клубок. Размер клубка. Высокоэластичность. Объемные взаимодействия в полимерах. Переход клубок — глобула. Вязкоупругость полимеров.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы финансово-экономического анализа и планирования**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство слушателей с методами финансовых расчетов для повышения уровня их финансовой грамотности;
- формирование навыков анализа финансово-экономических проблем на микро- и макроуровнях;
- приобретение навыков принятия обоснованных экономических решений в областях жизнедеятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате изучения курса студент должен:

- знать основные результаты финансовых аспектов микро- и макроэкономической теории;
- обладать навыками экономического моделирования для принятия обоснованных экономических решений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- ключевые положения разделов микро- и макроэкономической теории, связанных с финансовым анализом, а также иметь представление о возможностях применения теории для анализа финансово-экономических последствий принимаемых решений;

##### **уметь:**

- моделировать и анализировать ситуации с использованием микро- и макроэкономического финансового инструментария, а также интерпретировать полученные результаты;

##### **владеть:**

- логикой экономического анализа и подходами к решению финансово-экономических задач.



## Темы и разделы курса:

### 1. Основы финансовой грамотности индивида

Эффективность вложения свободных средств в банковский сектор: депозитные вклады, процентные ставки. Альтернативные варианты вложения денег (облигации, акции, векселя). Дисконтирование как инструмент финансовых вычислений.

Поведение индивида в условиях неопределенности. Задача формирования оптимального портфеля инвестиций. Модель спроса на страховку.

Функция полезности потребителя. Построение функции полезности на основе кривых безразличия. Примеры функций полезности для основных типов предпочтений.

Выбор потребителя. Задача максимизации полезности при бюджетном ограничении. Функции спроса.

Концепция выявленного предпочтения. Слабая аксиома выявленных предпочтений.

### 2. Макроэкономические аспекты финансовой деятельности

Современные финансовые рынки. Рынки капиталов и денежные рынки. Инструменты финансовых рынков. Мировые финансовые центры и биржи.

Спрос на деньги и предложение денег. Денежная масса (агрегаты  $M_0$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ). Создание депозитов в банковской системе. Денежный мультипликатор. Банки и банковская система. Банки в эпоху глобализации и цифровой экономики. Центральный банк и его функции.

Инструменты влияния государства на предложение денег (операции на открытом рынке, изменение ключевой ставки процента, изменение нормы резервирования). Современные тенденции на финансовых рынках: Биткойны.

Инфляция: причины, ее виды и влияние на экономику потребления и экономику развития. Валютные курсы: как они формируются и их влияние на экономическую динамику. Проблема оттока капитала для РФ.

### 3. Государственное регулирование экономики и финансов

ВВП как сумма доходов экономических субъектов. Инвестиции и сбережения. Бюджетный дефицит. Равновесный уровень ВВП. Мультипликаторы Кейнса.

Государственный бюджет РФ: источники пополнения и направления расходования.

Налоги и другие обязательные платежи.

Модели экономики для демонстрации последствий принимаемых решений государства. Модель AD-AS (замкнутая экономика). Формула торгового сальдо страны. Платежный баланс. Модель IS-LM-VP (открытая экономика).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы цифровой электроники**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление студентов с основными принципами цифровой электроники и практическим применением этих принципов. Задачей курса является подготовка студентов к грамотному применению цифровых устройств и к возможности проектирования и создания новых цифровых устройств на современной элементной базе.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области цифровой электроники;
- приобретение студентами навыков работы с цифровыми схемами, в том числе их расчет, исследование и умение практического использования программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);
- приобретение студентами навыков работы с измерительными приборами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

логику работы устройств, используемых в цифровой электронике, основные принципы, используемые при синтезе и анализе цифровых устройств, включая программируемые интегральные схемы.

##### **уметь:**

понимать возможности современной цифровой электроники и уметь формулировать требования к создаваемой радиоэлектронной аппаратуре с учетом этих возможностей.

##### **владеть:**

методами анализа и синтеза цифровых устройств.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Комбинационные логические устройства

Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры, преобразователи кодов. Элементы арифметическо-логических устройств: компараторы, сумматоры, схема ускоренного переноса.

## 2. Методы дискретизации

Дискретизация по времени: теорема о выборках (Котельникова–Шеннона); схемы выборки и хранения.

Методы аналого-цифрового преобразования: быстродействие и погрешности современных аналого-цифровых преобразователей.

## 3. Последовательностные логические устройства

Элементарные логические схемы с памятью: асинхронные и синхронные устройства. RS-, D- и T-защелки, D-триггер с переключением по фронту тактового сигнала. Счетчики. Регистры сдвига. Генерирование псевдослучайных последовательностей.

## 4. Программируемые интегральные схемы

Программируемые интегральные схемы.

Программируемые типа CPLD. Интегральные схемы типа FPGA. ПЛИС семейства SPARTAN. Описание структуры ИС SPARTAN: блок ввода-вывода, конфигурируемый логический блок, программируемая трассировочная матрица. Принципы проектирования систем на основе программируемых матричных кристаллов.

## 5. Простейшие логические схемы

Логические схемы И–НЕ и ИЛИ–НЕ в КМОП-логике. Электрические свойства логических схем, переходные процессы в логических схемах. «Гонки» в комбинационных устройствах. ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ–ИЛИ и другие элементарные логические схемы. Схемы с 3-мя состояниями.

## 6. Цепи с распределенными параметрами

Длинные линии. Волновые параметры. Отражение, стоячие волны, коэффициент отражения. Переходные процессы в длинной линии. Методы согласования.

## 7. Электронная память

Асинхронные и синхронные запоминающие устройства. Постоянные запоминающие устройства. Оперативные запоминающие устройства. Статические оперативные запоминающие устройства. Динамические оперативные запоминающие устройства.

## 8. Элементы импульсной техники

Поведение широкополосных систем с глубокой положительной обратной связью: триггер Шмита, самовозбуждающийся и ждущий мультивибраторы, генерирование колебаний треугольной (пилообразной) формы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Основы электротехники**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Основы электротехники» является формирование теоретических знаний в области электроники и электротехники, изучение студентами методов анализа электрических и магнитных цепей и применение навыков при решении профессиональных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование у слушателей курса навыков для самостоятельного анализа, расчета параметров простых электрических цепей, моделирования и исследования режимов работы электрических цепей и процессов в них протекающих;
- Подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- электротехническую терминологию и символику;
- основные понятия и законы электромагнитного поля, свойства постоянного и переменного тока;
- методы расчета основных параметров простых электрических и магнитных цепей.

##### **уметь:**

- читать структурные, монтажные и простые принципиальные схемы;
- рассчитывать основные параметры простых электрических магнитных цепей.

##### **владеть:**

- методами расчета электрических цепей;
- методами построения и чтения электрических, функциональных и блок-схем основных электротехнических устройств.

## Темы и разделы курса:

### 1. Основные положения теории электромагнитного поля и их применение к теории электрических цепей

Введение. Цели и тематика курса. Основные законы и методы расчета электрических цепей постоянного тока. Ток, ЭДС и напряжение в электрической цепи. Элементы электрической цепи. Эквивалентные схемы источников электрической энергии. Свойства линейных электрических цепей и методы их расчета. Электрические цепи постоянного тока. Законы, применяемые при расчетах линейных электрических цепей. Закон Ома для неразветвленного участка цепи. Законы Кирхгофа. Работа и мощность электрического тока. Электрический баланс. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Преобразования в линейных электрических схемах. Основные свойства электрических цепей постоянного тока.

### 2. Электрические цепи однофазного синусоидального тока

Переменный ток. Генератор переменного тока. Синусоидальный ток. Действующий ток, ЭДС и напряжение. Резистор в цепи синусоидального тока. Индуктивность в цепи синусоидального тока. Емкостной элемент в цепи синусоидального тока. Реакция элементов электрической цепи на синусоидальные (гармонические) воздействия. Изображение синусоидальных токов и напряжений комплексными числами. Комплексные частотные характеристики. Законы электротехники в комплексной форме. Векторные диаграммы. Разность фаз напряжения и тока. Мощности резистивного, индуктивного и емкостного элементов. Баланс мощностей. Параметры и эквивалентные схемы конденсаторов. Параметры и эквивалентные схемы катушек индуктивности и резисторов. Классический метод расчета переходных процессов. Вынужденные и свободные колебания. Резонанс в последовательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые последовательного контура. Резонанс в параллельном контуре. Частотные характеристики параллельного контура. Электрические фильтры.

### 3. Линейные электрические цепи со взаимной индуктивностью.

Индуктивно связанные элементы цепи. Электродвижущая сила взаимной индукции. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Передача энергии между индуктивно связанными элементами цепи. Цепи с трансформаторами.

### 4. Четырехполюсники

Четырехполюсник в электрической цепи. Многополюсники. Операционный усилитель. Обратная связь. Годографы.

### 5. Трехфазные цепи

Трехфазные цепи. Соединения звездой и многоугольником. Симметричный режим трехфазной цепи.

Трехфазные цепи при наличии взаимоиндукции. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе. Магнитное поле катушки с синусоидальным током. Получение кругового вращающегося магнитного

поля. Принцип работы синхронного и асинхронного двигателя. Основные положения метода симметричных составляющих

#### 6. Несинусоидальные токи

Несинусоидальные токи. Определение периодических несинусоидальных токов и напряжений. Резонанс в цепи несинусоидального тока. Действующие значения несинусоидального тока и несинусоидального напряжения. Среднее по модулю значение несинусоидальной функции. Активная и полная мощности несинусоидального тока. Биения.

#### 7. Переходные процессы

Переходные процессы в линейных электрических цепях. Определение переходных процессов. Классический метод расчета переходных процессов. Введение в операторный метод для анализа переходных процессов. Законы Кирхгофа в операторной форме.

#### 8. Спектральный метод анализа электрических цепей

Спектральный метод анализа электрических цепей. Ряд Фурье. Интеграл Фурье. Теорема Рейли. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Расчет переходных процессов.

#### 9. Линейные цепи с переменными параметрами

Элементы и уравнения цепи с переменными параметрами. Установившийся режим в цепи с периодически изменяющейся параметрами.

#### 10. Синтез электрических цепей

Синтез пассивных двухполюсников и четырехполюсников. Условия, которым должны удовлетворять входные сопротивления двухполюсников. Энергетические функции.

#### 11. Процессы в цепях, содержащие распределенные параметры

Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии. Однородные длинные линии. Линии без потерь. Линии без искажений. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами. Общее решение уравнений однородной линии. Волны с прямоугольным фронтом.

#### 12. Нелинейные электрические цепи постоянного тока

Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Общая характеристика нелинейных цепей и методов их расчета. Нелинейные двухполюсники и четырехполюсник. Статическое и дифференциальное сопротивления. Замена нелинейного резистора эквивалентным линейным сопротивлением и ЭДС. Стабилизаторы тока и напряжения. Терморезистор. Фоторезистор и фотодиод. Магниторезистор и магнитодиод.

#### 13. Магнитные цепи

Магнитные цепи. Магнитодвижущая сила. Закон полного тока. Падение магнитного напряжения. Вебер-амперные характеристики. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Расчет разветвленных магнитных цепей. Расчет магнитной цепи с постоянным магнитом.

#### 14. Нелинейные электрические цепи переменного тока

Нелинейные цепи с источниками напряжения и тока одинаковой частоты. Простейшие выпрямители. Цепи с нелинейными реактивными элементами. Стабилизаторы переменного

напряжения. Замена реальных нелинейных элементов условно-нелинейными. Феррорезонанс. Нелинейные цепи с источниками напряжения и тока разных частот. Вентили. Принцип получения модулированных колебаний. Влияние постоянной составляющей на переменную в цепях с нелинейными элементами.

#### 15. Переходные процессы в нелинейных цепях

Переходные процессы в нелинейных электрических цепях. Включение катушки со стальным магнитопроводом на постоянное и синусоидальное напряжение. Импульсное воздействие в цепях с неоднозначными нелинейностями. Колебательный процесс разрядки конденсатора через нелинейный индуктивный элемент.

#### 16. Автоколебания

Автоколебания. Нелинейные резисторы со спадающим участком характеристики. Понятие об устойчивости режима в цепи с нелинейными резисторами. Цепи с отрицательным резистивным сопротивлением. Автоколебания в электрической цепи с положительной обратной связью.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Параллельное программирование**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление с библиотеками передачи сообщений, получение практических навыков настройки и администрирования вычислительных кластеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение методов разработки параллельных программ;
- настройка среды выполнения параллельных программ;
- реализация параллельного алгоритма решения выбранной задачи.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- формализовать теоретическую проблему, найти способ и алгоритм её решения;
- современные проблемы физики, математики, вычислительной математики;
- законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современных вычислительных комплексах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение расчёта.



**владеть:**

- математическим моделированием физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современных вычислительных комплексах.

**Темы и разделы курса:****1. Современных компьютер – инструмент параллельной обработки данных.**

Современный компьютер – инструмент параллельной обработки данных. Области применения многопроцессорных систем. Рассматриваемые параллельные архитектуры. Пример параллельного алгоритма. Последовательный рекурсивный алгоритм. Параллельный рекурсивный алгоритм. Последовательное вычисление членов ряда. Последовательный матричный алгоритм. Параллельный матричный алгоритм.

Параллельная программа как ансамбль взаимодействующих последовательных процессов. Внутренний параллелизм. Сложение многорядных чисел. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Ускорение и эффективность относительно наилучшего последовательного алгоритма. Неравноправность условий выполнения – первая причина сверхлинейного ускорения. Алгоритмическая причина сверхлинейного ускорения. Формальное преобразование параллельного алгоритма в «наилучший» последовательный. Априорная оценка эффективности параллельного алгоритма.

**2. Модели современных программ.**

Вычислительные системы с распределенной памятью. Вычислительные системы с общей памятью. Гибридные архитектуры. Модель выполнения параллельной программы на распределенной памяти. Модель выполнения параллельной программы на общей памяти. Средства взаимодействия последовательных процессов. Свойства канала передачи данных. Методы передачи данных. Семафор. Барьерная синхронизация.

**3. Базовые параллельные методы.**

Метод сдваивания. Быстрый алгоритм выбора частичных сумм. Барьерная синхронизация на основе синхронных обменов. Стена Фокса. Метод геометрического параллелизма. Метод конвейерного параллелизма. Метод коллективного решения. Причины потери эффективности.

**4. Сортировка данных.**

Постановка задачи. Последовательные алгоритмы сортировки. Быстрая сортировка (runtime qsort, wsort). Простое двухпутевое слияние (dsort) и слияние списков (lsort). Пирамидальная сортировка (hsort). Число операций и время выполнения. Сортировка методом простого двухпутевого слияния. Пирамидальная сортировка. Наилучший последовательный алгоритм сортировки dhsort. Масштабируемые алгоритмы сортировки. Сети сортировки. Сеть четно-нечетной сортировки. Сеть обменной сортировки со слиянием Бэтчера.

Сортировка больших массивов. Сравнение алгоритмов сортировки. Результаты численных экспериментов.

#### 5. Генерация псевдо случайных чисел. Декомпозиция сеточных графов.

Требования к генераторам псевдослучайных чисел для МВС. Линейно-конгруэнтные генераторы. М-последовательности. Проверка примитивности полиномов. Тестирование генераторов.

Пример двумерной сетки. Критерии декомпозиции графов. Критерий 1: классический критерий декомпозиции графа. Критерий 2: выделение обособленных доменов. Критерий 3: минимизация максимальной степени домена. Критерий 4: обеспечение связности графов каждого из доменов. Декомпозиция на основе исходной нумерации узлов. Рекурсивная бисекция. Декомпозиция регулярных графов. Методы декомпозиции произвольных графов. Иерархическая декомпозиция. Спектральная бисекция. Алгоритм инкрементного роста. Декомпозиция больших сеток. Координатная рекурсивная бисекция. Двухуровневая стратегия обработки и хранения сеток.

#### 6. Динамическая балансировка загрузки процессов.

Стратегии балансировки загрузки. Метод диффузной балансировки. Моделирование горения метанового факела. Постановка задачи динамической балансировки. Алгоритм серверного параллелизма. Адаптивное интегрирование. Последовательные алгоритмы. Параллельные алгоритмы.

#### 7. Визуализация сеточных данных.

Клиент-серверная технология. Online или Offline визуализация: плюсы и минусы. Этапы визуализации. Визуализация изоповерхностей. Аппроксимация изоповерхности. Виды данных описывающих триангуляцию. Метод редукции. Заполняющие пространство триангуляции. Параллельные алгоритмы построения аппроксимирующих триангуляций. Многоуровневое огрубление больших сеток. Примеры визуализации. Ввод-вывод сеточных данных. Соотношение времени чтения данных и времени их обработки. Распределенный ввод-вывод. Огрубление и сжатие скалярных сеточных функций.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Прикладная схемотехника**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация - электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современном состоянии, принципах и проблемах построения современных цифровых схем, имеющих различное назначение и реализацию; познакомить со структурой информации и протоколами встраиваемых и бортовых вычислительных ресурсов и цифровых автоматов; познакомить слушателей с реализацией современных методов проектирования компонент и блоков специализированных машин и подготовить к изучению других специальных дисциплин – Микропроцессорные системы, Цифровые системы управления др.

#### **Задачи дисциплины:**

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения схемотехнических решений нижнего уровня;
- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области создания и использования компонент, блоков и типовых узлов специализированных вычислительных устройств;
- раскрытие сущности и значения задач специализации цифровых схем, их места в общей системе задач проектирования ЭВМ, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ проектной деятельности;
- формирования системного подхода в сфере проектирования специализированных вычислительных схем и привития инженерной культуры, умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы схемотехники, свойства цифровых схем, основы теории арифметического и логического проектирования и её значение для проблематики алгоритмизации и схемотехнического программирования;

- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных вычислительных ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации компонент специализированных устройств;
- принципы реализации специализированных вычислительных ресурсов, автоматов управления и компьютерных схем;
- основы проектирования и типичные схемотехнические решения цифровых схем различного прикладного назначения.

**уметь:**

- Эффективно применять свои знания для решения задач проектирования, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации вычислительных узлов, блоков и отдельных схем;
- практически реализовывать полученные навыки разработки цифровых схем;
- формулировать задачи создания цифровых устройств, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

**владеть:**

- Умением выбрать устройства и блоки, необходимые для построения вычислительной системы, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения объектов проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по проектированию цифровых устройств, узлов, блоков и систем;
- навыками освоения и анализа большого объема теоретической информации;
- навыками грамотного анализа и обработки результатов исследований;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Цели и тематика курса. Универсальность цифровых технологий обработки информации.
  - 1.1. Дискретная модель взаимодействия технических средств с окружающей средой, логическая и временная компоненты функций обработки.
  - 1.2. Методы измерения производительности (время выполнения команды, рабочая частота,

время выполнения программы).

1.3. Не математические функции цифровой обработки, работа с временными интервалами.

2. Обобщённая модель цифрового устройства. Синхронные устройства, свойства синхросигнала.

2.1. Обобщённая модель цифрового устройства с поэтапной обработкой информации.

2.2. Синхронные устройства, принцип глобальной синхронизации, свойства синхросигнала на примере работы сдвигового регистра.

2.3. Комбинационные схемы и цифровые автоматы, варианты терминов, описывающих типы цифровых узлов.

2.4. Дисциплина назначения имён сигналов, простейшие правила сокращённого именования.

3. Языки и модель описания цифровых синхронных схем.

3.1. Языки и модель описания цифровых синхронных схем.

3.2. Процедурная и функциональная модели описания цифровых схем.

4. Базовые узлы цифровых устройств, их модульное оформление. Проектирование простых устройств из модулей. Структурированное языковое описание аппаратуры.

4.1. Принцип «провод или время», логическая и временная последовательности событий смены состояний последовательного интерфейса.

4.2. UART-интерфейс. История появления, формат посылки, согласование скоростей пересылки, стандартные ряды скоростей.

4.3. Два типа интерфейсов в модулях приёмопередатчиков, универсальность межблочного интерфейса с сигналами состояния «готовность – разрешение» (ready - next).

4.4. Интерфейс 1-Wire - однопроводный интерфейс с широтно-импульсным кодированием.

4.5. Типовые функции и узлы приёмников и передатчиков последовательных интерфейсов, их поддержка в ПЛИС, в виде макросов (hard IP-модулей).

5. Последовательные интерфейсы. Аппаратная реализация.

5.1. Информационное взаимодействие узлов ЭВМ. Организация управления.

5.2. Разрядность машины и разрядность вычислений, форматы данных.

5.3. Базовая архитектура 32 разрядного процессора и его основные блоки.

6. Параллельные интерфейсы. Шины. Аппаратная реализация внутри и межкристальных шинных интерфейсов.

6.1. Последовательный и параллельный интерфейс.

6.2. Шины, одно и двунаправленные, интерфейсный элемент с третьим состоянием, функции его верхнего и нижнего ключей, привязка шин с третьим состоянием к периферии ПЛИС, описание двунаправленных шин на языках AHDL и Verilog.

6.3. Интерфейс асинхронной статической памяти (SRAM).

6.4. Синхронный модуль управления SRAM.

6.5. Модуль многопортового доступа к SRAM

6.6. DDR SDRAM: функциональное описание, внутренняя структура. Поддержка DDR-интерфейса в ПЛИС.

6.7. Внутрикристалльные шины. Отличия свойств внутрикристалльной коммуникационной среды от свойств внешних интерфейсов.

7. ПЛИС Xilinx, Intel (Altera) использование аппаратных макросов для ЦОС.

7.1. Типовые макросы (IP -модули) ПЛИС.

7.2. Макросы (IP cores) фирмы Xilinx для использования в проектах, содержащих цифровые сигнальные схемы.

7.3. XtremeDSP: аппаратные средства ЦОС в ПЛИС семейства Virtex 6-7 фирмы Xilinx.

7.4. Мегафункции ЦОС ПЛИС фирмы Intel (Altera).

7.5. Использование встроенной распределённой памяти ПЛИС.

7.6. Приемы проектирования на ПЛИС. Отечественные разработки в области ПЛИС.

8. Применение и модификации стандартных интерфейсов.

8.1. Последовательная и параллельная цифровая передача данных между цифровыми устройствами.

8.2. CAN - интерфейс.

8.3. Modbus- интерфейс.

8.4. Возможные модификации стандартных интерфейсов. Целесообразность модификаций.

## 9. Функциональные узлы управляющих ЭВМ.

9.1. Универсальные ЭВМ, их структурная ориентация на решение потока случайных задач.

Программные и аппаратные приемы подключения внешних устройств.

9.2. Информационные процессы в цифровых системах управления.

9.3. Проблемы подключения. Циклическая модель организации вычислений в управляющих ЭВМ.

10. Стратегии проектирования цифровых узлов, снижающие требования к смежным технологиям.

10.1. Связь между проектированием и конструированием. Проблематика компоновки схем.

10.2. Интеграция и комплексирование цифровых узлов.

10.3. Использование возможностей ПЛИС для решения задач компоновки и размещения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Прикладная физическая культура (виды спорта по выбору)**

#### **Цель дисциплины:**

- сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

#### **Задачи дисциплины:**

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- систему научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности;
- способы их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности;
- 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: киносъемку, 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 измен

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Прикладная электродинамика

#### Цель дисциплины:

изучение разделов теории электромагнетизма, необходимых для проектирования антенн и устройств СВЧ.

#### Задачи дисциплины:

- освоение основных понятий теории электромагнитного поля;
- освоение основных соотношений и теорем теории электромагнитного поля;
- освоение основных методов решения уравнений теории электромагнитного поля;
- получение представления о современных прикладных проблемах теории электромагнитного поля.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия теории электромагнитного поля;
- основные соотношения и теоремы теории электромагнитного поля;
- основные методы решения уравнений электромагнитного поля;
- современные проблемы теории электромагнитного поля.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для построения математических моделей при решении задач теории антенн и СВЧ-устройств;
- строить алгоритмы решения электродинамических задач;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

##### владеть:

- основными методами моделирования антенн и устройств СВЧ;
- навыками самостоятельной работы и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного эксперимента и сопоставления с теоретическими данными.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Уравнения электромагнитного поля**

Электромагнитное поле. Векторы электромагнитного поля. Заряды и токи как источники электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Связь с основными эмпирическими законами электродинамики. Уравнение непрерывности. Закон сохранения заряда. Материальные уравнения. Анизотропные среды. Среда с отрицательными диэлектрической и магнитной проницаемостями (метаматериалы). Распространение уравнений Максвелла на среды с разрывом непрерывности свойств среды. Граничные условия. Уравнения Максвелла для гармонических полей. Комплексные амплитуды векторных и скалярных полей. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд. Симметричная форма уравнений Максвелла. Магнитные заряды и токи. Перестановочная двойственность уравнений Максвелла.

### **2. Квадратичные соотношения в электродинамике**

Теорема Умова-Пойнтинга. Баланс энергии электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга для комплексных амплитуд. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Теорема единственности решения уравнений Максвелла для внутренней и внешней задач электродинамики. Условия на бесконечности.

### **3. Волновые процессы в безграничной однородной среде**

Непосредственное сведение уравнений Максвелла к волновому уравнению. Плоские электромагнитные волны. Понятие поляризации. Векторные операции в криволинейных ортогональных системах координат. Электродинамические потенциалы. Векторы Герца. Метод Бромвича. Уравнения для функций Бромвича. Потенциалы Дебая. Потенциалы Абрагама. Принцип поляризационной двойственности. Цилиндрические электромагнитные волны. Сферические электромагнитные волны. Плоские волны в анизотропной среде. Эффекты Фарадея и Коттон-Мутона.

### **4. Излучение электромагнитных волн**

Волны в безграничной среде с заданными источниками. Функция Грина для безграничного пространства. Запаздывающие потенциалы. Электромагнитное поле элементарных источников. Электрический и магнитный диполи Герца. Поле в ограниченной области пространства. Теорема эквивалентности. Векторизованная формула Кирхгофа. Принцип Гюйгенса-Френеля.

### **5. Граничные задачи электродинамики**

Формулировка граничной задачи. Дифракция плоской волны на плоской границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Скин-эффект. Граничные условия Леонтовича. Возбуждение плоского слоя с отрицательными диэлектрической и магнитной проницаемостями.

## 6. Волны в волноводах и периодических структурах

Волны в регулярных волноводах. Волны электрического и магнитного типов. Формулировка граничной задачи для регулярного волновода и ее решение методом разделения переменных. Общие свойства собственных волн. Волны типа ТЕ и ТМ - условия существования и особенности. Волны в плоском, прямоугольном и круглом волноводах. Волны в коаксиальной линии. Волны в одномерно- и двумерно-периодических структурах. Пространственные гармоники типа ТЕ и ТМ.

## 7. Дифракция электромагнитных волн

Дифракция на проводящем и диэлектрическом цилиндре. Дифракция на проводящей сфере. Дифракция на щели и ленте. Дифракция на прямоугольном экране и прямоугольном отверстии.

## 8. Методы решения граничных задач электродинамики

Метод интегральных уравнений. Интегральные уравнения электрического поля. Интегральные уравнения магнитного поля. Метод моментов. Метод вспомогательных источников. Метод проекционного сшивания гармоник. Метод факторизации. Метод конечных элементов. Метод связанных волн.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Прикладная электродинамика

#### Цель дисциплины:

изучение разделов теории электромагнетизма, необходимых для проектирования антенн и устройств СВЧ.

#### Задачи дисциплины:

- освоение основных понятий теории электромагнитного поля;
- освоение основных соотношений и теорем теории электромагнитного поля;
- освоение основных методов решения уравнений теории электромагнитного поля;
- получение представления о современных прикладных проблемах теории электромагнитного поля.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия теории электромагнитного поля;
- основные соотношения и теоремы теории электромагнитного поля;
- основные методы решения уравнений электромагнитного поля
- современные проблемы теории электромагнитного поля.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для построения математических моделей при решении задач теории антенн и СВЧ-устройств;
- строить алгоритмы решения электродинамических задач;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

##### владеть:

- основными методами моделирования антенн и устройств СВЧ;
- навыками самостоятельной работы и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного эксперимента и сопоставления с теоретическими данными.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Уравнения электромагнитного поля**

Электромагнитное поле. Векторы электромагнитного поля. Заряды и токи как источники электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Уравнение непрерывности. Закон сохранения заряда. Материальные уравнения. Анизотропные среды. Распространение уравнений Максвелла на среды с разрывом непрерывности свойств среды. Граничные условия. Уравнения Максвелла для гармонических полей. Комплексные амплитуды векторных и скалярных полей. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд. Симметричная форма уравнений Максвелла. Магнитные заряды и токи. Перестановочная двойственность уравнений Максвелла.

### **2. Квадратичные соотношения в электродинамике**

Теорема Умова-Пойнтинга. Баланс энергии электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга для комплексных амплитуд. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Теорема единственности решения уравнений Максвелла для внутренней и внешней задач электродинамики. Условия на бесконечности.

### **3. Волновые процессы в безграничной однородной среде**

Непосредственное сведение уравнений Максвелла к волновому уравнению. Плоские электромагнитные волны. Векторные операции в криволинейных ортогональных системах координат. Электродинамические потенциалы. Векторы Герца. Метод Бромвича. Уравнения для функций Бромвича. Потенциалы Дебая. Потенциалы Абрагама. Принцип поляризационной двойственности. Цилиндрические электромагнитные волны. Сферические электромагнитные волны. Плоские волны в анизотропной среде. Эффекты Фарадея и Коттон-Мутона.

### **4. Излучение электромагнитных волн**

Волны в безграничной среде с заданными источниками. Запаздывающие потенциалы. Функция Грина для безграничного пространства. Электромагнитное поле элементарных источников. Электрический и магнитный диполи Герца. Поле в ограниченной области пространства. Теорема эквивалентности. Векторизованная формула Кирхгофа. Принцип Гюйгенса-Френеля.

### **5. Граничные задачи электродинамики**

Формулировка граничной задачи. Дифракция плоской волны на плоской границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Скин-эффект. Граничные условия Леонтовича. Волны в регулярных волноводах. Волны электрического и магнитного типов в криволинейных системах координат. Формулировка граничной задачи для регулярного волновода и ее решение методом разделения переменных. Общие свойства собственных волн. Волны типа

TE и TM - условия существования и особенности. Волны в прямоугольном и круглом волноводах. Волны в коаксиальной линии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Прикладные модели машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы и проблематику теории обучения машин;
- основные методы и алгоритмы решения задач обучения по прецедентам;
- основные области применения этих методов и алгоритмов;
- классификации, кластеризации и регрессии.

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

- основными понятиями теории машинного обучения;
- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;

- навыками теоретического анализа реальных задач, решаемых с помощью алгоритмов обучения по прецедентам.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Прогнозирование временных рядов

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

#### 2. Поиск ассоциативных правил

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

#### 3. Нейронные сети глубокого обучения

- Свёрточные нейронные сети (CNN). Свёрточный нейрон. Pooling нейрон. Выборка размеченных изображений ImageNet.
- Свёрточные сети для сигналов, текстов, графов, игр
- Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей: Backpropagation Through Time (BPTT).
- Сети долгой кратковременной памяти (Long short-term memory, LSTM).
- Рекуррентная сеть Gated Recurrent Unit (GRU).
- Автокодировщики. Векторные представления дискретных данных.
- Перенос обучения (transfer learning).
- Самообучение (self-supervised learning).

- Генеративные состязательные сети (GAN, generative adversarial net).
4. Эвристические, стохастические, нелинейные композиции.
- Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств
  - Простое голосование (комитет большинства). Алгоритм ComBoost. Идентификация нетипичных объектов (выбросов).
  - Преобразование простого голосования во взвешенное.
  - Обобщение на большое число классов.
  - Случайный лес.
  - Анализ смещения и вариации для простого голосования.
  - Смесь алгоритмов (квазилинейная композиция), область компетентности, примеры функций компетентности.
  - Выпуклые функции потерь. Методы построения смесей: последовательный и иерархический.
  - Построение смеси алгоритмов с помощью EM-подобного алгоритма.
5. Ранжирование
- Постановка задачи обучения ранжированию. Примеры.
  - Признаки в задаче ранжирования поисковой выдачи: текстовые, ссылочные, кликовые. TF-IDF. PageRank.
  - Критерии качества ранжирования: Precision, MAP, AUC, DCG, NDCG, pFound.
  - Ранговая классификация, OC-SVM.
  - Парный подход: RankingSVM, RankNet, LambdaRank.
6. Рекомендательные системы
- Задачи коллаборативной фильтрации, транзакционные данные и матрица субъекты - объекты.
  - Корреляционные методы user-based, item-based. Задача восстановления пропущенных значений. Меры сходства субъектов и объектов.
  - Латентные методы на основе би-кластеризации. Алгоритм Брегмана.
  - Латентные методы на основе матричных разложений. Метод главных компонент для разреженных данных (LFM, Latent Factor Model). Метод стохастического градиента.
  - Неотрицательные матричные разложения. Метод чередующихся наименьших квадратов ALS.
  - Модель с учётом неявной информации (implicit feedback).
  - Рекомендации с учётом дополнительных признаков данных. Линейная и квадратичная регрессионные модели, libFM.

- Измерение качества рекомендаций. Меры разнообразия (diversity), новизны (novelty), покрытия (coverage), догадливости (serendipity).

## 7. Тематическое моделирование

- Задача тематического моделирования коллекции текстовых документов.
- Вероятностный латентный семантический анализ PLSA. Метод максимума правдоподобия. EM-алгоритм. Элементарная интерпретация EM-алгоритма.
- Латентное размещение Дирихле LDA. Метод максимума апостериорной вероятности. Сглаженная частотная оценка условной вероятности.
- Небайесовская интерпретация LDA и её преимущества. Регуляризаторы разреживания, сглаживания, частичного обучения.
- Аддитивная регуляризация тематических моделей. Регуляризованный EM-алгоритм, теорема о стационарной точке (применение условий Каруша–Куна–Таккера).
- Рациональный EM-алгоритм. Онлайн-EM-алгоритм и его распараллеливание.
- Мультимодальная тематическая модель.
- Регуляризаторы классификации и регрессии.
- Регуляризаторы декоррелирования и отбора тем.
- Внутренние и внешние критерии качества тематических моделей.

## 8. Обучение с подкреплением

- Задача о многоруком бандите. Жадные и эpsilon-жадные стратегии. Метод UCB (upper confidence bound). Стратегия Softmax.
- Среда для экспериментов.
- Адаптивные стратегии на основе скользящих средних. Метод сравнения с подкреплением. Метод преследования.
- Постановка задачи в случае, когда агент влияет на среду. Ценность состояния среды. Ценность действия.
- Жадные стратегии максимизации ценности. Уравнения оптимальности Беллмана.
- Метод временных разностей TD. Метод Q-обучения.
- Градиентная оптимизация стратегии (policy gradient). Связь с максимизацией log-правдоподобия.
- Постановка задачи при наличии информации о среде в случае выбора действия. Контекстный многорукий бандит.
- Линейная регрессионная модель с верхней доверительной оценкой LinUCB.
- Оценивание новой стратегии по большим историческим данным.

## 9. Активное обучение

- Постановка задачи машинного обучения. Основные стратегии: отбор объектов из выборки и из потока, синтез объектов.
- Сэмплирование по неуверенности. Почему активное обучение быстрее пассивного.
- Сэмплирование по несогласию в комитете. Сокращение пространства решений.
- Сэмплирование по ожидаемому изменению модели.
- Сэмплирование по ожидаемому сокращению ошибки.
- Синтез объектов по критерию сокращения дисперсии.
- Взвешивание по плотности.
- Оценивание качества активного обучения.
- Введение изучающих действий в стратегию активного обучения. Алгоритмы  $\epsilon$ -active и EG-active.
- Применение обучения с подкреплением для активного обучения. Активное томпсоновское сэмплирование.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Приложения машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

правильно формулировать задачу в терминах машинного обучения,  
овладеть навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

основными понятиями теории машинного обучения.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение: основные понятия и простые методы

Основные понятия. Примеры использования машинного обучения. Ключевые понятия. Supervised и unsupervised learning. Стандартные задачи (классификация, регрессия, кластеризация). Простые модели (kNN, naïve bayes, linear regression), кратко о тех моделях, которые часто используются на практике - линейные и ансамбли деревьев (основная идея). Оценка качества - кросс-валидация, кривые обучения, переобучение и недообучение, как детектировать, истории из практики. Как возникают и как решаются оптимизационные задачи в машинном обучении. Немного об инструментах: Python, numpy, scipy, matplotlib

Метрики, признаки и инструменты. Метрики качества в стандартных задачах. Извлечение признаков (на примере текста, изображений, звука) и предобработка признаков (на примере работы с разреженными и категориальными признаками). Разбор примеров задач: с обсуждением метрик качества, способов оценки качества, необходимых данных и извлекаемых признаков. Инструменты, с помощью которых эти задачи можно решать: питоновские библиотеки pandas и sklearn. Демонстрация: pandas, sklearn: datasets, metrics, cross\_validation, trees.

## 2. Решающие деревья и ансамбли

### Решающие деревья

- как работает уже построенное решающее дерево;
- задача классификации и регрессии;
- рекурсивное построение деревьев:
- критерии информативности, information gain - misclassification, энтропийный критерий, индекс Gini;
- дискретизация / бинаризация признаков, работа с категориальными признаками;
- работа с пропущенными значениями;
- стрижка деревьев (pruning);
- преимущества и недостатки деревьев;
- оценка важности признаков;
- технические заметки (ID3, C4.5, C5.0, CART)

### Ансамбли решающих деревьев

- Bias-Variance Trade-off
- Бэггинг (Bagging = Bootstrap Aggregation), связь корреляция между ответами моделей и качеством модели в бэггинге.
- Улучшения бэггинга: RSM, Pasting, случайный лес (Random Forest), Extremely Randomized Trees (превращение неустойчивости деревьев из недостатка в преимущество)
- Бустинг (Boosting), AdaBoost и обобщения
- Stacking и Blending

Boosting, state-of-the-art алгоритмы

- тонкости реализации boosting
- обобщение до Gradient Tree Boosting / GBDT / GBM / MART
- эвристики оптимизации и state-of-the-art алгоритмы (xgboost, lightgbm, ...)

### 3. Линейные модели

Линейные модели. Идея линейной классификации. Настройка параметров линейного классификатора: функции потерь, оптимизационные задачи. Gradient Descent и Stochastic Gradient Descent. Регуляризация:  $l_1$ ,  $l_2$ , elastic net. Стандартные линейные классификаторы. Линейная регрессия: выражение для вычисления весов, регуляризация (гребневая регрессия и лассо). Примеры применения линейных моделей: работа с признаками из текстов и с one-hot-encoding (заодно упомянуть про hashing trick). Библиотеки для построения линейных моделей: sklearn.linear\_model, liblinear, vowpal wabbit.

Логистическая регрессия и SVM. Логистическая функция потерь, как к ней можно прийти (из требований к виду функции и из желания оценивать величины от 0 до 1, похожие на вероятности). Log loss. Максимизация ширины разделяющей полосы, оптимизационная задача в SVM для задачи классификации. Безусловная оптимизационная задача. Двойственная задача с выводом. Kernel trick. Радиальное ядро (RBF).

Дополнительные темы

SVM для регрессии. Мультиклассовые SVM и логистическая регрессия. Примеры использования. Одноклассовый SVM. Примеры использования. (Опционально) Semi-supervised модификации линейных моделей (S3VM, entropy regularizer).

### 4. Нейронные сети

Нейронные сети как суперпозиция моделей. Исторический экскурс.

Математическая модель нейрона, проблема XOR.

Механизм обратного распространения ошибки (backpropagation). Идея и математика обучения нейронных сетей.

Механизмы оптимизации. Стохастический градиент и его вариации (adagrad, momentum, nesterov momentum, adadelta, rmsprop, adam).

Обзор слоев и функций активации в нейронных сетях (полносвязный, сверточный, dropout, batchnorm etc.)

Проблема переобучения, регуляризация нейронных сетей.

Сверточные нейронные сети для задачи анализа изображений: принцип работы, методы обучения.

Обзор актуальных архитектур нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения (Computer Vision).

Рекуррентные нейронные сети.

Обзор классической RNN-cell, LSTM, GRU.

Рекуррентные нейронные сети в задаче анализа сигналов и естественного языка.

Генеративные модели на основе RNN.

Механизм внимания (Attention mechanism) в задаче машинного перевода и других задачах.

Сверточные нейронные сети в задачах обработки текста, сравнение с рекуррентными нейронными сетями.

5. Обучение без учителя

Преобразование признаков

Dimensionality Reduction: PCA, SVD, t-SNE, MDS

Embedding Manifold (overview)

Latent Models: LDA

Задача кластеризации

1. Статистические алгоритмы: EM, k-means+ dbscan+?

2. Графовые алгоритмы кластеризации, выделение связных компонент. (Алгоритм FOREL)

3. Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса, построение дендрограммы. Определение числа кластеров.

Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуцируемости.

Дополнительные темы

1. Самоорганизующаяся карта Кохонена

другие подходы к визуализации

2. RBM

3. Автоэнкодеры

6. Обзор приложений машинного обучения

Рекомендательные системы

Работа с текстами и тематическое моделирование

Работа с изображениями

Работа с данными в индустрии

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Принципы разработки современного программного обеспечения**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является ознакомление и углубленное изучение процессов и способов организации внутрикомандного взаимодействия, используемых при проектировании, разработке и тестировании современных программных продуктов.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение следующих моделей процессов разработки ПО: классическая каскадная, итеративная, гибкие подходы, в т.ч. Scrum и test-driven development;
- рассмотрение подходов к проектному планированию, основ дизайн-мышления, подходов к самостоятельной организации и личной эффективности;
- изучение вопросов современных технологий разработки приложений и их развертывания в облачных средах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные процессы, используемые при разработке современного программного обеспечения;
- основные техники организации личной эффективности;
- основные технологии, используемые при разработке приложений, развертываемых в облачных средах;
- основные концепции программирования на языке Go.

##### **уметь:**

- Разбираться в различных процессах, используемых при разработке современного ПО;
- разбираться в технологиях, используемых при создании, тестировании и развертывании современных облачных приложений.

##### **владеть:**

- Техниками выбора процессов, подходящих для того или иного вида проекта;
- основными техниками организации личной эффективности;
- инструментами и технологиями, используемыми при создании современных приложений, разворачиваемых в облачных средах;
- языком программирования Go для создания современных приложений, разворачиваемых в облачных средах.

## **Темы и разделы курса:**

1. Определение проекта и проектного управления
  - 1.1 Определение проекта.
  - 1.2 Определение “проектного треугольника”.
  - 1.3 Основные задачи, решаемые в рамках проектного управления.
2. Основные модели управления проектами и разработки ПО
  - 2.1 Классическая каскадная модель в определении Уинстона Ройса и ее интерпретации.
  - 2.2 Итерационная модель и предпосылки ее появления.
  - 2.3 Манифест гибкой разработки программного обеспечения.
3. Фреймворки, используемые в современной разработке ПО
  - 3.1 Фреймворки для реализации манифеста гибкой разработки программного обеспечения: Scrum, test-driven development;
  - 3.2 Введение в понятие непрерывной интеграции, поставки, развертывания.
  - 3.3 Краткое содержание DevOps методологии.
4. Техники проектного планирования
  - 4.1 Техники оценки сроков в проекте.
  - 4.2 Введение в управление проектными рисками.
  - 4.3 Способы оценки бюджета проекта.
5. Методологии дизайн-мышления
  - 5.1 Базовые принципы дизайн-мышления.
  - 5.2 5 стадий дизайн мышления: карта эмпатий, процесс определения требований, формирование идей, прототипирование, тестирование.
  - 5.3 Примеры использования дизайн мышления в индустрии.
6. Техники личной эффективности
  - 6.1 Модели мышления Дэниела Канемана и Тима Урбана.

- 6.2 Способы формулирования задач.
- 6.3 Основные методы работы с проектами.
- 6.4 Способы настройки инструментария для личной эффективности.
- 7. Техники подготовки презентаций
  - 7.1 Основные составляющие презентаций: история, визуализация, подача.
  - 7.2 Формулировка цели презентации, анализ аудитории.
  - 7.3 Способы написания сценария презентации, проблематизация и представление решений.
  - 7.4 Базовые подходы к созданию слайдов презентации.
  - 7.5 Основные техники подачи.
- 8. Введение в язык программирования Go: среда разработки, алгоритмы и структуры данных, сторонние библиотеки
  - 8.1 Ключевые особенности языка программирования Go.
  - 8.2 Области применения Go.
  - 8.3 Компиляция Go и зависимость от платформы.
  - 8.4 Типичная структура проекта в Go.
  - 8.5 Зависимости, тесты, debug, сборка.
  - 8.6 Типы данных: строки, константы, массивы, срезы, отображения, структуры.
  - 8.7 Работа с основными типами данных: условные конструкции, циклы.
  - 8.8 Интерфейсы.
  - 8.9 Пакеты: containers и sort.
  - 8.10 Сериализация, десериализация.
  - 8.11 Переменные стека или кучи.
  - 8.12 Трехцветный алгоритм для сборки мусора.
- 9. Сборка проекта в дистрибутив
  - 9.1 Инструментарий для сборки проекта в дистрибутив.
  - 9.2 Техники сборки продуктов в дистрибутив.
  - 9.3 Виды дистрибутивов.
- 10. Автоматизация тестирования
  - 10.1 Техники автоматизации тестирования.

10.2 Инструментарий для автоматизации тестирования.

10.3 Способы запуска и исполнения автоматизированных тестов в системах непрерывной интеграции.

11. Многопоточность в языке Go, проектирование REST API на Go

11.1 Запуск горутины в Golang.

11.2 Создание нескольких горутин.

11.3 Каналы Golang в многопоточности.

11.4 Использование select в канале горутин.

11.5 Каналы nil в Golang ничего не делают.

11.6 Блокировка и deadlock в Golang.

11.7 Объединение горутин в конвейер.

11.8 HTTP методы: GET, POST, PUT, DELETE.

12. Современные подходы к развертыванию приложений

12.2 Преимущества и недостатки каждого из методов.

13. Виртуализация и ее типы, контейнеры, Docker, Kubernetes

13.1 Определение виртуализации ресурсов.

13.2 Преимущества и недостатки использования виртуализации.

13.3 Типы виртуализации: виртуальные машины, контейнеры.

13.4 Работа с Docker: Docker file, registry, основные команды docker.

13.5 Оркестраторы контейнеров: Docker swarm, Kubernetes.

13.6 Основные компоненты Kubernetes: Node, pod, stateful set.

13.7 Основные команды Kubernetes.

14. Непрерывная интеграция, поставка, развертывание

14.1 Определение понятий непрерывной интеграции, поставки и развертывания.

14.2 Преимущества и недостатки каждого из методов.

14.3 Обзор инструментов для непрерывной интеграции, поставки и развертывания

14.4 Основные принципы развертывания: Recreate deployment, rolling deployment, ramped deployment, blue/green deployment, A/B testing deployment, shadow deployment, canary deployment.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Программирование систем**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация - электронные вычислительные машины), дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация –электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современных приемах построения программных систем, имеющих различное назначение и реализацию, познакомить со структурой и принципами создания и сопровождения библиотек программ, базовых библиотек и прикладных программных подсистем.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области создания и использования прикладного программного обеспечения;
- раскрытие сущности и значения задач проектирования программных систем, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ проектной деятельности;
- формирования системного подхода в сфере проектирования программных систем и привития инженерной культуры, т.е. умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы теории систем, свойства систем, основы теории формальных систем и её значение для проблематики алгоритмизации, программирования;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения успешного проектирования программных систем;
- особенности создания программ как объекта обработки и анализа;
- принципы реализации поэтапной разработки программ в ходе их создания;
- критерии качества программных продуктов;

- требования к построению программных систем и рекомендации по обеспечению их функционирования и обслуживания.

**уметь:**

- эффективно использовать приемы, методы и средства проектирования программных продуктов;
- практически реализовывать полученные навыки разработки приемов, методов программирования;
- формулировать задачи программирования систем, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

**владеть:**

- приемами, методами и средствами создания программных продуктов;
- навыками разработки приемов, методов и средств проектирования программ;
- методиками реализации задач программирования, подбирать рациональные способы и средства их реализации;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в программирование систем.
  - 1.1. Модель программной системы.
  - 1.2. Обобщенная структурная схема программной системы, разбиение на функциональные подсистемы.
2. Парадигмы успешного программирования.
  - 2.1. Развитие языков программирования.
  - 2.2. Объектно-ориентированное проектирование программных продуктов.
  - 2.3. Первая парадигма программирования – «море функций».
  - 2.4. Библиотеки программ (подпрограмм, функций). Специализированные библиотеки.
  - 2.5. Модульное программирование – вторая парадигма. Цепочное и каркасное построение программных систем.
  - 2.6. Преимущества и недостатки объектных технологий.
3. Особенности проектирования и обработки протоколов.

3.1. Виды протоколов передачи данных, решаемые ими задачи.

3.2. Применение разных видов при создании новых протоколов.

3.3. Программная обработка протоколов.

4. Системы контроля версий

4.1. Принцип управления проектом, поддержка версий.

4.2. Классический подход к построению программного продукта.

4.3. Системы контроля версий и их роль в разработке.

4.4. Стратегии ветвления.

5. Алгоритмы

5.1. Возможность декомпозиции проекта в отдельные подсистемы.

5.2. Динамическое программирование (описание подхода, применение для решения задач поиска кратчайших путей, поиска наибольшей возрастающей подпоследовательности, и других).

6. Рефакторинг и шаблоны проектирования.

6.1. Сохранение привычной модели организации вычислений.

6.2. Улучшение качества кода.

6.3. Стил кодирования. Учет возможностей специализированной аппаратной обработки кода.

6.4 Распространенные шаблоны проектирования.

7. Эффективная передача данных по сети связи . Физический уровень Ethernet

7.1. Манчестерский код, NRZ, MLT3, кодирование 4B/5B, 8B/10B, PAM-5.

7.2. Применение кодирования для 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-TX, 1000-Base-X (обзор).

7.3. Кодирование 64B/66B. Физический уровень 10GBase-R, 40GBase-LR4, 100GBase-LR4..

8. Стек TCP/IP

8.1. Применение и модификации стандартных протоколов.

8.2. Модель OSI, Ethernet, IP.

8.3. Работа типичной сети.

8.4. Коммутатор, маршрутизатор.

9. Преимущества агрегированной передачи информации.

9.1. Информационные процессы в цифровых системах.

9.2. Методики оптимизации: «тонкая» настройка транспортирующего протокола; мирный spoofing; сжатие заголовков и данных.

9.3. Принципы сжатия: заголовков (VJ); данных (LZ, Huffman, арифметическое кодирование); мода на DRE

9.4. Необходимость согласованного аппаратно-программного сопровождения работы с данными.

10. Платформенная реализация программных продуктов.

10.1. Технология платформенного программирования.

10.2. Комплексирование программных продуктов.

10.3. Специализация, сущность и необходимость создания новых платформ.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Программное моделирование вычислительных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с современными технологиями создания программных моделей вычислительных систем различной детализации и областей применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- Получение представления о задачах, решаемых посредством программного моделирования вычислительных технологий
- Приобретение знаний о существующем спектре технологий моделирования, их области применимости на разных этапах маршрута проектирования вычислительных систем.
- Знакомство с основными решениями с открытым программным кодом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- ключевые технологии программного моделирования, их количественные характеристики, их область применения на разных этапах маршрута проектирования вычислительных систем.

##### **уметь:**

- определять наиболее применимые технологии программного моделирования для поставленных задач, исходя из теоретических, практических, и экономических требований;
- понимать место каждой технологии в маршруте проектирования и способы их интеграции между собой.

##### **владеть:**

- навыками создания простых моделей вычислительных систем,
- программными средами для связывания их в модели полных систем, используя различные технологии моделирования.

## Темы и разделы курса:

### 1. Программное моделирование как предмет исследования

Назначение и роль моделирования в процессе разработки и выпуска программно-аппаратных систем. Основные параметры моделей: скорость симуляции, верность, трудоёмкость, сложность, масштабируемость. Классификация существующих моделей, приоритизация параметров для каждого класса. Область применимости каждой модели на маршруте проектирования.

### 2. Функциональное моделирование архитектуры системы команд

Интерпретатор как простейшая модель микропроцессора. Базовый принцип построения интерпретаторов. Оптимизации интерпретирующих моделей: сцепленная интерпретация, кэширование результатов декодирования. Основы двоичной трансляции, трансляция трасс и трансляция базовых блоков, проблема самомодифицирующегося кода. Прямое исполнение. Виртуализация как разновидность функционального моделирования. Практическая работа с симулятором с открытым исходным кодом Spike (RISC-V ISA).

### 3. Симуляторы платформ

Моделирование полных систем и отдельных приложений. Точки сохранения (checkpointing). Исполнение в обратном направлении (reverse execution). Моделирование единого времени в системе со многими устройствами. Моделирование многопроцессорных систем. Практическая работа с QEMU.

### 4. Событийный подход к моделированию микроархитектуры

Дискретные события. Исполняющие и неисполняющие виды моделей. Очереди событий. Обеспечение модульности событийных микроархитектурных моделей. Ограничения точности моделей. Параллельные модели, барьерная синхронизация. Схемы с точками сохранения. Методология проведения исследований. Понятия бенчмарков, примеры: SPEC17, Dhrystone, Whetstone и другие. Существующие реализации. Практическая работа с Gem5.

### 5. Потактовый подход к моделированию микроархитектуры

Модель портов. Модель потоков. Сопряжение функциональной и потактовой модели. Трассы исполнения и их использование для потактовой симуляции. Концепция портов как абстракции для построения потактового симулятора с ведущей функциональной частью. Обеспечение модульности потактовых микроархитектурных моделей. Языки описания моделей. Стандарты SystemC и TLM. DML как пример специализированного языка. Практическая работа с ASIM.

### 6. Гибридная симуляция

Задачи, решаемые гибридной симуляцией. Обзор существующих технологий: FireSim, Chisel, Verilator. Ограничения гибридной симуляции, область применения.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Проектирование СБИС**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студентов с основными принципами проектирования СБИС и подготовить их к практической деятельности в должности RTL-разработчика.

#### **Задачи дисциплины:**

- Сформировать знания о правильном применении языков Verilog и SystemVerilog;
- сформировать знания о принципах проектирования СБИС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные этапы проектирования СБИС;
- синтаксис языков Verilog и SystemVerilog;
- порядок исполнения выражений и блоков в Verilog/SystemVerilog;
- принципы описания комбинационных и последовательных устройств;
- способы реализации конечных автоматов;
- наиболее популярные накристалльные и периферийные интерфейсы;
- правила пересечения тактовых доменов;
- особенности проектирования систем на кристалле.

##### **уметь:**

- реализовывать на Verilog отдельные RTL-модули;
- применять иерархический подход к разработке RTL-модулей;
- использовать SystemVerilog для проверки RTL-модулей.

##### **владеть:**

- инструментами разработчика СБИС.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Введение в проектирование СБИС

Обзор маршрута проектирования СБИС. Постановка задачи. Разработка архитектуры. Языки описания аппаратуры. Синтез и топология. Верификация и прототипирование. Программируемые логические интегральные схемы.

### 2. Основные конструкции Verilog

Синтаксис Verilog. Модули и порты. Типы данных. Побитовые операторы. Непрерывное присваивание. Блоки initial и always. Параллельное выполнение блоков. Проверка модулей с помощью testbench.

### 3. Иерархический подход к разработке

Иерархический подход к разработке. Интеграция модулей. Способы подключения портов.

### 4. Комбинационные устройства

Описание комбинационных устройств на Verilog. Мультиплексоры. Демультимплексоры. Шифраторы. Дешифраторы. Семисегментный индикатор.

### 5. Последовательные устройства

Описание последовательных устройств на Verilog. Триггеры. Тактовый сигнал. Активный уровень сброса. Сдвиговые регистры. Счетчики.

### 6. Конечные автоматы

Принципы построения конечных автоматов. Автоматы Мили и Мура. Способы кодирования состояний. Описание конечных автоматов на Verilog.

### 7. Устройства хранения данных

Регистры и память. Регистровый файл. Массивы в Verilog.

### 8. Проверочная работа №1. Разработка многокомпонентного модуля

Реализация и тестирование многокомпонентного модуля.

### 9. Введение в проектирование систем на кристалле

Центральный процессор. Периферийные устройства. Interconnect. Адресное пространство. Сложно-функциональные блоки. Инфраструктура разработки. Система контроля версий.

### 10. Накристалльные интерфейсы

Интерфейсы семейства AMBA. AXI. AXI-Lite. AXI-Stream. АНВ. АРВ. Интерфейсы в SystemVerilog.

### 11. Периферийные интерфейсы

Высокоскоростные интерфейсы. PCIe. JESD204. Ethernet. Проприетарные протоколы. Низкоскоростные протоколы. UART. SPI. IIC.



## 12. Алгоритм работы и реализация FIFO

Принцип работы FIFO. Синхронное и асинхронное FIFO. Особенности реализации. Очереди и динамические массивы в SystemVerilog.

## 13. Пересечение тактовых доменов

Время установки и удержания. Тактовые домены. Асинхронные тактовые сигналы. Метастабильность. Синхронизаторы.

## 14. SystemVerilog Assertions

Предназначение и способы применения assertions. Sequence. Property. Операторы в assertions. Cover. Assume.

## 15. Проверочная работа №2. Разработка системы на кристалле

Разработка и тестирование системы на кристалле.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Проектирование Систем-на-Кристалле**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами основных принципов проектирования современных сверхбольших интегральных схем – систем на кристалле (СнК) с применением методологии повторного использования IP-блоков.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных этапов проектирования СнК с повторным использованием IP-блоков; классификация и основные типы IP-блоков; применение платформенных решений для создания современных СнК;
- изучение основных проблем, стоящих перед разработчиками СнК с глубоко субмикронными и нанометровыми технологическими нормами;
- изучение методов проектирования цепей синхронизации и системы энергоснабжения в современных СнК;
- изучение базовых принципов проектирования межсоединений и их влияние на такие характеристики цифровых интегральных схем как быстродействие, энергопотребление, надежность и т.п.;
- изучение современных методов проектирования СнК со сверхнизким энергопотреблением;
- приобретение практических навыков анализа возможных архитектурных решений и поиска компромиссов в многомерном пространстве проектных решений;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований в области микроархитектурных решений СнК.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- внутреннюю логику разделения труда в глобальной микроэлектронной индустрии;
- основные этапы проектирования СнК, основные характеристики и назначение различных видов IP-блоков, а также средства САПР основных производителей, применяемых для задач проектирования СнК;

- основные топологические варианты разводки шин земли и питания, а также деревьев и сетей синхронизации в СнК;
- основные особенности проектирования сигнальных цепей в СнК с нанометровыми топологическими нормами, методы снижения влияния перекрестных помех на прохождение сигналов, конструктивные приемы, обеспечивающие ускоренную передачу сигналов;
- основные источники энергопотребления, методы снижения статической и динамической мощности, используемые на практике, возможности современных САПР по автоматизированному применению этих методов при проектировании СнК;
- основные требования, предъявляемые к встроенным системам тестирования, предназначенным для разбраковки кристаллов, и способы их реализации;
- основные варианты корпусировки СнК и требования, предъявляемые к типу корпуса;
- основные требования, предъявляемые к встроенному программному обеспечению (ПО) с точки зрения обеспечения механизмов доверенной загрузки и формирования доверенной среды исполнения системного и прикладного ПО.

#### **уметь:**

- анализировать возможные проектные решения с точки зрения достижения требуемых функциональности, энергопотребления, производительности и стоимости СнК;
- обоснованно выбирать IP-блоки для реализации конкретной СнК;
- проводить оценку и расчет микроархитектурных параметров СнК;
- проводить обоснованную декомпозицию СнК на аппаратную и программную части.

#### **владеть:**

- навыками самостоятельного анализа архитектурных и микроархитектурных решений современных СнК;
- навыками работы с большими объемами незнакомой информации;
- навыками самостоятельного поиска и изучения информации по методологии проектирования СнК.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Этапы проектирования СнК и основные задачи, решаемые на этих этапах

Основные этапы формирования современной мировой микроэлектроники как глобальной индустрии с экстремально глубоким разделением труда. Закон Мура как основной «драйвер» развития микроэлектроники. Основные технико-экономические тенденции в развитии современной микроэлектроники: от вертикально интегрированных компаний к fabless и foundry. SoC/SiP/chiplet и другие методы преодоления системных технологических кризисов в микроэлектронике.

Основные этапы процесса проектирования СнК, мотивы создания методологии проектирования сложных высоко интегрированных изделий микроэлектроники с повторным использованием готовых решений. Основные участники процесса проектирования и временные рамки разработки.

## 2. Классификация IP-блоков. Выбор архитектуры CPU ядра и системной шины

Характеристика и основные отличия различных видов IP-блоков, Выбор конкретного CPU и/или GPU ядра – архитектура команд, лицензирование, производительность, энергопотребление, площадь. RISC-V как перспективная архитектура с открытой системой команд. Состояние, основные тренды и перспективы использования в СнК.

Основные протоколы современных систем шин. AMBA как индустриальный стандарт для построения СнК. Когерентные системные шины с сеточной топологией. Внутрикристалльные сети.

## 3. Планировка кристалла. Проектирование цепей синхронизации и шин питания в современных СнК.

Постановка задачи планировки кристалла. Выбор технологии и размещение отдельных блоков. Основные задачи, стоящие перед разработчиком СнК при проектировании системы энергоснабжения и основные конструктивные приемы, используемые при создании топологии системы энергоснабжения интегральной схемы. Проблемы однородности напряжения питания и фильтрации шумов. Электромиграция и надежность межсоединений при протекании токов с высокой плотностью.

Типовые топологии цепей синхронизации, обеспечивающие одновременное прибытие синхросигналов к потребителям: сбалансированное дерево, N-tree. Требования к временным параметрам цепей синхронизации. Минимизация задержек в цепях синхронизации. Интегральные схемы с несколькими асинхронными доменами синхросигналов.

## 4. Особенности проектирования сигнальных межсоединений в СнК с нанометровыми топологическими нормами

Особенности многослойных межсоединений в СнК с топологическими нормами 90 нм и ниже. Проблема масштабирования локальных и глобальных цепей. Эффекты перекрестных помех в межсоединениях. Буферизация сигнальных цепей.

## 5. Основы проектирования СнК с низким энергопотреблением.

Динамическое и статическое потребление мощности в СнК. Методы снижения динамического и статического потребления энергии. Проблемы токов утечки в интегральных схемах с нанометровыми размерами критических элементов. Специальные библиотеки стандартных элементов для СнК со сверхнизким энергопотреблением.

Особенности проектирования СнК с динамическим отключением доменов питания. Динамическое управление частотой синхросигналов и подстройка величины напряжения питания (DFVS).

## 6. Верификация, прототипирование и проектирования тестопригодных СнК.

Основные методы тестирования, применяемые при проектировании СнК: функциональная, формальная и физическая верификация, валидация готового решения (bring up), производственное тестирование (разбраковка). Современные методологии функциональной верификации цифровых компонентов СнК: FPGA прототипирование, UVM и VIP.

Проектирование и имплементация встроенных аппаратных средств тестирования на различных этапах проектирования СнК: Scan chains, LBIST, MBIST. Коэффициент выхода годных (yield) при разбраковке кристаллов на пластине (wafer sorting) и при тестировании корпусированных изделий (final test).

## 7. Проблемы корпусирования СнК. Методы обеспечения доверенной загрузки и защищенного исполнения в СнК.

Корпус как критически важный элемент СнК. Выбор корпуса: основные требования, критерии и экономика. SiP и chiplet решения в современной микроэлектронике. Современные технологии корпусирования как способ дальнейшего повышения степени интеграции и снижения стоимости перспективных СнК.

Общие методы реализации системы доверенной загрузки (Root of Trust). Аппаратные средства обеспечения доверенной загрузки в сложных СнК. Доверенные вычисления (Trusted Execution Environment).

## 8. Встроенное ПО. Перспективы развития СнК

Декомпозиция системы-на-кристалле на аппаратные и программные части. Назначений и типовые решения, применяемые для встроенного программного обеспечения.

Аппаратные микроядра, обеспечивающие управление сложными СнК, и сопутствующее программное обеспечение.

Основные тенденции в развитии современных СнК. Будущие уровни системной интеграции.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Проектирование цифровых вычислительных систем**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с принципами и методами проектирования и организации современных вычислительных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение навыков применения конвейерной обработки данных в проектировании вычислительных систем;

- получение знаний о принципах совместной разработки аппаратного и программного обеспечения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы организации цифровых вычислительных систем, принципы конвейерной обработки данных.

##### **уметь:**

- проектировать вычислительные блоки со стандартными интерфейсами, разработать драйвер вычислительного блока для Linux.

##### **владеть:**

- методами совместной разработки аппаратного и программного обеспечения.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Временной анализ**

Задержка распространения сигнала. Критический путь. Время установки и время удержания. Slack.

##### **2. САПР Xilinx Vivado**

САПР Xilinx Vivado. Симуляция. Block design. Синтез. Назначение пинов. Имплементация. Прошивка ПЛИС. IP-блоки. Ограничения. Integrated Logic Analyzer. Возможности и внутреннее устройство PL-части Xilinx Zynq 7020. Временной анализ в Vivado.

### 3. Конвейерная микроархитектура

Конвейерная микроархитектура CPU. Параллелизм уровня инструкций. Зависимости по данным. RaW зависимость. Stall. Bypass. 5-стадийный конвейер для RV32I без команд перехода.

### 4. Конфликты по управлению в конвейере

Зависимости между инструкциями по управлению. Разрешение конфликтов по управлению. 5-стадийный конвейер для RV32I с поддержкой команд перехода.

### 5. Сложный конвейер

Zmmul расширение RISC-V. Конвейерный блок умножения. Unified pipeline. Non-unified pipeline. Out-of-order commit. WaW зависимость. Scoreboarding. Оценка производительности конвейерного CPU и потребления ресурсов ПЛИС.

### 6. Системы на кристалле

Системы на кристалле. Примеры СнК. Сети на кристалле. Возможности и внутреннее устройство PS-части в Xilinx Zynq 7020.

### 7. Эмуляция вычислительных систем

Эмулятор QEMU. Эмуляция систем на основе ARM и RISC-V с помощью QEMU.

### 8. Ядро Linux

Компиляция ядра Linux. Загрузка ядра. OpenSBI. Devicetree. RootFS. BusyBox. Запуск ядра в QEMU.

### 9. Загрузчики

BootROM. U-boot. FSBL. Компиляция и запуск FSBL, U-Boot и Linux на Xilinx Zynq 7020.

### 10. Физическая и виртуальная память

Физическая память. Виртуальная адресация. Страничное преобразование. MMU. TLB.

### 11. DMA

DMA. Адресное пространство шины. Bus-master DMA. Когерентность DMA и кэша.

### 12. Внутреннее устройство QEMU

Объектная модель в QEMU. Шины. Периферийные устройства. Регионы памяти. Прерывания. Доступ к системной памяти. Разработка модели ускорителя матричных операций в QEMU.

### 13. Модули ядра Linux

Компиляция и загрузка модуля ядра. Работа с виртуальной и физической памятью в ядре Linux. Адресные пространства ядра и пользователя. Обмен данными между пространством ядра и пространством пользователя в Linux.

#### 14. Драйверы периферийных устройств в Linux

Идентификация устройств через Devicetree. DMA API в ядре Linux. Выделение памяти, доступной периферийному устройству. Обработка прерываний от устройств в ядре Linux.

#### 15. Ускорение задач машинного обучения аппаратными методами

HW/SW co-design. Ускорение тензорных вычислений. Свертка. Систематические массивы.

#### 16. Интерфейсы межмодульного взаимодействия в СнК

Интерфейсы AXI4 и AXI4-Lite. Интерконнект. Интерфейс AXI-Stream.

#### 17. Верификация

Python-фреймворк cocotb. Применение cocotb-axi для верификации блоков с AXI4, AXI4-Lite и AXI4-Stream интерфейсами. Верификация блока ускорителя матричных операций.

#### 18. Интеграция IP-блоков с Xilinx Zynq SoC

Обмен данными между PS и PL частями Xilinx Zynq 7020. GP, HP, ACP порты. Интеграция блока ускорителя матричных операций с Xilinx Zynq SoC.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Проектирование цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами базовых знаний в области проектирования современных цифровых устройств, изучение способов их логического проектирования и отладки на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС).

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области элементной базы современных цифровых устройств, методов и маршрута их проектирования;
- обучение студентов принципам логического проектирования цифровых устройств, формирование навыков проектирования цифровых устройств при помощи языка описания аппаратуры Verilog;
- формирование знаний и проектных навыков в области проектирования и отладки цифровых устройств на ПЛИС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы построения, параметры и характеристики цифровых устройств,
- язык логического проектирования Verilog;
- основы языка Ассемблера;
- области возможного применения ПЛИС.

##### **уметь:**

- ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к параметрам;
- реализовывать цифровые устройства на ПЛИС;
- применять ПЛИС для решения различных вычислительных задач и моделирования;
- планировать оптимальное проведение сложного эксперимента;

- сочетать эффективные оценки правильности выбранных экспериментальных условий и полученных результатов;
- устанавливать, тестировать, испытывать и использовать программно-аппаратных средства вычислительных систем.

**владеть:**

- навыками работы на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками отладки цифровых устройств на ПЛИС.

**Темы и разделы курса:**

1. Элементная база цифровой электроники

Понятие цифрового сигнала и цифровой электроники. Преимущества и недостатки цифровых технологий. МОП-структура. Режимы работы МОП-транзистора. КМОП-технология. Базовые логические элементы: НЕ, 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ, 2И, 2ИЛИ, шифратор, дешифратор, мультиплексор, сумматор. Триггер. RS-триггер, D-триггер, синхронные и асинхронные триггеры. Интегральные схемы. Классификация интегральных схем.

2. Принципы проектирования цифровых устройств

Маршрут проектирования цифровых интегральных схем. Современные принципы логического проектирования. Современные принципы физического проектирования. Основные проблемы проектирования современных синхронных цифровых устройств: время срабатывания логических схем, время распространения сигнала по кристаллу, проблема выбора тактовой частоты синхросигнала. Уровень регистровых передач (RTL) как способ описания синхронных цифровых устройств.

3. Язык описания аппаратуры Verilog

Основные принципы моделирования цифровых устройств. Моделирование сигналов. Типы переменных языка Verilog. Моделирование схем при помощи алгоритмических блоков. Понятие события при моделировании и принципы описания событий на языке Verilog. Понятие модельного времени и обработка текущих событий. Типы присваивания в языке Verilog и особенности их выполнения. Описание триггеров, регистров и комбинационных логических схем на языке Verilog. Описание устройства на языке Verilog. Иерархическое описание устройств. Среда моделирования ModelSim. Возможности языка Verilog для отладки устройства при моделировании. Синтезируемые и несинтезируемые конструкции языка.

4. Программируемые логические интегральные схемы

Понятие ПЛИС. Структура ПЛИС и принцип её программирования. Области применения ПЛИС. Преимущества и недостатки применения ПЛИС.

5. Проектирование и отладка цифровых устройств на ПЛИС

Маршрут проектирования цифровых устройств на ПЛИС. Структура некоторых современных ПЛИС. САПР проектирования цифровых устройств на ПЛИС Altera Quartus

II. Встроенный логический анализатор, как средство отладки устройств на ПЛИС: понятие, принцип работы, методы использования.

Разработка цифровых устройств на ПЛИС с использованием учебного стенда.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Проектирование, прототипирование и производство в проектном формате**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить обучающихся бакалавриата МФТИ с основными возможностями и ограничениями современных средств компьютерного проектирования и цифрового производства в задачах разработки новых продуктов; научить обучающихся, используя ограниченные временные, материальные и аппаратные ресурсы, доводить идеи и задания до состояния функционального прототипа.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями практических умений и навыков в области технического эскизирования, компьютерного проектирования и работы в САМ-системах (Computer-Aided Manufacturing);
- приобретение слушателями практических умений и базовых навыков работы с современным цифровым производственным оборудованием, включая машины лазерной резки неметаллических и металлических материалов; станки механической обработки с ЧПУ; 3D принтеры;
- приобретение слушателями практических умений и базовых навыков использования программно-аппаратных средств быстрого прототипирования электронных систем, а также навыков проектирования и изготовления печатных плат и монтажа электронных компонентов;
- формирование у слушателей системного подхода в сфере проектной деятельности и привитие им инженерной культуры, умения целенаправленно работать с аналоговым и цифровым оборудованием, используя его для решения профессиональных задач;
- подготовка слушателей к участию в разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности, в том числе в команде исполнителей;
- подготовка слушателей к решению изобретательских задач и задач профессиональной деятельности с использованием современного программного обеспечения, цифрового и аналогового оборудования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- доступные и эффективные инструменты моделирования, макетирования, прототипирования и производства;
- принципы безопасной и эффективной работы на современном цифровом и аналоговом оборудовании;
- возможности и ограничения применения различных технологий.

#### **уметь:**

- эффективно применять свои знания для решения задач трансформации идеи в готовый материальный продукт;
- комбинировать применение различных технологий для эффективного достижения поставленной цели;
- практически реализовывать полученные навыки для выбора технологий, освоения инструментов моделирования, макетирования, прототипирования и производства;
- организовывать работу над проектом с учетом имеющихся возможностей и ограничений;
- формулировать проектные задачи и при необходимости искать дополнительную информацию для их решения.

#### **владеть:**

- навыками технического эскизирования, компьютерного проектирования и работы в САМ-системах;
- навыками применения технологии материалов; простой и продвинутой обработки модельных и функциональных материалов на фрезерных и токарных станках с ЧПУ; эффективной настольной 3D печати; изготовления печатных плат и монтажа электронных компонентов;
- навыками работы на современном цифровом и аналоговом оборудовании;
- практикой организации работы над собственным комплексным проектом.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Технический рисунок как средство коммуникации

Понятие технического рисунка. Виды технического рисунка. Требования к техническому рисунку.

Техники выполнения технического рисунка.

##### 2. Продвинутое эскизирование (скетчинг)

Понятие техники эскизирования (скетчинга). Классификация эскизирования (скетчинга). Принципы техники эскизирования (скетчинга).

##### 3. Базовые техники 3D компьютерного проектирования

3D компьютерное проектирование. Знакомство с интерфейсом САД системы. Основные принципы формирования объемных моделей на основе плоских эскизов. Экспорт объемных моделей и плоских чертежей для дальнейшей работы в САМ системах.

#### 4. Продвинутое компьютерное проектирование

Понятие технологии компьютерного проектирования. Дополнительные техники моделирования. Параметризация моделей. Принципы работы в сборках.

#### 5. Управление проектом и контроль версий

Понятие "управление проектом и контроль версий". Использование онлайн платформы GITHUB для работы с комплексным проектом в итерационном режиме.

#### 6. Знакомство с лазерной резкой и маркировкой

Принципы безопасной и эффективной работы с машиной лазерной резки, допустимые и недопустимые материалы, технологические режимы, техническое обслуживание, подготовка простых заданий

#### 7. Конструирование и изготовление объемных изделий из плоских деталей, получаемых лазерной резкой

Особенности конструирования и изготовления объемных изделий из плоских деталей, получаемых лазерной резкой. Слайсинг, развертки и соединения с тугой посадкой

#### 8. Операции фрезерного раскроя (2D)

Какие бывают операции фрезерного раскроя. Правила безопасной работы с опасным оборудованием, принципы проектирования изделий, собираемых из деталей, полученных операциями фрезерного раскроя.

#### 9. Операции фрезерной обработки в 2,5 координатных осях

Принцип операции фрезерной обработки в 2,5 координатных осях, операции выборки, использование фасонных инструментов.

#### 10. Знакомство с 3D печатью экструдированием материала

Понятие 3D печати экструдированием материала. Подготовка файлов для 3D печати, материалы, параметры печати, калибровка и обслуживание принтера

#### 11. Операции фрезерной обработки в трех осях

Понятие операции фрезерной обработки в трех осях. Стратегии черновой и чистовой фрезерной обработки в САМ системах, выбор инструмента, расчет технологических режимов, ориентирование и крепление заготовки.

#### 12. Знакомство с зоной работы с электроникой

Определение зоны работы с электроникой. Принципы и правила безопасной работы в зоне электроники, паяльное и измерительное оборудование, электронные компоненты и их монтаж

#### 13. Быстрое прототипирование электронных схем

Разработка и моделирование электронных схем, уточнение особенностей реализации путем быстрого прототипирования макета, устранение неисправностей.

#### 14. Компьютерное проектирование электронного устройства

Проектирование электронного устройства в САД и подготовка производства печатной платы методом фрезерной обработки с учетом доступных материалов и технологического инструмента.

#### 15. Изготовление печатной платы и монтаж электронных компонентов

Основные этапы изготовления печатной платы фрезерной обработкой. Особенности ручного монтажа электронных компонентов. Проведение измерений и отладка готового устройства.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Радиотехнические цепи и сигналы**

#### **Цель дисциплины:**

изучение фундаментальных закономерностей, связанных с получением сигналов, их передачей по каналам связи, обработкой и преобразованием в радиотехнических цепях. Студенты знакомятся с основными методами расчета, синтеза и измерения параметров различных радиотехнических цепей.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов выбирать методы и средства, адекватные решаемой задаче, показать, как работает этот аппарат при решении конкретных научных и технических задач в области радиотехники;
- научить видеть тесную связь математического описания, с физической стороной рассматриваемого явления, научить составлять модели изучаемых процессов;
- приобретение студентами навыков работы с измерительными приборами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные методы анализа радиотехнических цепей и сигналов, включая спектральный и корреляционный анализ информационных и управляющих сигналов, понятий комплексного и аналитического сигналов, операторного метода анализа характеристик цепей.

##### **уметь:**

выбирать математический аппарат, адекватный решаемой задаче, понимать границы применимости используемых методов.

##### **владеть:**

методами анализа и синтеза радиотехнических цепей и сигналов.



## Темы и разделы курса:

### 1. Пассивные линейные цепи с постоянными параметрами

Линейные инвариантные во времени системы. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристика цепи. Связь амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик физически реализуемых цепей. Минимально- и неминимально фазовые цепи. Интегрирующая и дифференцирующая цепи, неминимально-фазовый мост. Переходная и импульсная характеристика цепи.

Аналитический сигнал и комплексная амплитуда. Комплексный коэффициент передачи. Последовательная и параллельная RLC-цепь. Понятие добротности и резонансной частоты колебательной системы. Векторные диаграммы и диаграммы Боде.

RC-четыреполюсники второго порядка, методы расчета.

Двойной T-образный мост, его амплитудно- и фазочастотные характеристики.

### 2. Применения операционных усилителей

Назначение и упрощенная схема операционного усилителя. Параметры, характеризующие операционный усилитель. Идеальный операционный усилитель. Понятие отрицательной обратной связи. Измерение коэффициента усиления реального ОУ.

Амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя. Коррекция АЧХ операционного усилителя. Стабильность усилителя в зависимости от глубины обратной связи.

Схемы инвертирующего и неинвертирующего усилителя на основе ОУ. Их характеристики.

Интегрирующий и дифференцирующий усилитель на основе ОУ. Границы применимости.

### 3. Активные линейные цепи с постоянными параметрами

Фильтр нижних частот Баттерворта. Коэффициент передачи и порядок фильтра. Амплитудно- и фазочастотные характеристики фильтра.

Полосовые RC-фильтры. Расчет параметров цепей полосовых фильтров на основе ОУ.

Режекторный фильтр и регулятор тембра звуковых частот.

### 4. Связанные колебательные контуры

Методы анализа и свойства системы из двух связанных колебательных контуров. Понятие обобщенной расстройки. Схемы замещения контуров в системе из двух связанных контуров. Способы связи контуров колебательной системы. Виды резонансов в системе. Моделируемая схема и ее расчет. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики системы. Переходные процессы в системе.

## 5. Применения операторного метода

Основные понятия и методы. Преобразование Лапласа. Область применимости. Свойства преобразования Лапласа. Свойство линейности. Теорема подобия. Дифференцирование оригинала. Дифференцирование изображения. Интегрирование оригинала. Интегрирование изображения. Теорема запаздывания. Теорема смещения. Теорема умножения, обобщенная теорема умножения. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Импульсные функции. Обобщенные функции.

Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Расчет электрических контуров. Расчет длинных линий.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Радиофизическая лаборатория**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса «Радиофизическая лаборатория» является практические изучения разделов цифровой обработки сигналов, относящихся к вопросам дискретизации и спектрального анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основ цифрового спектрального анализа с проведением компьютерного моделирования с помощью MATLAB и библиотек Numpy, Scipy, Matplotlib, Astropy языка программирования Python;
- приобретение навыков анализа сигналов с помощью цифрового осциллографа;
- овладение алгоритмами расчета дискретного преобразования Фурье;
- получение необходимых базовых знаний для дальнейшего изучения цифрового спектрального анализа и цифровой фильтрации сигналов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные основы цифровой обработки сигналов;
- принципы функционирования цифрового осциллографа и цифрового спектроанализатора.

##### **уметь:**

- рассчитывать характеристики исследуемых приборов;
- выполнять обработку и анализ результатов измерений;
- применять полученные знания для решения прикладных задач;
- проводить экспериментальные исследования на современных цифровых приборах.

##### **владеть:**

- навыками компьютерного моделирования сигналов и их спектров;
- математическим аппаратом анализа цифровых систем и устройств;
- навыками работы с современными цифровыми устройствами обработки сигналов.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Дискретизация аналоговых сигналов**

Классификация сигналов: аналоговые, дискретные, цифровые. Преобразование Фурье и его свойства. Спектры импульсных и периодических сигналов. Спектр дискретизованного сигнала. Теорема Котельникова во временной области. Эффект наложения спектров при дискретизации сигналов.

### **2. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ), дискретное преобразование Фурье (ДПФ)**

Оценка спектра сигнала по последовательности его отсчетов. ДВПФ: формулы анализа и синтеза, основные свойства. Формы записи ДПФ. Свойства ДПФ. Матричная форма ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) для вычисления ДПФ. Связь между ДВПФ и ДПФ для последовательностей отсчетов конечной длительности и для периодических последовательностей отсчетов. Интерполяционная формула восстановления ДВПФ по коэффициентам ДПФ, интерполяция ДВПФ добавлением нулевых отсчетов в сигнал. Частотная ось ДПФ: связь между номером отсчета ДПФ и частотой в спектре дискретизованного сигнала.

### **3. Спектральный анализ детерминированных сигналов**

Вычисление спектра дискретизованного сигнала и оценка спектра исходного сигнала с помощью ДПФ. Эффекты растекания спектральных компонент («leakage») и утечки спектра через боковые лепестки окна. Влияние соседних спектральных компонент. Паразитная амплитудная модуляция спектра. Примеры оконных функций и их характеристики: прямоугольное окно, окна Бартлетта, Ханна, Хэмминга, Блэкмана, Кайзера, Чебышева, окно с плоской вершиной. Кратковременное дискретное преобразование Фурье (STFT): формулы анализа, разрешение по времени и по частоте, выбор параметров.

### **4. Цифровой осциллограф в режиме анализатора спектра**

Работа с цифровым осциллографом в режиме анализатора спектра. Выбор частоты дискретизации, размерности ДПФ, оконной функции для осуществления цифрового спектрального анализа. Шумы квантования n-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Исследование спектров тестовых сигналов (отрезка синусоиды, конечной последовательности прямоугольных импульсов) и процессов субдискретизации с помощью цифрового осциллографа.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Разработка встраиваемых систем**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студентов с основными идеями программирования и применения микроконтроллеров в физическом эксперименте и в прототипировании устройств.

#### **Задачи дисциплины:**

- разъяснение места и роли современных микроконтроллеров в физическом эксперименте и в прототипировании устройств;
- приобретение учащимися начальных навыков работы с микроконтроллерами, изучение основных концепций разработки встраиваемого ПО;
- ознакомление с особенностями внутреннего устройства встроженных операционных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы работы микроконтроллеров, концепции внутрисистемного ПО, основы создания ПО на микроконтроллерах, в том числе сведения, относящиеся к устройству и использованию встроженных ОС.

##### **уметь:**

- проектировать и отлаживать устройства на современных микроконтроллерах, использовать встроженные ОС.

##### **владеть:**

- основными методами создания, отладки и тестирование ПО на микроконтроллерах с применением различной периферии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение в микроконтроллеры. Описание средств разработки и отладки, аппаратных средств.

Введение в содержание курса, знакомство с преподавателем и его практическим опытом. Краткий исторический экскурс. Обзор средств разработки. Прошивка микроконтроллеров. Процесс компиляции кода под целевую архитектуру. Внутрисхемный отладчик.

2. Устройство ядра. Структура памяти. Регистры общего назначения. Обзор особенностей архитектуры.

Ядро. Регистры. Функциональное устройство микроконтроллера. Структура памяти: память внешних устройств, внешняя оперативная память, память периферии, оперативная память. Расположение исполняемого кода в памяти микроконтроллера.

3. Контроллер прерываний (NVIC). Системные и периферийные прерывания. Обзор стандартной периферии, работа со сторонними HAL.

Обработка внешних событий: постоянный опрос и прерывание. Действия при прерывании. Вложенные прерывания: вытеснение, ожидание. Приоритеты прерываний, статусы прерываний. Управление периферией при помощи HAL производителя микроконтроллеров.

4. Операционные системы реального времени, переключение потоков в МК.

Описание простых ОС реального времени. Описания механизма создания и переключения потоков. Работа планировщика. Использование ОС во встраиваемых устройствах.

5. Описание проблем многопоточных приложений. Средства синхронизации. Межпроцессорное взаимодействие.

Проблемы межпроцессорного взаимодействия и методы их решения. Внутреннее устройство средств синхронизации.

6. Общие принципы работы периферии. Обзор UART, SPI, I2C. Использование HAL для работы с периферией.

Описание наиболее популярных периферийных протоколов. Особенности работы протоколов. Использование периферии при помощи HAL производителя.

7. Соединение с сетью интернет. Принципы, подходы, сложности.

Особенности и сложности соединения с внешними сетями во встроенных устройствах. Соединение с облачными хранилищами.

8. Работа с коммуникационными модулями: WI-FI, Bluetooth.

Общий обзор протоколов Wi-Fi И Bluetooth. Взаимодействие ПО микроконтроллера с модулями внешней связи.

9. Краткий обзор файловых систем.

Описание основных концепций файловых систем. Использование файловых систем во встроенном ПО.

10. Работа с Flash памятью.

Описание Flash памяти. Описание интерфейсов работы с FLASH памятью. Доступ к FLASH памяти используя HAL производителя микроконтроллера.

11. Обработка ошибок и незапланированного поведения системы. Сбор статистики и логов.

Встроенные механизмы процессора по обработке незапланированного поведения. Алгоритмы автоматического восстановления работы встроенных устройств. Создания системы логирования.

12. Система запуска устройства. Bootloader. Отказоустойчивость.

Запуск микроконтроллера. Создание Bootloader. Описание задач и функционала Bootloader. Обновление прошивки, проблемы, способы решения.

13. Разбор практических проектов. Обсуждение решений.

Разбор практических проектов. Обсуждение решений.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Разработка цифровых продуктов на основе искусственного интеллекта в промышленности**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины является повышение общей осведомленности о современных подходах по разработке и управлению проектами и продуктами на основе ИИ. При этом курс направлен на получение практических знаний для решения реальных промышленных задач, актуальных на производствах Росатома. Также курс направлен на формирование ключевых компетенций в областях:

- Применение технологии ИИ в промышленных задачах
- Ведение проектов по созданию решений и продуктов на основе ИИ с точки зрения Data science специалистов
- Технологии ИИ, требуемые для решения реальных промышленных задач

#### **Задачи дисциплины:**

- Сформировать представление о процессе проектирования и разработки продуктов на основе ИИ
- Сформировать представление о процессе ведения проектов по разработке продуктов на основе ИИ
- Сформировать представление о командных принципах работы и инструментах разработки
- Сформировать понимание спектра задач, решаемых ИИ в промышленности
- Сформировать понимание базовых навыков и технологий, требуемых для решения задач с помощью ИИ
- Получить навыки ведения проектов, которые основаны на применении ИИ
- Получить навыки применения ИИ для создания цифровых продуктов для промышленных приложений

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Направления и кейсы применения ИИ в промышленности



- Типы Data Science (DS) задач.
- Модели машинного обучения и бейзлайновые модели для различных задач.
- Виды и модальности данных в задачах машинного обучения: структурированные таблицы, тексты, изображения, звук и тд. Признаки.
- DS метрики для различных типов DS задач.
- Типовую структуру DS-проекта.
- Основы языка программирования Python. Типы данных, циклы, условия, функции, классы.
- Принципы сборки python окружения, установки необходимые пакеты, запуска jupyter-lab.
- Основы контроля версий кода (git).
- Основные библиотеки для работы с данными (pandas, numpy, scipy).
- Основные библиотеки для визуализации данных (matplotlib, seaborn).
- Основные методологии ведения DS-проектов (CRISP-DM, TDSP, LeanDS).
- Основные этапы реализации DS-проектов и критерии перехода между этапами.
- Принципы формирования и заполнения артефактов: User story map, AI canvas, чек-лист по проекту, карточка датасета.
- Типовую структуру отчета о разведочном анализе данных, а также цели и задачи его проведения.
- Принципы декомпозиции бизнес- и DS-гипотез.
- Инструменты task tracking, kanban на примере trello, принципы формирование доски проекта.
- Основы процесса моделирования (feature extraction, train/test split, cross validation, hyper parameters tuning, automl).
- Библиотеку sklearn и другие библиотеки с методами и моделями машинного обучения.
- Мониторинг моделей. Инструменты визуализации и создания дашбордов (Grafana, Tableau).
- Разработка приложений с помощью фреймворка Flask.
- Принципы и средства создания интерфейсов для моделей машинного обучения, web API.

#### **уметь:**

Применять на практике технологии ИИ для решения реальных промышленных задач, а также вести процесс создания продуктов и решения задач с точки зрения DS-специалистов. Также обучающиеся должны уметь выбирать ставить DS-задачи, выбирать DS-метрики,

собрать python окружения для конкретных DS-проектов, пользоваться библиотеками для работы с данными и библиотеками с методами и моделями машинного обучения, заполнять User story map, AI canvas, чек-лист по проекту, проводить разведочный анализ данных, декомпонировать бизнес- и DS-гипотезы, пользоваться инструментами трэкинга задач, создавать приложения и интерфейсы для моделей машинного обучения.

**владеть:**

- Основными принципами ведения DS-проектов на основе популярных методологий.
- Основными технологиями, инструментами, фреймворками и библиотеками машинного обучения и анализа данных, необходимых для решения промышленных DS-задач.
- Средствами создания приложений, интерфейсов для моделей машинного обучения, web API и мониторинга метрик.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в ИИ и направления применения ИИ в промышленности

Актуальность DS и ИИ. Кейсы. Стратегия. Типы Data Science (DS) задач. DS задачи: классификация, регрессия, кластеризация, gcsys, поиск аномалий. Модели. Виды и модальности данных в задачах машинного обучения: структурированные таблицы, тексты, изображения, звук и тд. Признаки. DS метрики. Основы языка программирования Python. Типы данных, циклы, условия, функции, классы. Основы контроля версий кода (git). Типовая структура DS-проекта. Основные библиотеки для работы с данными (pandas, numpy, scipy). Основные библиотеки для визуализации данных (matplotlib, seaborn). Основные методологии ведения DS-проектов (CRISP-DM, TDSP, LeanDS). Основные этапы реализации DS-проектов. Критерии перехода между этапами.

2. Бизнес анализ в проектах с ИИ

Принципы формирования и заполнения артефактов: User story map, AI canvas, чек-лист по проекту. Предпроектная проработка кейса и гипотез: метрики, связи бизнес и DS метрик, данные, валидация.

3. Разведочный анализ данных (EDA)

Мотивация проводить EDA, структура, примеры. Формирование бэклога из дата/метод гипотез. Декомпозиция гипотез. Обзор инструментов task tracking, введение в kanban на примере trello, формирование доски.

4. Создание моделей машинного обучения

Основы процесса моделирования (feature extraction, train/test split, cross validation, hyperparameters tuning, automl). Библиотека sklearn. Базовые (baseline) модели.

5. Создание продукта

Создание интерфейса для моделей машинного обучения. Web API.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Русский язык как иностранный**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- не менее 6000 лексических единиц, в том числе базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на русском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- особенности видов речевой деятельности на русском языке;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения россиян, русский речевой этикет при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности русскоязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни англоязычных стран;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения информации, основные правила определения релевантности и надежности русскоязычных источников, анализа и синтеза информации.

**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на русском языке;
- поддерживать разговор на русском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме;
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;

- профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- выполнять перевод профессиональных текстов с родного языка на русский язык с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

**Владеть:**

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов; Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на русском языке.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Наука и образование**

Система образования в России и в родной стране. Мой университет. Система Физтеха. Наука и научные отрасли. Образ современного ученого. Новые направления в науке. Жизнь в поиске. Наука университета. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата.

Коммуникативные задачи: Знакомиться, инициировать беседу с незнакомым человеком; сообщать и запрашивать информацию о системе образования в России и в родной стране, о системе занятий в университете, о целях, причинах, возможностях деятельности, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать отчет по лабораторной работе.

Лексика: Лексико-семантические группы (ЛСГ) «Система образования», «Науки и научные отрасли», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; этикетные формулы приветствия и прощания, начала разговора (средний стилевой регистр); РС знакомства; термины механики.

Грамматика: Род существительных на -ь, несклоняемые существительные, существительные общего рода (он сирота, он умница), употребление существительных мужского рода со значением профессии, должности, звания (Профессор Иванова сделала доклад); число существительного (трудные случаи); падежная система (повторение); пассивные конструкции в научном тексте.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области ритмики и словесного ударения.

#### **2. Тема 2. Выдающиеся личности науки и культуры**

Великие имена, открытия и достижения (А.С. Пушкин, Н.И. Вавилов, В.И. Вернадский, Н.С. Гумилев и др.). Выдающиеся деятели науки и искусства в родной стране, лауреаты нобелевской премии и их открытия Секреты успеха. Выбор профессии.

Коммуникативные задачи: Инициировать, вступать и поддерживать беседу о человеке, характере, биографических и исторических событиях; высказывать мнение о причинах и возможностях общественного успеха; сообщать и запрашивать информацию о целях,

причинах, возможностях; рассказать и расспросить о жизни и творчестве человека (устная биография, интервью); написать автобиографию, характеристику.

Лексика: ЛСГ «Черты личности», «Сферы культуры», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)»; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительного в объектном значении (я жду помощи от вас, я не знал этого факта), в субъектном значении после отглагольных существительных (замечания коллег), назначение предмета (книга для чтения), причина действия (деформироваться от нагрева); конструкции научной речи с родительным падежом; выражение определительных отношений (пассивные причастия настоящего и прошедшего времени); выражение временных отношений; числительные порядковые и собирательные (правила склонения и употребления); полные и краткие прилагательные (трудные случаи употребления).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

### 3. Тема 3. Язык науки как средство познания и коммуникации

Язык науки как компонент естественнонаучного образования в технических вузах. Жанры научного стиля. Описание характера и свойств. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Миссия ученого в современном мире. Научные исследования как вклад в будущее цивилизации.

Коммуникативные задачи: сообщать о научных фактах и явлениях; выражать и выяснять интеллектуальную отношение к факту (намерение, предположение, осведомлённость); конспектировать звучащий аутентичный текст по специальности; изложение (описание).

Лексика: ЛСГ «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления; терминологический аппарат механики.

Грамматика: выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени); существительные с обобщённо-абстрактным значением. Отглагольные существительные.

### 4. Тема 4. Язык науки как симбиоз естественного и искусственного языков

Классификация и сравнение. Структурные особенности языка науки. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Ответственное использование науки на благо общества.

Коммуникативные задачи: Приводить и разъяснять классификацию научных явлений, взаимодействие и взаимовлияние элементов и явлений (устно и письменно); составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).



Лексика: вводные слова со значением последовательности развития мысли; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что, что влияет/ воздействует на что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: Отработка фонетического чтения научного текста.

## 5. Тема 5. Студенческая жизнь

Организация учёбы и работы. Свободное время, увлечения. Профессии, карьера.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях, специфике и условиях работы; расспрашивать, уточнять, дополнять. Выразить согласие/несогласие; выразить и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: ЛСГ «Профессии», «Карьера»; «Глаголы учебной деятельности с приставками», РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: Предложный падеж с объектным значением (заботиться о здоровье), времени действия (при подготовке к экзамену). Виды глагола: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении.

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного (поэтического) текста.

## 6. Тема 6. Язык моей специальности: основные термины

Язык специальности: основные термины. Логико-речевое доказательство.

Коммуникативные задачи: Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выразить и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать аннотацию печатного текста по специальности.

Лексика: Многозначность слова (решить задачу – решить проблему; найти ответ – найти себя и т.п.); ЛСГ «Математические термины и символы», «Геометрические фигуры», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; вводные слова со значением последовательности сообщения.

Грамматика: Имя числительное; склонение числительных различных грамматических разрядов; употребление собирательных числительных с существительными; слова «один» и «тысяча» в разных контекстах; аббревиация.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения сложных и составных числительных.

## 7. Тема 7. Наука и производство

Вузовский и академический сектор науки. Новые технологии в разных областях жизни. Взаимосвязь науки и производства.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии: сообщать и запрашивать информацию о достижениях науки и техники; высказывать мнение; выразить согласие/несогласие; выразить и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать реферат, эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: ЛСГ «Техника и технологии», «Интеллектуальная сфера» «Нравственные ценности», РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: Склонение имён в единственном и множественном числе (обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Деепричастие.

Фонетика: Корректировка фонетического акцента.

## 8. Тема 8. Наука и искусство

Взаимосвязь науки и культуры. Наука и искусство как культурные действия. Искусство высоких технологий. М.В. Ломоносов – учёный, художник, поэт. Композитор и учёный М.И. Глинка. Математик и филолог А.Н. Колмагоров. Скрипка Эйнштейна. Художественная культура России.

Коммуникативные задачи: понимать аутентичный художественный текст (фактическую, концептуальную информацию и подтекст); принимать участие в обсуждении художественного произведения: формулировать тему, идею, аргументированно выразить собственное мнение, запрашивать мнение собеседника; корректно выразить согласие/несогласие; выразить и выяснять интеллектуальную и эмоциональную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание); написать эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: ЛСГ «Этические ценности», «Жанры искусства»; устаревшие слова и неологизмы.

Грамматика: Выражение целевых отношений в простом и сложном предложениях; виды глагола и способы выражение действия (обобщение и систематизация); употребление полных и кратких прилагательных; степени сравнения прилагательных и наречий.

Фонетика: Выразительные возможности русского ударения и интонации.

## 9. Тема 1. Путешествия

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

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, затруднения с ответом, равнодушия, сочувствия, поддержки, совета (синонимичными речевыми средствами, уместными в различных ситуациях); выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); сообщать и запрашивать информацию о социальных проблемах, принимать участие в обсуждении; подготовить устное выступление по проблеме; написать эссе (аргументированное рассуждение); составить претензию.

Лексика: ЛСГ «Страна», «Город», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; ФЕ со значением «Расстояние», «Время», «Качество», «Количество».

Грамматика: Глагольное управление; глаголы НСВ и СВ (обобщение); активное причастие.

Фонетика: тема-рематическое членение речи, отработка интонационного рисунка.

## 10. Тема 2. Социальная жизнь и социальные ценности

Быт, услуги, образование, здравоохранение, социальное обеспечение, досуг. Моральные принципы и нормы, духовные ценности, личный жизненный опыт, жизненные установки, интеллектуальные ценности.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях и увлечениях; расспрашивать, уточнять (интервью); принимать участие в дискуссии; написание отзыва-рекомендации и мини-статьи (научно-популярный стиль).

Лексика: ЛСГ «Социальная жизнь», «Досуг»; фразеология; стилевая дифференциация русской лексики.

Грамматика: Вид глагола (обобщение); употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

## 11. Тема 3. Семья, дом, отношения

Место проживания, быт, круг общения. Семья и семейные ценности. Семейные традиции.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; описывать архитектурные достопримечательности, здания; выражать и выяснять эмоциональную оценку

(удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.); выразить совет, рекомендации; писать неформальное письмо-рекомендации.

Лексика: ЛСГ «Семейные традиции», «Эмоциональное состояние», «Жилье»; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: Винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошел парк за час), направления движения (самолет на Москву); глаголы движения с приставками; полные и краткие прилагательные; выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

## 12. Тема 4. Здоровье

Здоровый образ жизни. Спорт. Строение тела человека. Болезни. Медикаменты.

Коммуникативные задачи: Инициировать и поддерживать разговор на тему здоровья (в поликлинике, вызов врача на дом, в аптеке, в кабинете врача); выразить интенции утешения, сочувствия, поддержки, удивления, совета; взять интервью; написать изложение со сменой лица повествования; написать объяснительную записку.

Лексика: ЛСГ «Спорт»; «Медицинские специальности»; «Медикаменты»; «Части тела» (повторение и расширение состава ЛСГ); глаголы движения с приставками.

Грамматика: Спряжение глаголов 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).

## 13. Тема 5. Человек и освоение космического пространства

Мечты личные и общечеловеческие. «Космический» человек: идеи, технологии, проекты, опыт, перспективы.

Коммуникативные задачи: инициировать и вести дискуссию; аргументировано выразить свою позицию; выступать публично, подготовить презентацию (слайды); написать проблемное эссе-рассуждение.

Лексика: ЛСГ «Космос: техника и технологии», «Космические тела и объекты»; РС для участия в дискуссии (повторение и расширение лексических единиц); стиливая дифференциации лексики: особенности нейтральной (межстилевой) лексики и фразеологии.

Грамматика: причастие: грамматические категории и образование (повторение на расширенном лексическом материале), употребление, стилистические особенности; обособление причастных оборотов.

## 14. Тема 6. Земля – наш общий дом

Культурное многообразие. Значение русского языка в диалоге культур. Русский язык в межкультурной коммуникации.

Коммуникативные задачи: приглашать, принимать/отклонять приглашение, поздравлять, отвечать на поздравление, запрашивать и сообщать информацию о национальных

праздниках, традициях и обычаях; написать поздравительную открытку; эссе (описание).

Лексика: ЛСГ «Свободное время, увлечения, интересы»; «Праздники, традиции»; «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления.

Грамматика: дательный падеж принадлежности субъекту (памятник Пушкину), регулярности действия (мы ходим в кино по воскресеньям), объекта действия (мы готовимся к Новому году); глаголы движения без приставок; виды глагола (повторение и обобщение основных значений); выражение субъектно-объектных отношений (глаголы с частицей -ся взаимно-возвратного значения).

### 15. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Современная наука и наука будущего. Глобальные проблемы и будущее человечества.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано выражать свою точку зрения, выяснять точку зрения других участников; разными способами выражать интенции согласия, несогласия, одобрения, возражения, эмоциональной оценки, рациональной оценки; написать научно-популярную статью; составить официальное письмо-запрос.

Лексика: вводные слова и конструкции, выражающие отношение к информации; РС (высокий стилевой регистр) для выражения собственного мнения, запроса мнения собеседника; глаголы тратить, глядеть, говорить с разными приставками.

Грамматика: глагол: грамматические категории, трудные случаи употребления (вид, время, спряжение, глагольное управление); стилистическое использование глагола; правописание суффиксов и окончаний глаголов; обособление вводных слов.

### 16. Тема 2. Наука и будущее человечества

Человек в эпоху высоких технологий. Влияние информационных, медицинских, биотехнологий на развитие личности.

Коммуникативные задачи: участвовать в обсуждении проблемы, выражать интенции согласия/ несогласия/возмущения/гнева/одобрения/затруднения с ответом средствами разных языковых регистров; написать эссе-рассуждение; письмо личного характера с заданной целью.

Лексика: ЛСГ «Гаджеты», «Изобретения», глагол тратить, выяснять, глядеть, платить, говорить с различными приставками, синонимический ряд «предел – рубеж – граница – окраина»; «эксперт – советник – консультант», «задача – проблема – трудность».

Грамматика: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении; выражение временных отношений в простом и сложном предложениях; употребление предлогов книжных стилей (в связи, согласно, в течение и т.п.).

### 17. Тема 3. Технологии в экономике, образовании и культуре

Современные образовательные технологии, бизнес-технологии, дополненная реальность.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, пожелания, благодарности, радости, сожаления; формулировать основную мысль, ключевой вопрос, проблему текста, сообщения; аргументировать и иллюстрировать примерами свою точку зрения; выяснять и уточнять позицию собеседника; делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план; написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: ЛСГ «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ»; глаголы «жить», «учить», «давать», «брать» с разными приставками; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения (активизация изученной ранее лексики и расширение состава ЛСГ).

Грамматика: Категория одушевлённости-неодушевлённости существительных; имена собственные и нарицательные; субстантивация; трудные случаи склонения существительных и местоимений; причастия (настоящего, прошедшего времени, пассивные, активные, полные, краткие).

#### 18. Тема 4. Язык моей специальности

Терминологический глоссарий. Роль русского языка в моей будущей профессии.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом который, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

#### 19. Тема 5. Наука и государство: взаимодействие, государственная поддержка исследований

Наука – важнейший институт современного государства. Государственная поддержка исследований, специалистов, работающих на предприятиях, которые реализуют инновационные, внедренческие проекты. Национальные приоритеты государства в сфере научно-технологического развития. Интеграции научно-образовательных организаций и технологических

компаний. Коммерциализация науки. Задачи государства как управляющего активами в науке. Новые формы организации науки.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, исторических событиях; выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); написать эссе (аргументированное рассуждение); подготовить устное выступление полемического характера.

Лексика: ЛСГ «Государственное устройство», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; название общенаучных методов (классификация, анализ, синтез, сопоставление и т.п.).

Грамматика: местоимение (разряды, грамматические категории, формоизменение); имя числительное (категории, склонение числительных разных классов – повторение, трудные случаи); стилистическое функционирование местоимений и числительных; правописание местоимений и числительных.

## 20. Тема 6. Теория и эксперимент

Теория и эксперимент в методологии научного исследования. Что такое научная теория? Уровни научного познания. Логические и методологические аспекты теоретического знания. Основные модели построения научной теории в классической науке. Основные функции научной теории: описание, объяснение и предсказание. Опытное исследование в классической и современной науке. Проблема интерпретации эксперимента.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом *который*, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

## 21. Тема 7. Методы, способы, верификация

Научные методы, способы сбора данных, верификация научных исследований.

Коммуникативные задачи: Описывать методы, приёмы, инструменты и ход эксперимента/анализа/разработки программы; делать выводы; написать заключение научной работы; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология для описания методов, инструмента и хода исследования; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Активные и пассивные конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (изучать явление – явление изучается, исследовать проблему – проблема исследуется, проводить эксперимент – эксперимент проводится и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

## 22. Тема 8. Мое научное исследование

Тема исследования, гипотеза, актуальность, новизна, практическая значимость.

Коммуникативные задачи: обосновывать актуальность, социальную значимость научной проблемы, новизну, историю изучения; написать введение к научной работе; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

### 23. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Экология. Глобализация. Цифровизация и искусственный интеллект. Генная инженерия. Здравоохранение. Пандемии. Духовная деградация.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные проблемы и угрозы современного мира, роль науки; делать проблемный полимический доклад, участвовать в обсуждении, задавать проблемные вопросы, аргументировать, приводить примеры, написать научно-популярную статью (публикацию в соцсети) об одной из проблем; комментировать устно и письменно, высказывая своё мнение в корректной и убедительной форме.

Лексика: ЛСГ «Природные объекты и явления», «Компьютерная лексика», «Здоровье, медицина» (расширение и активизация. РС выражения точки зрения.

Грамматика: синтаксические конструкции, используемые в конструкции аргументации; конструкции, выражающие причинно-следственные и уступительные отношения.

### 24. Тема 2. Работа в команде. Деловая коммуникация. Этикет

Принципы работы в команде, в том числе в многонациональной. Командная работа и эффективное сотрудничество, принципиальные отличия. Распределение ролей в команде, проекте. Преимущества и недостатки командной работы. Взаимоотношения в команде. Ответственность при работе в команде. Методы определения «командного духа».

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные принципы работы в команде; дискутировать об эффективном командном взаимодействии; приводить аргументы определения «командного духа»; выражать свою точку зрения, конструктивно преодолевать разногласия, использовать потенциал группы и достигать коллективных результатов работы; устанавливать наиболее эффективные правила коммуникации при взаимодействии с командой; задавать уточняющие вопросы, подводя собеседника к своему мнению; проводить интервью, выстраивая систему эффективного взаимодействия при обсуждении заданной темы; выступать посредником при возникновении разногласий и успешно их решать; убедительно излагать суждение и влиять на мнение собеседника; распознавать потребности и интересы собеседника и отталкиваться от них в процессе диалога.



Лексика: РС выражения точки зрения (активизация и повторение), этикетные формулы в различных ситуациях командного взаимодействия (поддержка, совет, утешение и проч. – расширение и активизация).

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

#### 25. Тема 3. Планирование научной деятельности. Тайм-менеджмент

Основные составляющие бизнес плана, маркетинг, операционные расходы, затраты на запуск проекта, прогнозы продаж, продвижение продукта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать структуру и содержание бизнес плана, создать маркетинговый план и выполнить подсчеты стоимости проекта, принять участие в дебатах, посвященных эффективности различных методов продвижения продукта.

Лексика: ЛСГ «Время», «Планирование и организация»

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

#### 26. Тема 4. Реферативный обзор и цитирование

Обзор научной литературы. Составление библиографии. Виды цитирований.

Коммуникативные задачи: писать реферативный обзор (реферат на основе нескольких источников); цитировать разными способами (парафраз, прямое цитирование, косвенное цитирование).

Лексика: научная лексика и фразеология для ввода цитат.

Грамматика: синтаксис и пунктуация простого предложения: обособления; знаки препинания при прямой речи.

#### 27. Тема 5. Описание экспериментальной (практической) части работы

Описание объекта дипломного исследования. Обоснование выбранной методики работы с практическим материалом. Сбор и анализ данных. Предложения для внедрения на практике. Выводы.

Коммуникативные задачи: описывать методы исследования, инструментарий, этапы и содержание практической части работы.

Лексика: глаголы научно-исследовательской деятельности, научные клише для описания практической части исследовательской работы.

Грамматика: глагольное управление, пассивные конструкции для описания эксперимента; синтаксис и пунктуация сложного предложения: сложносочинённые предложения, бессоюзие.

#### 28. Тема 6. Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы. Требования. Правила оформления. Методические рекомендации.

Коммуникативные задачи: формулировать тему, цель, задачи, определять объект и предмет исследования; обосновывать целесообразность, новизну, актуальность, практическую ценность и теоретическую значимость работы; описывать структуру и краткое содержание дипломной работы; делать выводы, описывать результаты работы; выражать интенции в устной речи: благодарность, просьба, уточнение, согласие/несогласие, затруднение с ответом (научная коммуникация); подготовить текст доклада (устного выступления), тезисы доклада, визуальную поддержку (слайды); выступать публично; принимать участие в обсуждении/ научной дискуссии.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы; РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос/ ответ/ внимание).

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля; конструкции с несколькими существительными в родительном падеже; синтаксис и пунктуация простого предложения: тип в простом предложении, предложения с однородными членами использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении; синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

29. Модуль 1. Русский язык для академических целей

30. Модуль 2. Русский язык для общих целей

31. Модуль 3. Русский язык для специальных целей

32. Модуль 4. Русский язык в проектной деятельности

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **СВЧ устройства и основы их компьютерного моделирования**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ теории и техники СВЧ устройств и современных методов их компьютерного проектирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о назначении, схемах построения, конструкции, основных характеристиках СВЧ устройств, применительно к системам радиолокации и радиосвязи;
- освоение базовых знаний о физических процессах обеспечивающих функционирование СВЧ устройств;
- освоение и приобретение навыков современных методов компьютерного моделирования устройств, оптимизации их конструкций и характеристик.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- типы линий передачи и их характеристики,
- структуру и типы волн в линиях передачи,
- основы матричной теории СВЧ цепей, определение и свойства матрицы рассеяния,
- трансформирующие свойства отрезка линии передачи,
- теоретические основы и структуру программных комплексов компьютерного моделирования СВЧ устройств,
- основные типы, характеристики и область применения волноводных, полосковых, ком-мутационных полупроводниковых, ферритовых пассивных СВЧ устройств.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями об устройствах СВЧ для разработки радиолокационных и комплексов и устройств радиосвязи;
- производить численные оценки характеристик устройств по порядку величины;

- применять для анализа характеристик СВЧ устройств матричную теорию;
- выбирать метод компьютерного моделирования характеристик СВЧ устройств,
- строить компьютерные модели простых (1-4-х портовых одно и двухпортовых) СВЧ устройств, проводить численный анализ и оптимизацию их характеристик.

**владеть:**

- определением типов и основных характеристик СВЧ устройств,
- аппаратом и теорией матричного описания характеристик СВЧ устройств;
- методами построения компьютерных моделей устройств СВЧ,
- навыками численного анализа и оптимизации характеристик устройств.

**Темы и разделы курса:**

1. Коммутационные полупроводниковые СВЧ устройства

5.1. Общая характеристика полупроводниковых устройств и элементов.

5.2. Схемы построения и характеристики устройств

2. Линии передачи и их характеристики

1.1. Регулярные линии и нормальн

1.2 Прямоугольные волноводы

1.3. Затухание в линиях передачи

1.4 Круглые волноводы

1.5. Коаксиальный волновод

1.7. Полосковые линии

3. Основы теории СВЧ - цепей

2.1. Описание процессов в линиях передачи

2.2. Трансформирующие свойства отрезка линии передачи.

2.3. Матричное описание многополюсников СВЧ

2.4. Матрицы простейших многополюсников

4. Программные комплексы моделирования СВЧ устройств

3.1. Алгоритмы электродинамического 3D моделирования на основе сеточных методов.

3.2. Среда моделирования CST STUDIO SUITE.

3.3. Программный комплекс HFSS фирмы Ansoft

5. Ферритовые устройства СВЧ

6.1. Свойства намагниченного феррита на СВЧ

6.2. Распространение волн в средах с намагниченным ферритом

6.3. Типы и конструкции ферритовых устройств

6. Элементы СВЧ-трактов

4.1. Соединительные элементы

4.2. Волноводные элементы и устройства

4.3. Полосковые устройства

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Симуляция компьютерных архитектур**

#### **Цель дисциплины:**

- представление теоретических принципов и практических подходов разработки программных моделей архитектур ЭВМ, а также практического применения данных моделей.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачами дисциплины является формирование знаний и проектных навыков в моделировании архитектуры и микроархитектуры ЭВМ.

Знания получаемые слушателями курса:

- Проблемы проектирования новых архитектур и микроархитектур, решаемые с помощью моделирования на уровне архитектуры/микроархитектуры
- Существующие программные модели и их различия в скорости и точности моделирования.
- Основные алгоритмы и подходы используемые в современных симуляторах архитектуры ЭВМ

Проектные навыки получаемые слушателями курса:

- Программной реализации моделей архитектуры ЭВМ
- Программной реализации систем ко-симуляции архитектуры ЭВМ
- Оптимизации программных моделей архитектуры ЭВМ
- Применения программных моделей для моделирования архитектуры ЭВМ

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- разработки, тестирования, верификации аппаратного обеспечения ЭВМ и исследования работы ЭВМ;
- основные понятия и классификационные признаки, используемые в научной и промышленной среде для описания процессов симуляции, эмуляции, моделирования, понимать сходства и различия между ними;

- общий цикл создания новой аппаратной системы и вовлечённость симуляции на всех стадиях этого процесса;
- различия в подходах создания моделей процессоров и периферийных устройств, функциональных и потактовых моделей;
- задачи обеспечения высокой производительности и корректности реализации моделей устройств.

**уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения прикладных, технологических задач проектирования и реализации программных моделей;
- принимать правильные решения о структуре создаваемой модели, исходя из её предназначения;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- работать с документацией к аппаратным средствам, уметь извлекать из неё информацию, релевантную проблемам моделирования;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- работать на современном оборудовании с использованием современных инструментов и технологий программирования.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и использования информации из баз знаний в Интернет;
- культурой постановки и проектирования задач по разработке программного обеспечения;
- навыками использования современных инструментов программирования.

**Темы и разделы курса:**

1. Моделирование как область знаний. Назначение и возможности программных моделей  
Понятия модели и моделирования. Назначение и роль моделирования в процессе разработки и выпуска программно-аппаратных платформ. Виртуализация, симуляция, эмуляция: сходства и различия. Обзор подходов к моделированию и классификация моделей. Проблема скорости моделирования.
2. Интерпретирующие модели

Элементы состояния вычислителя. Физическая память. Основной цикл работы процессора с поочередным исполнением инструкций: IF-DE-EX-ME-WB. Базовый принцип построения модели процессора. Кодирование и декодирование инструкций. Структура представления декодированной инструкции и её оптимизация.

### 3. Оптимизация интерпретирующих моделей

Кэширование результатов декодирования, построение линейных участков, шитый код и его реализация на Си/Си++. Связывание линейных участков, Программное TLB. Проблема самомодифицирующегося кода

### 4. Моделирование полной системы и пользовательского уровня

Планировщик событий. Формат ELF. Модель памяти пользовательской программы. Моделирование работы системных вызовов. Динамическая линковка приложений.

Моделирование работы периферийных устройств. Реализация карты памяти

### 5. Косимуляция моделей

Гибридная косимуляция моделей разных уровней абстракции. Трассировка исполнения ПО. Сравнительная косимуляция нескольких моделей различных и одинаковых уровней абстракции.

### 6. Модели с динамической бинарной трансляцией

Перекомпиляция программы из машинного языка гостевой архитектуры в машинный язык хозяйской архитектуры. Преимущества и недостатки двоичной трансляции в сравнении с интерпретатором. Трансляция трасс и трансляция базовых блоков. Шаблонная трансляция. Генерация и применение шаблонов. Уровни оптимизации (передачи).

### 7. Верификация программных моделей

Основные подходы тестирования и верификации программных моделей. Сравнение подходов верификации с самопроверяющими тестами и тестами для сравнительной косимуляции. Ручная разработка тестов и генераторы тестов.



## 8. Динамическая двоичная инструментация

Общие принципы построения средств DBI/DBA на примере Valgrind, DynamoRIO. Подходы с инструментацией исходного бинарного кода и промежуточного представления. Изучение примеров плагинов к данным системам. Разработка плагина для Valgrind для подсчёта динамических характеристик исполнения программы.

## 9. Изучение существующих программных моделей

Обзор существующих симуляторов и виртуальных машин: QEMU, BOCHS, VirtualPC. Сходства и различия.

## 10. Модели производительности

Потактовые модели процессора и ЭВМ. Разработка моделей на ЯВУ. Аналитические модели производительности процессоров с последовательным и внеочередным исполнением команд.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Системы автоматического управления**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами знаний теории систем автоматического управления, изучение методов исследования, разработки и практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний и общих принципов теории систем автоматического управления (САУ);
- обучение студентов разработке программно-алгоритмического обеспечения САУ, в числе наведения современных ЗУР и сопровождения воздушных объектов многофункциональными РЛС;
- обучение студентов проектированию САУ.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль САУ в технике;
- современные проблемы теории САУ;
- математические модели современных систем автоматического управления;
- основные законы проектирования САУ;
- новейшие достижения в разработке систем автоматического управления.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике законы, понятия, суждения, умозаключения;
- определять преимущества и недостатки различных методов проектирования САУ;
- проводить статистическое моделирование;
- абстрагироваться от несущественных явлений при разработке математических моделей сложных систем;

- планировать оптимальное проведение математического и натурального эксперимента.

**владеть:**

- планированием, обработкой результатов математического моделирования и организации натуральных работ;
- навыками самостоятельной работы и Интернете;
- технологией разработок САУ и их программно-алгоритмическим обеспечением.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в теорию систем автоматического управления (САУ). Принципы автоматического управления

Определение автоматического управляющего устройства. Задачи анализа и синтеза САУ. Критерии качества: точность, быстродействие и др. Принципы автоматического управления. Управление в разомкнутом контуре, управление в замкнутом контуре (принцип обратной связи). Комбинированный метод управления. Принципы адаптации, максимума информации, суперпозиции для линейных систем. Классификация САУ.

2. Линеаризация САУ. Преобразование Лапласа. Передаточные функции и структурные схемы.

Линеаризация статистических характеристик и дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения и их решения. Корневой критерий устойчивости САУ. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Основные теоремы преобразования Лапласа. Примеры преобразований Лапласа. Передаточные функции и структурные схемы качества: точность, быстродействие и др. Принципы автоматического управления. Управление в разомкнутом контуре, управление в замкнутом контуре (принцип обратной связи). Комбинированный метод управления. Принципы адаптации, максимума информации, суперпозиции для линейных систем. Классификация САУ.

3. Частотный подход к исследованию САУ.

Переход от дифференциальных уравнений к частотным характеристикам. Частотные характеристики стационарных линейных систем. Логарифмические частотные характеристики типовых динамических звеньев: безинерционного усилительного, дифференциального, интегрирующего, инерционного, колебательного, форсирующего, форсирующего колебательного, «чистого» запаздывания.

4. Критерии устойчивости САУ.

Понятие устойчивости линейных стационарных систем. Критерии Гурвица. Принцип аргумента. Критерии Михайлова. Критерии Найквиста-Михайлова. Годографы передаточных функций. Примеры устойчивых и неустойчивых систем. Анализ

устойчивости частотными методами. Оценка устойчивости замкнутых систем по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутых систем. Запасы устойчивости.

5. Оценка динамического качества управления автоматической системы.

Временные характеристики САУ. Весовые функции, переходные процессы. Характеристики переходного процесса. Динамические ошибки. Коэффициенты ошибок. Статистические и астатические системы. Пример формирования контура управления ракетой.

6. Прохождение случайных процессов через линейные стационарные системы. Примеры расчетов характеристик случайных процессов на выходе САУ.

Случайные процессы и их характеристики. Законы распределения. Математические ожидания, дисперсии и среднеквадратические отклонения. Эффективная полоса пропускания САУ.

Расчет характеристик случайных процессов на выходе дифференциатора  $K$ -го порядка. Прохождение белого шума через резонансную систему, через «окно» на средних частотах, через низкочастотное «окно», через инерционное звено. Прохождение стационарного случайного гармонического воздействия и постоянной случайной функции.

7. Взаимные корреляционные функции и спектральные плотности.

Корреляционные и взаимно корреляционные функции. Спектральные плотности. Связь между математическими ожиданиями входного и выходного процессов САУ. Связь между корреляционными функциями и спектральными плотностями входного и выходного процессов.

Зависимость взаимной корреляционной функции выходных процессов от корреляционной функции входного процесса. Зависимость взаимной спектральной плотности от спектральной плотности воздействия. Зависимость взаимной корреляционной функции и спектральная плотность производных установившегося случайного процесса. Взаимные корреляционная функция и спектральная плотность входного и выходного процесса.

8. Аналитический способ вычисления дисперсии случайного процесса. Формирующий фильтр.

Достоинства аналитических методов определения дисперсии выходных процессов. Табличные интегралы для вычисления дисперсии. Вычисление дисперсии отклонения выходного процесса от входного. Определение дисперсии установившегося выходного процесса в системе, эквивалентной колебательному звену. Формирующий фильтр.

9. Импульсные и цифровые автоматические системы. Математический аппарат.

Определение линейной системы импульсного регулирования. Решетчатые функции. Разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа,  $Z$ -преобразование.

Теорема запаздывания и опережения. Теорема об умножении оригинала на экспоненту. Изображение разностей. Теоремы о конечном и начальном значениях. Изображение свертки функций.

#### 10. Передаточные и весовые функции импульсных систем.

Приведенная весовая функция непрерывной части с экстраполяцией. Приведенная передаточная функция. Экстраполятор нулевого порядка. Общая формула для определения передаточной функции разомкнутой импульсной системы. Передаточные функции замкнутых импульсных систем.

#### 11. Частотные методы исследования импульсных систем.

Частотные передаточные функции дискретных систем. Псевдочастоты: относительная и абсолютная. Устойчивость и качество линеаризованных цифровых автоматических систем. Коэффициенты ошибок. Связь между спектральной плотностью решетчатого процесса и корреляционной функцией. Расчет дисперсии централизованного дискретного процесса.

#### 12. Оценка статистических характеристик дискретных систем.

Определение корреляционной функции выходного сигнала. Определение спектральной плотности выходного сигнала через спектральную плотность входного. Определение дисперсии выходного сигнала через спектральную плотность входного сигнала и частотную передаточную функцию системы.

#### 13. Метод статистической линеаризации нелинейных систем.

Критерии статистического соответствия по среднему значению и среднеквадратическому отклонению. Критерий статистического соответствия по минимуму среднего значения квадрата разницы истинной и аппроксимирующей функции. Доказательство достаточности необходимых условий критерия минимума среднего значения. Формульные соотношения для расчета коэффициентов аппроксимации.

#### 14. Метод математического моделирования при исследовании САУ.

Определение модели. Достоинства метода моделирования и его недостатки. Основные задачи моделирования. Разработка алгоритмов управления и параметров САУ. Оценка показателей качества системы. Использование моделей в наладке аппаратуры и при обучении операторов на тренажерах. Разработка модели. Разработка технического задания на математическую модель. Составление структурной схемы модели. Разбиение модели на блоки. Выбор языка программирования и персональных компьютеров.

#### 15. Фильтр Калмана. Фильтр Калмана-Бьюси. Решение задачи идентификации.

Оценивание параметров методом наименьших квадратов. Оптимальная фильтрация для одношаговых процессоров. Многошаговая фильтрация. Уравнения оптимальной фильтрации Калмана. Фильтрация для нелинейного случая. Решение задач идентификации с помощью фильтра Калмана.

Постановка задачи для непрерывного случая. Получение решения для непрерывного фильтра Калмана-Бьюси с помощью предельного перехода. Уравнение экстраполяции. Фильтр Калмана-Бьюси для нелинейного случая.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования» является формирование и развитие знания математического аппарата вычислительной геометрии, на котором базируются методы формирования 2D-изображений 3D-объектов; формирование систематизированного представления об алгоритмах формирования изображений; получение знаний теоретических основ разработки программного обеспечения интерактивных систем 3D-визуализации, включая основы создания графического ядра системы визуализации, а также основ проектирования и разработки распределённых систем 3D-визуализации.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачами дисциплины «Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования» являются:

- формирование знаний на уровне представлений: о методологии и подходах к созданию математического и программного обеспечения систем виртуальной реальности (Virtual Reality) и ситуационной осведомлённости (Situational Awareness); о принципах функционирования основных отделов зрительного анализатора человека и формирования в ЦНС человека зрительного образа 3D-среды; о проблематике исследований и разработок математического и программного обеспечения систем виртуальной реальности и ситуационной осведомлённости.
- формирование знаний на уровне воспроизведения: основных классов методов и алгоритмов, используемых при синтезе изображений; объектно-ориентированных паттернов проектирования программного обеспечения 3D-визуализации; основных классов современных технологий разработки распределённых систем визуализации; свойств и возможностей коммуникационных протоколов и моделей данных для моделирования поведения 3D-объектов сложной структуры.
- формирование знаний на уровне понимания: постановок основных задач вычислительной геометрии, методов и подходов к их решению; свойств аффинных и проективных преобразований на плоскости и в пространстве; методов и алгоритмов построения изображений; методов описания и моделирования структур 3D-объектов; методов и алгоритмов моделирования и визуализации поведения, и взаимодействия 3D-объектов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- определения и понятия систем виртуального окружения ситуационного моделирования ситуационной осведомлённости;
- структуру процесса формирования ситуационной осведомлённости;
- определение и понятие интерфейса человеко-машинной системы;
- представления о функционировании зрительного анализатора человека;
- представление о структуре процесса 3D-визуализации в системах виртуальной реальности;
- подходы к построению редуцированных оптико-геометрических моделей камерного глаза и бинокулярной зрительной системы человека;
- современные представления о процессах формирования у человека объёмного образа окружающей среды на основе бинокулярного восприятия;
- математический аппарат аффинной и проективной геометрии;
- особенности использования математического аппарата аналитической геометрии и линейной алгебры в задачах вычислений для синтеза изображений;
- способы описания поверхности в контексте задачи 3D-визуализации, принципы и методы решения задачи восполнения поверхностей;
- существующие подходы (с описанием их достоинств и недостатков) к описанию геометрических 3D-примитивов;
- принцип действия и назначение растеризации;
- принципы работы, аппаратной поддержки, возможности, достоинства и недостатки алгоритма z-буфера;
- принципы работы, аппаратной поддержки, возможности, достоинства и недостатки алгоритмов трассировки лучей, современные представления об организации и аппаратной поддержке алгоритмов трассировки лучей;
- постановку и подходы к решению геометрической задачи трассировки неплоских поверхностей, в том числе заданных в параметрической форме;
- математические основы, подходы к реализации и возможности CSG-операций;
- математические основы описания структуры поверхностей виртуальных 3D-объектов и управления формой поверхностей виртуальных 3D-объектов;
- оптико-физические основы и существующие подходы к вычислениям BRDF;
- принципы организации, основные возможности, достоинства и недостатки стереоскопической визуализации виртуальных 3D-объектов;
- артефакты моно- и стереоскопической визуализации;
- существующие и перспективные подходы к сепарации полей стереопары, принципы устройства и функционирования различных видов стереоскопического интерфейса;

- принципы построения оптико-геометрических моделей видеоинтерфейса с большим числом степеней свободы, подходы и основы методологии создания API для создания видеоинтерфейса с большим числом степеней свободы;
- основы методологии ООП применительно к задачам создания систем 3D-визуализации;
- основы методологии создания распределённых систем 3D-визуализации.

#### **уметь:**

Применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, дискретной математики, вероятностей и математической статистики, уравнений математической физики, архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, численные методы и алгоритмы решения типовых математических задач; основы архитектуры операционных систем, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях; основы архитектуры параллельных вычислительных систем.

#### **владеть:**

- методами математического описания, управления формой и построения изображений проекций поверхностей 3D-объектов;
- методологией разработки математического и программного обеспечения графического ядра системы 3D-визуализации (системы рендеринга);
- методологией разработки математического и программного обеспечения стереоскопического видеоинтерфейса для интерактивных систем 3D-визуализации.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Системы виртуального окружения и ситуационное моделирование

Системы искусственного интеллекта и виртуальной реальности (исторический аспект): логические устройства и функции алгебры логики; теория автоматов; машины Тьюринга; гиромат Пospelова-Пушкина. Situational Awareness и ситуационное моделирование. Уровни SA. Интерфейс человекo-машинной системы. Представление о системе виртуального окружения (ВО) и индуцированного виртуального окружения (ИВО).

##### 2. Геометрические основы 3D-визуализации

Аффинные и проективные преобразования на плоскости и в пространстве. Основные классы проецирования на плоскость. Типовые примеры выполнения аффинных преобразований. Элементарные алгоритмы определения взаимного положения точек, прямых и плоскостей. Классические алгоритмы компьютерной графики. Множества, оболочки и связанные с ними алгоритмы компьютерной графики. Подходы к описанию и визуализации поверхностей. Зрительное восприятие объёма и геометрические основы бинокулярного зрения.

##### 3. Алгоритмы 3D-визуализации



Базовые алгоритмы (удаление невидимых линий и поверхностей). Алгоритмы Z-буфера. Алгоритмы трассировки. Обратная трассировка лучей (ОТЛ). Обратная трассировка полигональных и составных полиморфных поверхностей. CSG-операции. Точка встречи луча с поверхностью и связанные с ней задачи. Подходы к расчёту глобальной освещённости в точке встречи.

#### 4. Основы разработки программно-математического обеспечения (ПМО) графической подсистемы системы виртуального окружения (ВО)

Структура системы ВО и основные задачи разработки ПМО. Графическое ядро и 3D-модели виртуальных объектов. Интенсивное введение в теорию деревьев. Моделирование структур и поведения 3D-объектов с помощью деревьев. Объектно-ориентированное проектирование программных систем ВО. Язык и паттерны проектирования программного кода для наиболее важных задач 3D-визуализации. Особенности жизненного цикла объектов в программных системах ВО. Полиморфизм в задачах проектирования и разработки ПМО 3D-визуализации. Проектирование средств создания виртуальных объектов. Моделирование и управление сложными видами поведения виртуальных объектов. Модель данных для описания состояния виртуальной средой и управления её объектами.

#### 5. Особенности проектирования и разработки ПМО распределённых систем ВО

Модель взаимодействия «клиент сервер», коммуникационный протокол и API для разработки распределённых приложений. Основные классы современных технологий разработки распределённых систем и их возможности в контексте систем ВО. Архитектура распределённой системы ВО, задачи и логика функционирования основных слоёв системы. Интерактивная 3D-визуализация.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Современные концепции программирования в алгоритмических языках C++ и Java**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области языков программирования (синтаксис, семантика реализации на разных архитектурах), и прежде всего концепций Объектно-ориентированного программирования, разработанных в последние 10-15 лет, на примере двух самых современных языков C++ и Java.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование общего представления о языках программирования высокого уровня, принципах их построения и реализации;
- формирование базовых знаний о семантике «классического» языка C и основных технологических аспектах разработки программного обеспечения на нем (включая обзор сценарийных средств в виде make-файлов и языков Шелл и Перл)
- формирование теоретических знаний и практических навыков в использовании Объектно-ориентированного подхода на примере C++ и Java (классы, наследование, переопределение операций, ситуационный механизм, шаблоны, программные модели окружения Java).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основополагающие концепции в разработке алгоритмических языков и базовые принципы их реализации для разных архитектур;
- современные тенденции и направления развития языков программирования;
- основы базовых технологий по разработке программных систем и соответствующий инструментарий (процедурное и модульное программирование, управление версиями текстовых файлов и программных конфигураций, make-files, сценарийные языки)
- современные концепции программирования в виде базовых ООП-механизмов и связанной с ними методологии разработки программ;
- современные модели программирования (библиотека классов Java): полиоконные системы и графика, сеть, параллельное программирование, клиент-сервер взаимодействие, HTML-технология (с включением активных компонентов в браузеры).

**уметь:**

- эффективно применять полученные знания о языках программирования в различных областях программистской индустрии;
- эффективно использовать накопленные знания и навыки для решения задач из различных областей (численное и логическое программирование, системное программирование и инструменты, искусственный интеллект, интерактивные и игровые программы, базы данных и знаний и пр.);
- на базе полученных знаний быстро адаптироваться при работе в крупных программистских проектах, выполняемых одновременно большим коллективом разработчиков.

**владеть:**

- техникой написания программ на языках C, C++ и Java;
- различными методами организации и разработки программ;
- технологическими приемами обработки и управления программными комплексами (в том числе сложной структуры).

**Темы и разделы курса:**

## 1. Введение в алгоритмические языки

Краткая характеристика языков программирования и обзор истории их развития. C++ и JAVA как универсальные современные алгоритмические языки высокого уровня.

## 2. Семантический базис языков C и C++

Языковые типы данных: скаляры, определяемые типы данных (перечислимый тип, структуры и объединения), массивы и указатели. Типы и операции.

## 3. Процедуры C и C++

Процедурный механизм, элементы реализации. Доступность имен в процедурных языках. Глобальные и локальные переменные. Разные методы передачи параметров. Указатели на процедуры. Процедурный контекст.

## 4. Технология модульного программирования

Статические переменные и проблемы линкования. Препроцессор и управление текстовыми модулями. Предварительное объявление и доопределение объектов. h-файлы. Элементы технологии модульного программирования.

## 5. Системная поддержка технологий в ЮНИКСе

Интерфейс пользователя с системой. Язык-оболочка Shell. Философия и основные конструкции. Версионное управление текстовыми файлами. Системы SCCS и CVS. Конкретные примеры. Управление программными конфигурациями и их версиями. Системы с использованием интерпретатора Make. Синтаксис языка и примеры.

## 6. Классы C++ и объектно-ориентированное программирование

Изменение парадигмы программирования. Понятие класса. Абстракция в типе. Интерфейс и реализация. Инкапсуляция. Типы и экземпляры объектов (объекты). Элементы реализации на традиционной архитектуре ЭВМ. Объект "this".

## 7. Наследование в классах

Механизм простого наследования. Дерево (ориентированный граф) наследования. Правило приведения типов. Замещение(экранирование) имен, доступ к закрытому имени. Виртуальные интерфейсные функции. Множественное наследование. Приведение типов при множественном наследовании. Абстрактные класс(интерфейсы). Виртуальные классы.

## 8. Перегрузка функций и переопределение операций

Перегрузка функций. Управление вызовом. Переопределение операций. Приведение типов как механизм управления при переопределении операций. Унарные, пре- и постфиксные операции. Операции для класса "complex" как пример.

## 9. Параметризация классов и функций

Проблема получения экземпляров типов периода компиляции. Параметризация класса. Параметризация функций. Формальные правила приоритетов при компиляции конструкции "вызов процедуры".

## 10. Механизм исключений

Проблематика оператора GOTO. Различные структуры управления и GOTO. Концепция структурного программирования и требования к языку. Реализация локальных и глобальных переходов. Реорганизация стека при далеких переходах (A60, Паскаль). Ситуации и структурный переход в системе Эльбрус. Исключения в C++. Порождение исключения как механизм взаимодействия процедур. Порождение типов и объектов. Их перехват и обработка(try-блок). Не перехваченные исключения. Особенности программирования с использованием исключений. Проблематика ресурсов.

## 11. Введение в Джава

История возникновения языка Джава. Концепция защищенного (надежного) программирования. Теговая архитектура. Положительные и отрицательные свойства. Варианты преодоления трудностей. Подход Java.

## 12. От C++ к Джава

Простые типы данных Java. Массивы Java и их отличие от C++. Особенности структур управления. Классы Java. Наследование. Пакеты интерфейсы, реализация. Особенности механизма исключений.

## 13. Джава – универсальный язык для разработки приложений

"Классовое окружение" Java (Java API). Общий обзор. Native-методы.

## 14. Параллельное программирование в Джава

Общее понятие процесса. Классификация (независимый процесс, подчиненный, со-процесс). Проблема синхронизации. Примеры организации процессов в разных операционных системах (C&UNIX, Эльбрус). Подход Джава. Порождение процесса и управление им. Концепция синхронизации: synchronized методы, примитивы "wait", "notify", "notify\_all". Пример решения задачи "читатель/писатель" на Джава.

## 15. Стандартные классы общего применения

Строки и массивы. Математические функции. Ввод/вывод (файл, массив, файловые потоки). Программирование Апплетов.

## 16. Системные аспекты организации Джава

Системные аспекты организации Джава. Виртуальная Джава-машина (JVM). Обзор типов данных и операций. Структура класс-файла: методы, константный пул. Реализация типовых конструкций языка на JVM.

## 17. Сетевые возможности Джава

Сеть. Локальная и глобальная сети. Интернетовский адрес. Протоколы и их общая классификация. Пример работы с оболочками telnet и ftp. Отражение узла Интернет в Джава. Создание сетевых приложений: пример генерации "сокетов" для клиентской и серверной частей, разбор задачи обмена сообщениями между клиентом и сервером.

## 18. Оконный и графический интерфейсы Джава

Класс AWT и предистория его появления. Иерархия объектов AWT. Структура окна. Обработка событий. Пример мультимедийного приложения.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Современные методы разработки компиляторов**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является представление теоретических принципов и практических подходов разработки компиляторов и их составных частей, оптимизаций, используемых в компиляторах, методологии и практическое применение тестирования и верификации трансляторов.

#### **Задачи дисциплины:**

- Понимание построения компилятора, принципов использования генераторов синтаксических анализаторов (Flex/Bison), устройства современных компиляторов (LLVM и других компиляторов).
- Программой реализации построения промежуточного представления компилятора с использованием грамматики языка;
- Программой реализации сложных алгоритмов оптимизаций программного кода;
- Программой реализации генератора бинарного кода компилятора;
- Тестирование и верификация компилятора;
- Анализ производительности низкоуровневого кода программного обеспечения (ПО).

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы программирования, применяемые при разработке сложных компиляторных систем;
- методы программной реализации сложных алгоритмов оптимизаций кода;
- методы тестирования и верификации трансляторов

##### **уметь:**

- разрабатывать и реализовывать компилятор, отдельные его части и системы его тестирования и верификации

**владеть:**

- теоретическими знаниями в области компиляторов, оптимизаций и тестирования трансляторов.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в компиляцию. Обзор архитектур существующих компиляторов.

Языковые средства разработки. Типы компиляторов. Синтаксические и динамические трансляторы. Профилирование. Языковые и бинарные трансляторы. Нативная компиляция. Кросс-компиляция. Компиляция в байт-код. Структура языкового компилятора. Трёхстадийный транслятор.

2. Обзор принципов работы компиляторного фронтенда.

Работа анализатора исходного кода. Лексический анализ. Синтаксический анализ. Семантический анализ. Составление грамматики языка. Методы разбора файла программы. Метод рекурсивного спуска. Таблично-управляемый нисходящий синтаксический анализ. Восходящий синтаксический анализ.

3. Генераторы синтаксических анализаторов Flex/Bison.

Принципы работы синтаксических анализаторов. Основные работы с Flex. Основы работы с Bison. Правила типов, вычислений и трансляций. Устранения синтаксических ошибок.

4. Обзор принципов работы компиляторного мидленда. Промежуточное представление компилятора. LLVM IR.

Сравнительный анализ промежуточных представлений компиляторов. Анализ зависимости промежуточного представления от целевой архитектуры. Промежуточное представление LLVM. Организация программ, типы, инструкции, переменные промежуточного представления LLVM IR.

5. LLVM API. Програмная генерация промежуточного представления LLVM.

Основные инструменты для работы с промежуточным представлением компилятора. Принцип менеджера проходов LLVM. Построитель промежуточного представления компилятора – IR Builder. Понятие Value в промежуточном представлении LLVM. Методы генерации модулей, функций, базовых блоков и инструкций.

6. Тестирование и верификация компиляторного фронтенда.

Определение сценариев для тестирования и верификации. Внутренние средства LLVM для тестирования и верификации. Генерация тестов для проверки компиляторного фронтенда.

7. Интерпретация промежуточного представления LLVM.

Принцип работы интерпретаторов. Встроенный интерпретатор LLVM. Класс Execution Engine LLVM. Использование Execution Engine для интерпретации промежуточного представления компилятора.

#### 8. Кодогенерация из промежуточного представления LLVM.

Структура генераторов кода. Основные этапы кодогенерации. Выбор инструкций. Планирование инструкций. Машинные инструкции. Распределение регистров. Пролог и эпилог. Реализация собственного прохода генератора кода.

#### 9. Оптимизация промежуточного представления LLVM.

Оптимизации на промежуточном представлении. Зависимости между проходами. Оптимизации времени компиляции и времени компоновки. Определение проходов, имеющих значение. Прикладной интерфейс проходов LLVM. Реализация собственного прохода LLVM.

#### 10. Обзор принципов работы бинарной трансляции.

Бинарная трансляция. Описание используемой архитектуры. Принцип работы декодера. Генерация промежуточного представления с помощью декодера.

#### 11. Динамическая бинарная трансляция.

Основы механизма динамической компиляции. Типы динамической компиляции. Динамическая бинарная трансляция по инструкциям, по базовым блокам и по функциям. Динамическая компиляция промежуточного представления, полученного с помощью декодера. Оптимизирующие проходы, применимые при динамической компиляции.

#### 12. Статическая бинарная трансляция.

Механизм статической компиляции. Генерация нативного приложения из промежуточного представления компилятора. Оптимизирующие проходы, применимые при статической компиляции.

#### 13. Тестирование и верификация компилятора.

Определение сценариев для тестирования и верификации бинарной трансляции. Использование внутренних средств LLVM для тестирования и верификации бинарной трансляции. Генерация тестов для проверки бинарной трансляции. Использование интерпретации промежуточного представления для верификации компилятора.

#### 14. Обзор принципов работы компиляторного бэкенда.

Инструменты генераторов кода. Язык TableGen. Использование файлов .td с генераторами кода. Инфраструктура описания архитектуры в LLVM. Реализация собственного бэкенда.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Современные методы теории кодирования**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами современных методов теории кодирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- фундаментальная подготовка студентов в области современных методов теории кодирования;
- построение у студентов навыков применения современных методов теории кодирования в синтезе и анализе телекоммуникационных сетей и систем;
- оказание консультаций студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований телекоммуникационных сетей и систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и утверждения теории информации;
- основные понятия и утверждения теории кодирования;
- современные направления развития теории кодирования.

##### **уметь:**

- уметь представлять итеративные системы декодирования в виде графических моделей, реализовать эффективные алгоритмы декодирования;
- уметь анализировать эффективность изученных схем коррекции ошибок;
- практически применять современные методы кодирования и декодирования для решения научно-исследовательских задач в области телекоммуникационных сетей и систем.

##### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;

- современными методами кодовой защиты, применяемым в телекоммуникационных сетях и системах.

- навыками постановки научно-исследовательских задач в области телекоммуникационных сетей и систем.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Дискретные каналы без памяти, каналы множественного доступа

Каналы передачи с шумом, пропускная способность канала, прямая и обратная теоремы Шеннона, канал множественного доступа, широкополосный канал и их пропускные способности.

#### 2. Линейные блочные коды

Линейные блочные коды. Коды BCH, Рида-Соломона, Рида-Маллера.

#### 3. Элементы турбо-кодов

Сверточные коды. Решетка (треллис), алгоритмы декодирования Витерби и BCJR, построение анализатора порога декодирования. Понятие параллельного кода, структура турбо-кода, перемежение турбо-кодов, кодирование и декодирование турбо-кодов.

#### 4. Коды для распределенных и облачных систем хранения данных

Восстанавливающие коды, коды с локальным восстановлением, коды с локальным восстановлением и несколькими восстанавливающими множествами.

#### 5. Коды на графах, фактор-графы и алгоритм «сумма-произведение»

Коды с малой плотностью проверок (МПП-коды), граф Таннера, графы-расширители и коды на графах расширителях, фактор-граф, алгоритмы декодирования «сумма-произведение» и «минимум-сумма».

#### 6. Построение МПП-кодов

Метод эволюции плотностей, EXIT диаграммы, алгоритмы PEG и ACE, МПП

коды на основе протографов, квазициклические МПП-коды

#### 7. Сверточные МПП коды

Построение и методы декодирования сверточных МПП-кодов. Границы и пороги.

#### 8. Элементы полярных кодов

Понятие поляризации, оценки подканалов, построение полярного кода, декодирование полярного кода

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Современные сети Wi-Fi**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами основ функционирования, архитектуры и протоколов современных сетей Wi-Fi, в том числе сетей Wi-Fi, ориентированных на специальные сценарии использования (многошаговые беспроводные сети, плотные беспроводные сети, высокоскоростная беспроводная передача больших объемов данных и др.).

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование представления об эволюционном развитии технологии Wi-Fi, многообразии современных сетей Wi-Fi и сценариях их использования, а также о направлениях развития технологии Wi-Fi сегодня;
- изучение применимости различных сетей Wi-Fi при решении тех или иных телекоммуникационных задач;
- изучение основных протокольных особенностей различных современных сетей Wi-Fi;
- оказание консультаций студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований современных сетей Wi-Fi.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные типы современных сетей Wi-Fi и сценарии их применения;
- основные отличительные особенности тех или иных сетей Wi-Fi, а также алгоритмы/методы/механизмы, которые в них применяются;
- современные направления развития технологии Wi-Fi.

##### **уметь:**

- свободно ориентироваться во всем многообразии современных сетей Wi-Fi;
- использовать полученные знания о той или иной технологии Wi-Fi для анализа ее применимости при решении конкретной телекоммуникационной задачи, а также для оптимальной настройки протокольных параметров;

- применять полученные знания при исследованиях и разработке протоколов и лежащих в их основе алгоритмов для современных сетей Wi-Fi.

**владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;
- навыком самостоятельного изучения новых стандартов цифровой беспроводной связи по их техническим описаниям и спецификациям.

**Темы и разделы курса:**

1. Многошаговые сети (дополнение IEEE802.11s)

Сети MANET и mesh-сети. Обнаружение соседей. Математическая модель механизма управления соединениями в многошаговых сетях с протоколами IEEE 802.11s и NHDP. Протоколы маршрутизации: OLSR, HWMP. Резервирование канала. МССА. Математическая модель передачи мультимедийного трафика реального времени методом детерминированного доступа.

2. Высокоскоростные сети Wi-Fi (дополнения IEEE802.11n, IEEE802.11ac)

Адаптация методов доступа к каналу при использовании технологии многоантенных передач MIMO и объединении частотных каналов. Агрегирование A-MPDU/A-MSDU. Блочное подтверждение доставленных данных. Технология многопользовательских многоантенных передач MU-MIMO в нисходящем канале. Методы энергосбережения. Процедура разделения TXOP в дополнении IEEE 802.11ac. Протокол обратной передачи данных (Reverse Direction protocol) в дополнениях IEEE 802.11n.

3. Плотные сети Wi-Fi (дополнение IEEE802.11ax)

Проблемы плотных сетей. Множественный доступ OFDMA с ортогональным частотным разделением. Планировщики ресурсов в сетях IEEE 802.11ax. Метод случайного доступа к каналу на основе технологии OFDMA. Технология многопользовательских многоантенных передач MU-MIMO в восходящем канале. Механизм справедливого распределения общего канального ресурса в сетях IEEE 802.11ax между «устаревшими» (legacy) станциями и станциями 802.11ax. Аналитическая модель настройки параметров EDCA в сетях IEEE 802.11ax. Методы снижения интерференции в плотных сетях Wi-Fi. Адаптивный порог RTS/CTS. Механизмы энергосбережения в сетях IEEE 802.11ax.

4. Сети Wi-Fi в миллиметровом диапазоне (дополнения IEEE802.11ad, IEEE802.11ay)

Особенности беспроводной передачи данных в диапазоне 60 ГГц. Сценарии использования сверхвысокоскоростных сетей Wi-Fi. Архитектура сети. Кластеризация. Централизованное и распределенное управление кластером. Временная структура суперкадра. Антенная решетка. Направленные передачи. Процедура фокусировки луча. Пространственное разделение. Квазипериодическое резервирование ресурсов. Аналитическая модель метода

детерминированного доступа к каналу в сетях IEEE 802.11ad. Методы ретрансляции данных в сетях IEEE802.11ad/ay: переключение соединения, совместная ретрансляция.

#### 5. Перспективы развития технологии Wi-Fi

Повышение энергоэффективности устройств Wi-Fi с помощью использования дополнительного радиointерфейса. Позиционирование устройств Wi-Fi внутри зданий. Li-Fi – передача в спектре видимого излучения. Обеспечение сверхнизкой задержки при доставке данных в сетях Wi-Fi. Полнодуплексная передача.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Современные системы цифровой беспроводной связи**

#### **Цель дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системы знаний в области беспроводной передачи информации.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области беспроводной передачи информации;
- ознакомление студентов основными методами и концепциями беспроводной передачи данных;
- ознакомление студентов с современными трендами и технологиями в области беспроводной передачи информации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия используемые в области беспроводной передачи информации;
- типы беспроводных каналов, через которые реализуется беспроводная передача данных;
- способы модуляции, применяемые для беспроводной передачи;
- критерии, характеризующие качество работы беспроводных систем.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- понимать принципы работы современных беспроводных систем передачи данных;
- работать на современном экспериментальном оборудовании.

##### **владеть:**

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическими методами описания процессов беспроводной передачи данных.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Структура цифровой беспроводной системы связи.

Модель OSI назначение уровней, особенности физического уровня. Примеры воплощения модели OSI в различных системах цифровой радиосвязи.

#### 2. Узкополосные сигналы. Способы модуляции.

Информационный символ. Цифровые методы модуляции: BPSK, QPSK, 4/.../256QAM. OFDM: назначение, принцип действия, модуляция/демодуляция, реализация, примеры применения

#### 3. Элементы теории сигналов, теоретические методы оценки пропускной способности радиоканала.

Теоретические методы сопоставления характеристик сигнального уровня приёмопередающих систем, вероятность ошибки на бит, отношение энергии на бит к спектральной плотности шума.

#### 4. Бюджет канала связи.

Расчёт бюджета канала в свободном пространстве. Учет эффектов распространения радиосигнала в помещениях.

#### 5. Методы приёма сигналов

Теоретические и практические схемы приёма, когерентный и некогерентный прием. Эффективность различных методов приема.

#### 6. Метод расширения спектра (DSSS)

Назначение, принцип действия, модуляция/демодуляция, примеры применения.

#### 7. Сверхширокополосные сигналы, технологии сверхширокополосной связи.

Определение сверхширокополосности, виды сверхширокополосных сигналов. Причины и особенности применения сверхширокополосных сигналов. Технологии сверхширокополосной связи. Wireless USB, сверхширокополосные беспроводные сенсорные сети, системы малого радиуса действия для передачи мультимедийной информации.

#### 8. Технология Bluetooth, Сенсорные сети, технология ZigBee

История и мотивация возникновения технологии Bluetooth. Физический и канальный уровень. Физический и канальный уровни стандартов 802.15.4 и 802.15.4a, 802.15.6.

#### 9. Технология Wi-Fi, Технология Wi-MAX, стандарт 802.16, Цифровое телевидение

Структура стандарта: 802.11 (b, a, g, n, основные различия. Физический уровень: диапазон, методы модуляции, скорости. MAC-уровень: основные кадры; разрешение коллизий.

Технология Wi-MAX, стандарт 802.16. Общие принципы: диапазоны, скорости, режимы (SC, OFDM, OFDMA). MAC-уровень: подуровни, сервисные потоки, пакеты, разрешение коллизий, кадры. Физический уровень: диапазон, методы модуляции, скорости, основные этап обработки сигнала, множественный доступ. Стандарты цифрового телевидения в мире. Цифровое телевидение стандарта DVB-T. Основные параметры.

#### 10. Принципы построения MAC уровня.

Механизмы доступа к среде, проблема скрытой и открытой точки, понятие суперфрейма, архитектура сетей связи.

#### 11. Маршрутизация пакетов в мобильных беспроводных сетях

Принципы маршрутизации. Активные и проактивные методы. Примеры

#### 12. Современные тренды в беспроводной связи, MIMO системы, голографическое радио

Поиск путей увеличения плотности размещения абонентов, увеличения агрегированной скорости передачи данных, увеличения скорости передачи на физическом уровне. Развитие massive-MIMO систем (трехмерные антенные решетки), разработка подходов к голографическому радио – формирование направленности в передаче информации не только по направлению, но и по глубине. применение современных информационных технологий для передачи данных и их обработки.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Статистическая физика**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания, необходимые для описания различных физических явлений в области приложений как классической, так и квантовой статистической физики, и методы построения соответствующих математических моделей. Показать соответствие системы постулатов, положенных в основу статистической физики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению и определить пределы её применимости.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов решения задач как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов описания макроскопических систем частиц и их термодинамических свойств, в том числе систем, взаимодействующих с внешними полями;
- овладение студентами методов классической и квантовой статистической физики для описания свойств различных конкретных физических систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы как классической, так и квантовой статистической физики, методы описания макроскопических систем частиц различной природы, а также постулаты термодинамики;
- основные уравнения термодинамики и свойства термодинамических потенциалов;
- основные методы математического аппарата систем многих частиц, формализм чисел заполнения (метод вторичного квантования), аппарат статистического усреднения операторов;

- основные методы решения задач как классической, так и квантовой статистической физики, включая анализ термодинамических свойств и поведения макроскопических систем во внешних полях;
- методы и способы описания конденсированного состояния вещества;
- методы описания низкотемпературных свойств сильно взаимодействующих систем.

**уметь:**

- Пользоваться аппаратом якобианов в приложении к термодинамике;
- пользоваться аппаратом теории вероятностей;
- пользоваться аппаратом вероятностных функций распределения;
- решать термодинамические задачи с учетом внешних полей;
- решать задачи о поведении макроскопических систем в заданном внешнем поле;
- применять метод теории среднего поля для решения задач о фазовых переходах второго рода;
- решать задачи про флуктуации термодинамических величин макроскопических систем;
- решать задачи про флуктуации параметра порядка сильно взаимодействующих систем.

**владеть:**

- Основными методами математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами макроскопических систем различной природы, так и с их термодинамическими свойствами.

**Темы и разделы курса:**

1. Бозе-газ

Идеальный бозе-газ. Бозе-конденсация, теплоемкость, уравнение состояния бозе-газа. Концепция квазичастиц. Фотоны и фононы. Химический потенциал, давление и теплоемкость черного излучения и твердого тела

2. Информационная энтропия

Информационная энтропия Гиббса. О законе возрастания энтропии как потере информации. Теорема Нернста. Представление чисел заполнения. Вторичное квантование бозе- и ферми- газа. Гамильтонианы идеальных газов в представлении чисел заполнения.

3. Канонический ансамбль

Распределение Гиббса (канонический ансамбль). Эквивалентность канонического и микроканонического распределений в термодинамическом пределе. Флуктуация энергии в ансамбле Гиббса. Статистическая сумма. Основная формула статистической физики.

#### 4. Классический (больцмановский) газ

Больцмановский газ, вычисление его термодинамических величин. Ионизация и диссоциация. Большой канонический ансамбль. Температура вырождения.

#### 5. Микроканонический ансамбль

Макроскопические системы. Средние значения. Эргодическая гипотеза. Статистическая независимость и закон больших чисел. Термодинамический предел. Число состояний, плотность числа состояний. Статистическая энтропия Больцмана. Функция распределения и матрица плотности. Уравнение Лиувилля.

#### 6. Принципы термодинамики

Замкнутые системы. Термодинамические величины. Температура. Термодинамическое равновесие. Энтропия. Неравновесная энтропия и второй закон термодинамики. Термодинамические тождества и неравенства. Принцип минимальности термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы в магнитном поле. Термодинамические флуктуации. Принцип Больцмана.

#### 7. Сверхпроводимость

Микроскопическая теория сверхпроводимости неидеального ферми-газа. Гамильтониан БКШ. Неустойчивость Купера. Энергетическая щель. Термодинамика сверхпроводника, скачок теплоемкости. Теория Гинзбурга-Ландау. Сверхпроводящий ток. Уравнение Лондонов. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри Абрикосова. Верхнее и нижнее критические магнитные поля. Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона.

#### 8. Сверхтекучесть

Микроскопическая теория сверхтекучести неидеального бозе-газа. Преобразование Боголюбова. Элементарные возбуждения. Критерий сверхтекучести Ландау.

#### 9. Фазовые переходы

Условия равновесия фаз. Химическое равновесие. Формула Саха. Фазовые переходы I и II рода. Изменение симметрии фазы. Параметр порядка.

#### 10. Фазовые переходы II рода

Теория фазовых переходов II рода (теория «среднего поля») в применении к ферромагнетику и сверхпроводнику.

#### 11. Ферми-газ

Идеальный ферми-газ. Химический потенциал, давление и теплоемкость электронов в металле. Парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. Эффект де Гааза-ван Альфена.

#### 12. Ферромагнетизм

Микроскопическая теория ферромагнетизма в приближении самосогласованного поля. Гамильтониан Гейзенберга. Магноны. Закон Блоха.

### 13. Флуктуации параметра порядка

Флуктуации параметра порядка и корреляционная длина. Флуктуационная теплоемкость. Критерий применимости теории «среднего поля». Масштабная инвариантность. Критические индексы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Статистический анализ данных**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ статистического анализа данных – направления математики, относящегося к разработке методов получения научно обоснованных выводов о массовых явлениях и процессах по данным наблюдений или экспериментов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области математической статистики как части теории вероятности;
- обучение студентов понятиям выборочной теории, точечным и интервальным оценкам, проверки гипотез, основам корреляционного и, регрессионного и дисперсионного анализов, непараметрическим методам статистики;
- формирование подходов к обработке массивов статистических данных при изучении разнообразных задач: природных, в том числе биологических, инфокоммуникационных, экономических, демографических, социологических и пр.;
- выполнение студентами научных исследований;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении теоретических и экспериментальных работ.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- новейшие открытия естествознания в биологии мозга;
- постановку проблем моделирования в сложных биологических системах.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представлять панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- 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;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами систем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами
- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные понятия выборочной теории

Генеральная совокупность. Выборка. Статистический ряд. Вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Теорема Гливенко. Гистограмма. Полигон частот. Выборочные числовые моменты. Примеры и решения типовых задач.

## 2. Точечные оценки

Состоятельные, несмещенные и эффективные оценки. Достаточные статистики. Методы получения точечных оценок. Примеры и решения типовых задач.

## 3. Интервальные оценки и доверительные интервалы

Понятия интервальной оценки и доверительного интервала. Сведения о некоторых распределениях, связанных с нормальным распределением. Построение интервальных оценок. Примеры и решения типовых задач.

## 4. Проверка гипотез. Параметрические модели

Основные понятия. Проверка двух простых гипотез. Критерий Неймана-Пирсона. Сложные параметрические гипотезы. Последовательный критерий отношения правдоподобия. Примеры и решения типовых задач.

## 5. Проверка непараметрических гипотез

Критерии согласия (простая гипотеза). Критерии согласия (сложная гипотеза). Критерии независимости. Примеры и решения типовых задач.

## 6. Основы корреляционного анализа

Исходные понятия. Анализ парных связей. Анализ коэффициента корреляции. Анализ корреляционного отношения. Анализ множественных связей. Примеры и решения типовых задач.

## 7. Основы регрессионного анализа

Исходные предположения. Метод наименьших квадратов. Статистический анализ регрессионной модели. О выборе допустимой модели регрессии. Примеры и решения типовых задач.

## 8. Основы дисперсионного анализа

Однофакторный дисперсионный анализ. Линейные контрасты. Двухфакторный дисперсионный анализ. Примеры и решения типовых задач.

## 9. Непараметрические методы статистики

Одновыборочная задача о сдвиге. Двухвыборочная задача о сдвиге. Критерий знаков. Критерий Вилкоксона, Манна и Уитни. Критерий серий. Ранговая корреляция. Примеры и решения типовых задач.

## 10. Гауссовские марковские случайные процессы

Гауссовские марковские случайные последовательности. Случайные процессы и марковское свойство. Гауссовские марковские случайные процессы. Аппроксимация гауссовского марковского случайного процесса с помощью гауссовской марковской последовательности. Координаты состояния системы и марковское свойство. Примеры и решения типовых задач.

## 11. Оптимальные фильтрация и прогнозирование

Оценивание параметров методом взвешенных наименьших квадратов. Оптимальная фильтрация для линейных одношаговых переходов. Оптимальные фильтрация и прогнозирование линейных многошаговых процессов. Оптимальная фильтрация непрерывных линейных динамических систем с непрерывными измерениями. Примеры и решения типовых задач.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Структура и алгоритмы ядра операционной системы**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса - ознакомить слушателей со структурой и алгоритмами ядра современной операционной системы (ОС), изучение происходит на примере реализации ядра Linux. Рассматриваются такие базовые механизмы ядра как управления оперативной памятью, организация многозадачного режима работы, алгоритмы планирования процессов, подсистема ввода-вывода, организация планирования в подсистеме блочных устройств, объектно-ориентированная модель устройств и драйверов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование системного восприятия устройства ядра современной операционной системы и понимания основных подсистем ядра, их базовых структур, интерфейсов и алгоритмов, а также особенностей программной реализации.
- освоение студентами базовых принципов организации взаимодействия операционной системы с пользователем и аппаратным обеспечением.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Состав и назначение основных подсистем ядра ОС Linux: подсистема ввода вывода, виртуальная память, процессы и планировщик.
- Основные принципы организации процессов и потоков в ядре ОС Linux.
- Принципы организации DDM (device-driver model) модели ядра, устройство интерфейса sysfs и понятие kobject.
- Основные алгоритмы планирования процессов и их характеристики, основные особенности работы ОС в режиме реального времени.
- Устройство интерфейса системных вызовов, понимать организацию взаимодействия пользовательских программ с ядром ОС через ABI.
- Устройство виртуальной файловой системы VFS и файлового интерфейса Unix.
- Основные алгоритмы планирования дисковых операций блочной подсистемы, их характеристики, особенности и область применения.

- Принципы организации файловых систем, основные виды современных файловых систем.
- Основы внутреннего устройства современных файловых систем ext3, ext4, btrfs
- Принципы организации виртуальной памяти, страничная модель. Поддержка виртуальной памяти со стороны ЦПУ.
- Особенности инициализации оборудования материнской платы из ядра ОС Linux для встраиваемых систем.
- Основные виды виртуализации: гипервизоры 1-го и 2-го типов, виртуализация на уровне ядра ОС.
- Понимать основные концепции построения UNIX-подобных операционных систем.

#### **уметь:**

- Программировать простейший модуль ядра, организующий взаимодействие с пользователем через файловый интерфейс.
- Программировать пользовательское приложение взаимодействующее с ядром через системные вызовы open, read, write, ioctl.
- Производить конфигурирование ядра Linux и его компиляцию под заданные требования.
- Программировать тестовые нагрузки на различные подсистемы ядра.
- Производить тестирования различных подсистем ядра (виртуальная память, подсистема блочного ввода-вывода, сетевой стек) как с помощью штатных средств ОС, так и с помощью самостоятельно разработанных тестов.
- Использовать средства разработки (vim, ctags, cscope, git, IDE) для самостоятельного изучения кода ядра ОС Linux.

#### **владеть:**

- Технологией разработки ядра модулей ядра ОС Linux.
- Технологией кросс-компиляции ядра ОС Linux под различные аппаратные платформы.
- Стандартными средствами тестирования и анализа производительности ядра ОС: unixbench, LTP, fio, pktgen, iperf, top, iotop, vmstats.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Многопоточный и асинхронный режим работы ядра ОС. Процессы, потоки, прерывания и исключительные ситуации . Синхронизация
1. Введение. История развития ОС. Различные виды ОС, их особенности зависящие от области применения.

2. Процессы, дескриптор процесса - структура `task_struct`, состояния процесса и его жизненный цикл. Системные вызовы `fork` и `exec`, дерево процессов. Процессы и потоки, системный вызов `clone`, `copy-on-write`.

3. Многопоточная обработка в ядре Linux, проблема синхронизации. Примитивы синхронизации, и их аппаратная поддержка (`cmpxchg`). Взаимоблакировки и тупиковые ситуации, состояние гонки.

4. Многозадачный режим работы и разделение времени, проблемы многозадачности. Алгоритмы планирования  $O(1)$ , CFS, BF-scheduler, проблема балансировки нагрузки. Планирование в режиме реального времени: FIFO и RR.

5. Прерывания и исключительные ситуации. Обработка прерывания в ядре Linux, взаимодействие с контроллерами прерываний.

2. Файловые системы, блочная подсистема ввода-вывода . Системы хранения данных

1. Виртуальная файловая система - VFS, файловый интерфейс и `unix-way`. Основные структуры VFS, понятие файла, директории. Ссылки и виды ссылок. Атрибуты и дискреционная модель доступа.

2. Блочная система ввода вывода. Структуры `buffer-head` и `bio`, буферизация ввода-вывода и дисковый кэш. Планирования ввода-вывода, очередь запросов основные алгоритмы планирования: Linux Elevator, Deadline, Noop, CFQ, AS (anticipation heuristics). Альтернативная реализация блочной подсистемы — `blk-mq`. Производительность дисковой подсистемы.

3. Файловые системы: `proc`, `sys`, `debugfs`, `ext3/ext4`, `btrfs`

4. Современные системы хранения данных (СХД), `software-defined СХД`. Дисковые массивы, технологии RAID и Fiber Channel (FC). ZFS, Ceph

3. Виртуальная память

1. Виртуальная память, страничная модель. Физические и виртуальные адреса, трансляция адресов и аппаратная поддержка. Аллокаторы памяти в ядре Linux.

2. Интерфейс системных вызовов. ABI, формат ELF, разделяемые библиотеки и динамический загрузчик.

4. Подсистема драйверов и `device driver model`

Device-Driver Model (DDM) – объектно-ориентированная модель организации подсистемы устройств и драйверов ядра linux. Блочные и символьные устройства. Загружаемые модули. Интерфейс `sysfs` и `kobject`.

5. Виртуализация и облачные технологии

Технология виртуализации. Гипервизоры 1-го и 2-го типов, виртуализация на уровне ядра ОС. `Cgroups`, `namespaces`, контейнеры LXC. Облачные технологии на примере OpenStack.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теоретические основы радиолокации и радиосвязи**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ теории современных систем и средств радиолокации.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о принципах построения систем радиолокации;
- приобретение базовых знаний в области анализа и моделирования характеристик систем и средств радиолокации;
- освоение навыков синтеза современных систем и средств радиолокации различного назначения;
- получение представления о способах и методах измерения характеристик систем радиолокации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории радиолокации;
- основополагающие характеристики систем радиолокации, характерные величины основных параметров;
- основные типы современных систем радиолокации;
- проблемы и тенденции развития систем радиолокации.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения задач теории и техники радиолокации;
- производить численные оценки характеристик систем радиолокации;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- основными методами анализа систем радиолокации и расчета их характеристик;
- навыками самостоятельной работы и получения специальной информации в Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного расчета и моделирования и сопоставления с теоретическими данными.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные понятия и определения. Общая характеристика видов и назначения радиолокационных систем.

Основные понятия и определения из теории радиолокационных систем. Общая характеристика состава, видов и назначения РЛС. Диапазоны частот, используемые в радиолокации. Области применения РЛС. Физические основы радиообнаружения и определения местоположения объектов. Методы определения местоположения объектов.

2. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) цели.

ЭПР тел простой формы.

ЭПР целей – определение. Общая характеристика радиолокационных целей. ЭПР тел простой формы. ЭПР тел, соизмеримых с длиной волны. ЭПР тел малых размеров по сравнению с длиной волны. ЭПР тел с размерами, значительно превышающих длину волны. Примеры вычисления ЭПР некоторых тел. Искусственные отражатели. Групповые цели. Вероятностные характеристики ЭПР. Поляризационные характеристики ЭПР. Поверхностно-распределенные и объемно-распределенные цели.

3. Дальность действия РЛС в свободном пространстве.

Влияние атмосферы на дальность действия РЛС.

Влияние Земли на дальность действия РЛС.

Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Уравнение дальности в свободном пространстве – основное уравнение радиолокации. Влияние атмосферы на дальность действия РЛС: затухание радиоволн в атмосфере, влияние рефракции. Влияние Земли на

дальность действия: дальность прямой видимости, дальность действия с учетом интерференции радиоволн.

#### 4. Импульсный метод измерения дальности.

Принцип действия импульсной РЛС кругового обзора.

Разрешающая способность РЛС кругового обзора.

Импульсный метод измерения дальности: принцип измерения, условие однозначности измерения, минимальная и максимальная дальности действия РЛС. Принцип действия импульсной РЛС кругового обзора, структурная схема. Выбор частоты вращения (сканирования) антенны. Разрешающая способность импульсной РЛС по дальности и углу. Понятие разрешаемого объема.

#### 5. Частотный метод измерения дальности.

Фазовый метод измерения дальности.

Частотный метод измерения дальности с помощью частотно-модулированных сигналов. Структурная схема измерителя, максимальная дальность и погрешность измерения. Фазовый метод измерения дальности. Структурная схема измерителя, погрешности измерения.

#### 6. Амплитудные методы измерения угловых координат.

Частотный метод измерения угловых координат.

Фазовый метод измерения угловых координат.

Амплитудные методы измерения угловых координат: метод максимума, метод минимума, метод сравнения, равносигнальный метод. Частотный метод измерения угловых координат. Фазовый метод измерения угловых координат, многошкальные системы. Моноимпульсная радиолокация.

#### 7. Основные положения теории обнаружения сигналов.

Обнаружение пачек радиоимпульсов. Многоканальная обработка при обнаружении-измерении

Обнаружение сигналов как статистическая задача. Основные положения теории обнаружения сигналов. Показатели качества обнаружения. Обнаружение одиночного радиоимпульса. Обнаружение пачек радиоимпульсов: когерентная и некогерентная пачки. Пороговая мощность сигнала. Многоканальная обработка при обнаружении-измерении.

8. Сведения из теории точности измерений.

Потенциальная точность измерения параметров сигналов.

Сведения из теории точности измерений. Вычисление потенциальной точности измерений параметров сигналов с помощью неравенства Крамера-Рао. Потенциальная точность измерения дальности, угловых координат, радиальной скорости.

9. Основные определения и свойства сложных сигналов.

Обработка сложных сигналов.

Функция неопределенности. Вычисление разрешающей способности для простых сигналов. Обработка сложных сигналов: радиоимпульс с линейной частотной модуляцией, импульсы с дискретным изменением частоты, фазоманипулированные сигналы.

10. РЛС с синтезированием апертуры (РСА). Назначение и принцип действия.

Описание метода синтезирования апертуры при фазовой коррекции принимаемых сигналов. Синтезирование антенны на основе метода фильтрации доплеровских частот. Выбор параметров РСА. Цифровая обработка сигналов в РСА. Источники погрешностей в РСА.

11. Основные понятия и определения. Архитектура современных сетей связи.

Основные понятия и определения из теории радиосвязи. Краткий исторический очерк по радиосвязи. Архитектура современных сетей связи. Понятие о модели взаимодействия открытых систем.

12. Эволюция систем мобильной радиосвязи.

Основные типы систем мобильной связи.

Эволюция систем мобильной связи. Виды классификации систем радиосвязи. Характеристика основных видов систем мобильной связи: транкинговые системы связи,

системы персонального радиовызова, системы персональной спутниковой связи, сотовые системы мобильной связи, системы беспроводного доступа к локальным вычислительным сетям.

### 13. Распространение сигналов радиосвязи в свободном пространстве.

Основные виды помех в канале связи.

Распространение сигналов радиосвязи в свободном пространстве. Влияние многолучевости на распространение сигнала. Канал передачи в системах подвижной связи. Моделирование потерь при распространении сигнала. Влияние канала радиосвязи на передачу сигналов с различной шириной спектра. Разнесенный прием.

### 14. Критерии выбора модуляционных форматов при цифровой передаче данных.

Модуляционные форматы цифровых стандартов современных сетей связи.

Критерии выбора видов модуляции в цифровых системах мобильной связи: повышение помехоустойчивости, повышение спектральной эффективности сигналов. Описание основных модуляционных форматов цифровых стандартов радиосвязи: бинарная фазовая манипуляция (BPSK), квадратурная фазовая манипуляция (QPSK), квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом (OQPSK), минимальная частотная манипуляция (MSK), гауссовская минимальная частотная манипуляция (GMSK).

### 15. Основные виды множественного доступа.

Организация дуплексного режима в мобильных системах.

Множественный доступ с частотным разделением каналов. Множественный доступ с временным разделением каналов. Множественный доступ с кодовым разделением каналов. Оценка емкости канала связи при использовании различных методов множественного доступа. Организация дуплексного режима в мобильных системах: дуплексный разнос по частоте (FDD), дуплексный разнос по времени (TDD).

### 16. Помехоустойчивое кодирование на основе блоковых кодов.

Помехоустойчивое кодирование на основе сверточных кодов.

Задачи помехоустойчивого кодирования. Определение скорости передачи и избыточности кода сообщения. Основные виды блоковых кодов. Линейные циклические коды, методы обнаружения ошибок. Сверточные рекуррентные коды. Понятие сверточной решетки кода.



## 17. Принципы построения систем сотовой связи. Сотовая телефония стандарта GSM.

Принципы построения систем сотовой связи. Структура сети, методы организации сот. Сотовая телефония GSM – архитектура и системные аспекты. Передача данных в системе GSM: организация и услуги передачи данных, передача коротких сообщений (SMS), пакетная передача данных (GPRS).

## 18. Назначение и классификация систем спутниковой связи.

Структуры различных систем спутниковой связи.

Назначение и классификация систем спутниковой связи. Состав и основные характеристики систем спутниковой связи с подвижными объектами. Энергетический расчет систем спутниковой связи. Описание систем персональной спутниковой связи: Инмарсат, Иридиум, Глобалстар.

## 19. Типы сетей WLAN.

Методы модуляции сигналов.

Стандарты сетей типа WLAN.

Критерии классификации широкополосных беспроводных систем радиосвязи: по территориальному охвату, по топологии построения, по методу множественного доступа. Методы модуляции сигналов в цифровых системах радиодоступа: PSK, QPSK, MPSK, QAM, OFDM. Стандарты IEEE 802.11 для сетей WLAN.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теоретические основы радиолокации**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ теории современных систем и средств радиолокации.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о принципах построения систем радиолокации;
- приобретение базовых знаний в области анализа и моделирования характеристик систем и средств радиолокации;
- освоение навыков синтеза современных систем и средств радиолокации различного назначения;
- получение представления о способах и методах измерения характеристик систем радиолокации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории радиолокации;
- основополагающие характеристики систем радиолокации, характерные величины основных параметров;
- основные типы современных систем радиолокации;
- проблемы и тенденции развития систем радиолокации.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения задач теории и техники радиолокации;
- производить численные оценки характеристик систем радиолокации;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- основными методами анализа систем радиолокации и расчета их характеристик
- навыками самостоятельной работы и получения специальной информации в Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного расчета и моделирования и сопоставления с теоретическими данными.

**Темы и разделы курса:**

1. Принцип радиолокации. Современные системы радиолокации и их назначение.

Принцип радиолокации. Эффект Доплера. Радиолокационные диапазоны частот. Краткий исторический очерк. Области применения и задачи, решаемые современными системами радиолокации.

2. Уравнение радиолокации.

Уравнение радиолокации. Отношение сигнал/шум. Коэффициент усиления антенны. Излучаемая мощность. Эффективная площадь рассеивания (ЭПР) – шара, радиолокационного объекта, земной/морской поверхности. Шумовая температура приемника. Шумовая температура антенны. Шумовая температура атмосферы. Полоса сигнала, полоса шума.

3. Радиолокационные сигналы, функция неопределенности.

Функция неопределенности. БЧМ импульс. Когерентная последовательность БЧМ импульсов. ФКМ последовательности. ЛЧМ импульс. Когерентная последовательность ЛЧМ импульсов. Инструментальная дальность. Сигналы для работы на фоне активных и пассивных помех. Автодинный метод.

4. Обнаружение сигналов на фоне шумов, оценка их параметров. Траекторная обработка.

Критерии обнаружения. Оптимальная и согласованная фильтрация. Адаптивные пороги обнаружения. Многоканальное (многомерное) адаптивное обнаружение.

5. Цифровая обработка в современных радиолокационных станциях (РЛС).

Основные этапы обработки радиолокационной информации. Алгоритмы сигнальной обработки. Алгоритмы первичной обработки. Алгоритмы вторичной обработки. Алгоритмы цифрового формирования ДН. Вычислительные средства реализации алгоритмов обработки радиолокационной информации.

6. Принципы построения РЛС различного назначения.

Принципы проектирования РЛС. РЛС на основе зеркальных антенн. РЛС на основе ФАР. Мобильные РЛС. Стационарные РЛС. Морские РЛС кругового обзора. Наземные обзорные РЛС. Наземные РЛС воздушного наблюдения. Наземные РЛС космического наблюдения. РЛС воздушного и космического базирования.

7. РЛС с активными фазированными решетками (АФАР).

Принципы построения РЛС с АФАР. Преимущества. Технологии.

8. Телеметрические комплексы.

Области применения и задачи, решаемые современными системами телеметрии. Телеметрические сигналы. Методы обработки телеметрических сигналов. Принципы построения телеметрических комплексов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теоретические основы радиосвязи**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ теории современных систем и средств радиосвязи.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о принципах построения систем радиосвязи;
- приобретение базовых знаний в области анализа и моделирования характеристик систем и средств радиосвязи;
- освоение навыков синтеза современных систем и средств радиосвязи различного назначения;
- получение представления о способах и методах измерения характеристик систем радиосвязи.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории радиосвязи;
- основополагающие характеристики систем радиосвязи, характерные величины основных параметров;
- основные типы современных систем радиосвязи;
- проблемы и тенденции развития систем радиосвязи.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения задач теории и техники радиосвязи;
- производить численные оценки характеристик систем радиосвязи;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- основными методами анализа систем радиосвязи и расчета их характеристик
- навыками самостоятельной работы и получения специальной информации в Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного расчета и моделирования и со-поставления с теоретическими данными.

**Темы и разделы курса:****1. Современные системы радиосвязи и их на-значение**

Краткий исторический очерк. Области применения и задачи, решаемые современными системами радиосвязи. Проблемы теории и техники радиосвязи. Общие основы теории радиосвязи и радиолокации

**2. Энергетический бюджет каналов связи**

Канал связи. Снижение достоверности передачи. Источники возникновения шумов и ослабления сигнала. Анализ бюджета канала связи. Какой нужен резерв. Доступность канала. Суммарный шум-фактор и общая шумовая температура. Эффективная температура системы. Пример анализа канала связи. Ретрансляторы сигнала. Системные компромиссы

**3. Узкополосные системы связи**

Узкополосные системы. Форматирование текстовой информации. Сообщения, знаки, символы. Форматирование аналоговой информации. Источники искажения. Импульсно-кодовая модуляция. Квантование с постоянным и переменным шагом. Узкополосная передача. Представление двоичных цифр в форме сигналов. M-арные импульсно-модулированные сигналы. Корреляционное кодирование

**4. Сигналы и шум**

Рост вероятности ошибки в системах связи. Демодуляция и обнаружение. Векторное представление сигналов и шума. Важнейший параметр систем аналоговой и цифровой связи – отношение сигнал/шум. Обнаружение двоичных сигналов в гауссовом шуме. Критерий максимального правдоподобия приема сигналов. Межсимвольная интерференция. Демодуляция/обнаружение сформированных импульсов. Выравнивание. Глазковая диаграмма.

**5. Методы цифровой полосовой модуляции**

Зачем нужна модуляция. Фазовая, частотная, амплитудная, амплитудно-фазовая манипуляция. Обнаружение сигнала в гауссовом шуме. Когерентное обнаружение. Некогерентное обнаружение. Комплексная огибающая. Вероятность ошибки в бинарных системах. Идеальная достоверность передачи. M-арная передача сигналов и производительность. Вероятность символьной ошибки для M-арных систем.

## 6. Кодирование сигнала

Кодирование сигнала и структурированные последовательности. Типы защиты от ошибок. Модели каналов. Степень кодирования и избыточность. Использование кодирования с коррекцией ошибок. Линейные блочные коды. Возможности обнаружения и исправления ошибок. Полезность нормальной матрицы. Соотношение между обнаружением и исправлением ошибок. Циклические коды. Известные блочные коды. Сверточное кодирование. Мягкое и жесткое принятие решений. Свойства сверточных кодов. Эффективность кодирования.

## 7. Распределение ресурса связи

Уплотнение и множественный доступ. Методы частотного и временного разделения. Распределение ресурса связи по каналам. Сравнение производительности FDMA и TDMA. Множественный доступ с кодовым разделением. Системы множественного доступа и архитектура. Алгоритмы доступа. ALOHA. Методы опроса. Методы множественного доступа в локальных сетях.

## 8. Системы связи с расширенным спектром

Преимущества систем связи расширенного спектра. Методы расширения спектра. Псевдослучайные последовательности. Системы расширения спектра методом прямой последовательности. Системы со скачкообразной перестройкой частоты. Синхронизация. Учет влияния преднамеренных помех. Каналы с многолучевым распространением. Стандартизация систем связи расширенного спектра. Сотовые системы связи.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория автоматического управления**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является изучение основ теории автоматического управления системами физическо-технической природы.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний по автоматическому управлению;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований построения систем управления;
- приобретение навыков синтеза систем управления объектами механической природы.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия современной теории управления;
- современные методы синтеза систем управления.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при построении математических моделей объектов управления;
- пользоваться своими знаниями для решения прикладных и технологических задач;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых системах;
- видеть в технических задачах управления физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.



**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и интернете;
- уметь правильно ставить задачу и выбирать адекватный математический метод;
- навыками теоретического анализа реальных систем как в непрерывном, так и в дискретном времени.

**Темы и разделы курса:**

1. Примеры систем автоматического управления, возникающие в различных областях техники. Основные понятия.

Примеры непрерывных и дискретных систем автоматического регулирования, возникающие в промышленности, спутниковой навигации, робототехнике. Основные понятия: обратная связь, астатизм, качество регулирования, оптимизация процессов регулирования. Классификация САР.

2. Математические методы описания линейных систем.

Динамическая система как математическая модель системы управления. Описание системы в терминах пространства состояний.

Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Передаточная функция линейного звена. Весовая функция, переходная функция. Передаточные функции типовых звеньев. Статические характеристики САР. Порядок астатизма. Частотные характеристики САР.

3. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость.

Понятие устойчивости. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Устойчивость линейных нестационарных систем.

Управляемость линейных систем, наблюдаемость. Ранговый критерий Калмана.

4. Абсолютная и робастная устойчивость

Понятие абсолютной устойчивости. Критерий Попова. Существование функции Лурье-Постникова. Знакоопределенность квадратичной формы в конусе.

Абсолютная устойчивость линейных нестационарных систем. Робастная устойчивость. Достаточные условия существования квадратичных функций Ляпунова. Линейные матричные неравенства.

5. Основы теории оценивания.

Постановка задачи линейного оценивания. Вычислительные методы рекуррентного оценивания. Применение к задачам навигации и управления движением.

6. Нелинейные явления и нелинейные системы. Локальные и нелокальные методы исследования нелинейных явлений.

Нелинейные модели и явления. Примеры явлений, встречающихся в нелинейных системах. Предельные циклы. Явление Джанибекова и его объяснение. Солитоны.

Вращение векторного поля, индекс Пуанкаре. Теорема Хопфа. Теорема Бендиксона.

7. Бифуркации в нелинейных системах.

Примеры бифуркаций в нелинейных системах. Классификация бифуркаций.

8. Методы синтеза нелинейных систем: Линеаризация обратной связью. Backstepping. Скользящие режимы.

Синтез нелинейных систем управления. Стабилизация нелинейных систем. Линеаризация обратной связью. Применение к задаче об управлении колесным роботом, следующим вдоль криволинейного пути. Backstepping. Скользящие режимы. Явление чаттеринга.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Теория вероятностей

#### Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теории вероятностей для дальнейшего использования в других областях математики, естественнонаучных и гуманитарных дисциплинах,
- формирование математической культуры и исследовательских навыков,
- овладение методами анализа случайных явлений и процессов.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение обучающимися теоретических знаний, связанных с аксиоматикой теории вероятностей и ее применениями,
- умение распознавать и выделять вероятностные закономерности,
- свободное владение основными понятиями (вероятностное пространство, случайная величина, независимость и т.д.), формулами (полной вероятности, Байеса и др.) и классическими схемами (Бернулли, полиномиальной и др.),
- знание основных теорем (законы больших чисел, центральная предельная теорема и др.) и границы их применимости,
- развитие теоретико-вероятностной интуиции, т.е. умения строить математические модели, правильно отражающие те или иные стороны случайных явлений.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- понятие вероятностного пространства,
- определения независимости событий и классов событий,
- определения случайной величины и связанных с ней числовых характеристик (математическое ожидание, дисперсия, моменты),
- понятия независимости случайных величин, ковариации и коэффициента корреляции,

- определения и свойства функции распределения, плотности, производящей функции, характеристической функции,
- виды сходимости последовательностей случайных величин (почти наверное, по вероятности, в среднем квадратическом, по распределению) и соотношения между ними.

**уметь:**

применять основные теоремы и формулы:

- формулу полной вероятности,
- формулу Байеса,
- теоремы сложения и умножения,
- предельные теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа,
- законы больших чисел Бернулли, Чебышева и Хинчина,
- центральную предельную теорему.

**владеть:**

- основными приемами построения вероятностного пространства,
- комбинаторной техникой вычисления вероятности и приемами вычисления геометрических вероятностей,
- аналитическими методами теории вероятностей, связанными с применением производящих и характеристических функций,
- приближенными методами вычислений, основанными на применении предельных теорем.

**Темы и разделы курса:**

1. Вероятностное пространство и дискретная вероятностная модель.

Теоретико-множественная модель событий. Определение вероятности. Элементы комбинаторики. Статистики Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Геометрические вероятности. Алгебры множеств и разбиения. Простейшие свойства вероятности на конечной алгебре событий. Теорема сложения. Условная вероятность. Теорема умножения, формула полной вероятности, формула Байеса. Определения независимости событий и классов событий. Теорема о независимости алгебр, порожденных разбиениями.

2. Дискретные случайные величины.

Индикаторы событий и их свойства. Законы распределения дискретных случайных величин. Определение и свойства математического ожидания и дисперсии. Целочисленные случайные величины и производящие функции.

### 3. Законы больших чисел и центральная предельная теорема.

Неравенство Чебышева. Закон больших чисел в форме Бернулли и форме Чебышева. Определение и свойства характеристических функций. Характеристические функции некоторых распределений. Формула обращения и теорема сходимости (без доказательства). Виды сходимости последовательностей случайных величин. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел в форме Хинчина.

### 4. Общая модель вероятностного пространства.

Последовательности множеств, верхний и нижний пределы. Сигма-алгебры множеств. Счетная аддитивность и непрерывность функции множеств. Общее определение случайной величины, функция распределения и плотность. Аппроксимационная теорема и общее определение математического ожидания. Вычисление математического ожидания и дисперсии. Совместное распределение и независимость случайных величин. Мультипликативное свойство математического ожидания. Ковариация и коэффициент корреляции, ковариационная матрица. Задача линейного оценивания.

### 5. Последовательности независимых испытаний.

Схема Бернулли. Вероятностное пространство, описывающее схему Бернулли, и биномиальное распределение. Предельные теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа. Полиномиальная схема и полиномиальное распределение.

### 6. Цепи Маркова: основные понятия и свойства.

Марковская зависимость испытаний. Переходные вероятности и стохастические матрицы. Теорема о предельных вероятностях.

### 7. Ветвящиеся процессы.

Модель Гальтона-Ватсона и классификация ветвящихся процессов. Теорема о сумме случайного числа случайных величин. Вероятность вырождения процесса и ее связь с классификацией процессов.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии

### Теория и техника антенн

#### Цель дисциплины:

изучение основ теории и техники современных антенн (ТТА).

#### Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний о назначении антенн применительно к системам радиолокации и радиосвязи и их основных характеристиках;
- освоение базовых знаний в области физического моделирования антенн;
- приобретение навыков анализа и синтеза современных антенн разных конструкций и оценки их характеристик.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия теории и техники антенн;
- порядки численных величин, основных характеристик антенн;
- типы современных антенн и области их применения;
- современные проблемы теории и техники антенн.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения задач теории и техники антенн;
- производить численные оценки;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

##### владеть:

- основными методами моделирования антенн и расчета их характеристик;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;

□ навыками грамотной обработки результатов численного эксперимента и сопоставления с теоретическими данными.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Антенны бегущей волны

ДН идеального линейного излучателя. Ширина главного лепестка. Условие Хансена-Вудворда. Типы антенн бегущей волны: диэлектрический стержень, ребристо-стержневая антенна, антенна Уда-Яги, спираль.

#### 2. Антенные системы и их назначение

Определение антенны. Область применения антенн. Задачи, решаемые антеннами в системах радиолокации и радиосвязи. Типы антенн. Проблемы теории и техники антенн.

#### 3. Вибраторные и печатные антенны

Электрический вибратор. Распределение тока в вибраторе. ДН симметричного вибратора. Турникетный вибратор.

Микрополосковые линии передачи.

Печатные антенны. Структура поля в печатном излучателе. ДН, уровень кросс-поляризации. Получение круговой поляризации.

#### 4. Волноводно-щелевые антенны

Излучение одиночной щели. Резонансные и нерезонансные волноводно-щелевые антенны.

Частотное сканирование. Эффект нормали.

#### 5. Зеркальные антенны

Однозеркальные антенны с параболическим рефлектором. Основные геометрические параметры. Симметричная и несимметричная антенны, основные различия. Облучатели зеркальных антенн. Механическое сканирование. Моноимпульсная схема.

Антенна со сферическим зеркалом, с зеркалом в виде параболического тороида, с зеркалом специальной формы.

Двухзеркальные антенны. Схемы Кассегрена и Грегори. Эффективный параболоид. Схемы Драгоне, АДЭ, АДГ.

#### 6. Линзовые антенны

Линзы из однородного диэлектрика. Расчет поверхностей линзы. Механическое сканирование с помощью смещения облучателя.

Линзы из неоднородного диэлектрика.

Металлопластинчатые и волноводные линзы.

Зонирование. Влияние зонирования на частотные характеристики антенны.

Потери в линзах: отражение, потери в диэлектрике, перелив, неравномерное амплитудное распределение.

## 7. Общие свойства апертурных антенн

Излучение прямоугольной и круглой апертуры. Равномерное и спадающее амплитудное распределение. Постоянное и линейное фазовое распределение, фазовые ошибки.

Поле в ближней зоне апертурной антенны. Зона Френеля и зона Фраунгофера.

Максимальный КНД апертурной антенны.

Эквивалентный линейный излучатель.

## 8. Основные соотношения электродинамики в теории антенн. Методы математического моделирования антенн

Уравнения Максвелла и уравнение Гельмгольца. Формула Кирхгофа-Гельмгольца. Приближение Кирхгофа.

Спектр плоских волн.

Геометрическая оптика как асимптотическое решение уравнения Гельмгольца. Уравнения эйконала и переноса. Каустики. Границы применимости ГО.

Основы геометрической теории дифракции. Краевые волны различных типов. Структура поля зеркальной антенны в приближении ГТД.

Основы физической оптики и физической теории дифракции.

Применение основных соотношений электродинамики для анализа и синтеза антенн.

## 9. Основные характеристики антенн

Диаграмма направленности как характеристика поля произвольной антенны в дальней зоне. Параметры, характеризующие ДН. Фазовая и поляризационная ДН.

Коэффициент направленного действия. Коэффициент усиления. Коэффициент использования поверхности.

Эквивалентность ДН на приём и передачу. Эквивалентная площадь. Шумовая температура антенны.

## 10. Перспективы развития антенной техники

Интегрированные волноводы (SIW) и построение антенн на их основе. Антенны на основе метаматериалов. Печатные линзы и отражательные решётки.



## 11. Рупорные антенны

Излучение открытого конца волновода.

Рупоры Е- и Н-секториальные, пирамидальные, конические. Оптимальные рупоры. Многомодовые рупоры. Гофрированные рупоры с продольным и поперечным гофрированием.

## 12. Частотно-независимые антенны

Принципы построения частотно-независимых антенн. Логопериодические антенны, антенны Вивальди, широкополосные рупорные антенны.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория и техника антенн и устройств СВЧ**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ теории и техники современных антенн и устройств СВЧ, необходимых для их проектирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о назначении антенн применительно к системам радиолокации и радиосвязи и их основных характеристиках;
- освоение базовых знаний в области физического моделирования антенн;
- приобретение навыков анализа и синтеза современных антенн разных конструкций и оценки их характеристик;
- получение представления о способах и методах измерения характеристик современных антенн.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории и техники антенн и устройств СВЧ;
- порядки численных величин, основных характеристик антенн и устройств СВЧ;
- типы современных антенн и устройств СВЧ и области их применения;
- современные проблемы теории и техники антенн и устройств СВЧ.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения задач теории и техники антенн и устройств СВЧ;
- производить численные оценки по порядку величины;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- основными методами моделирования антенн и устройств СВЧ и расчета их характеристик;
- навыками самостоятельной работы и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного эксперимента и сопоставления с теоретическими данными.

**Темы и разделы курса:****1. Развитие антенной техники**

Типы антенных систем РЛС. Пассивные и активные фазированные антенные решётки.

**2. Характеристики и типы апертурных антенн**

Основные определения характеристик ДН плоских раскрывов и формулы для их расчета.

Влияние фазовых искажений в раскрыве. Характеристики излучения открытого конца волновода.

Секториальные Е-плоскостной и Н-плоскостной рупора. Пирамидальный рупор. Оптимальные рупора. Однозеркальная параболическая антенна. Геометрия и характеристики. Оптимальное облучение. Двухзеркальные антенны (схемы Кассегрена и Грегори). Вырезки из параболоида. Геометрия линзовых антенн. Замедляющие и ускоряющие линзы. Зонированные линзы. Технологии изготовления линзовых антенн.

**3. Вибраторные антенны**

Симметричный вибратор. Теория и характеристики. Петлевой вибратор Пистолькорса. Типы симметрирующих устройств вибраторных антенн. Многовибраторные антенны. Принцип работы и конструкция.

**4. Антенные решётки – основные свойства**

Схемы антенн на базе АР. Характеристики линейных АР. Нормальное, осевое и наклонное излучение. Дифракционные лепестки. Влияние случайных разбросов комплексных коэффициентов передачи АФАР на характеристики ДН. Линейное и нелинейное дискретное фазирование. Строгий электродинамический расчет АР из плоских волноводов. Структура поля в раскрыве конечной АР. Диаграммы направленности элементов в составе конечной АР. Характеристики в режиме сканирования.

**5. Плоские антенные решётки**

Плоские АР. Гексагональное расположение элементов. Диаграмма дифракционных лепестков. Взаимная связь между элементами АР по пространству. Отказы элементов АФАР. Допустимое число отказавших элементов. Активные фазированные антенные решётки

**6. Активные фазированные антенные решётки**

Принципы построения АФАР. Преимущества и проблемы. Состояние в области освоения АФАР и образцы РЛС с АФАР. Описание вариантов конструкции и характеристики основных узлов и элементов антенной системы с АФАР. КПД многокаскадных усилителей. Потребляемая мощность и тепловыделение модулей АФАР. Интегральные энергетические характеристики АФАР. Система жидкостного АФАР. Расчет. Мощность, энергопотребление и массо-габаритные характеристики.

#### 7. Цифровые антенные решётки

Преимущества ЦАР по сравнению с АФАР. Схемы построения ЦАР. Аппаратурные погрешности ЦАР и их влияние на цифровую ДН. Оцифрование сигналов на промежуточной частоте. Требование к синхронизации АЦП. Влияние временных разбросов моментов оцифрования принимаемых сигналов в каналах ЦАР в зависимости от ширины полосы и формы сигналов на искажения ДН. Методы формирования цифровых квадратурных составляющих сигналов, принимаемых каналами ЦАР. Влияние конечной разрядности цифровых отсчетов сигналов и весовых коэффициентов на формируемую ДН. Структура процессора и алгоритмы формирования цифровой ДНА ЦАР. Упрощённые алгоритмы формирования цифровых ДН. Ступенчатые амплитудные распределения. Алгоритмы адаптивного формирования «нулей» в ДНА в направлении источников помех.

#### 8. Методы измерения характеристик антенн

Метод дальней зоны. Поднятый полигон. Влияние подстилающей поверхности на измеряемую ДН и методы минимизации вносимых искажений. Фазовые измерения. Измерение коэффициента усиления. Облётный метод. Метод ближней зоны. Колиматорный метод.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория информации**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомить студентов с основными проблемами, которые возникают при хранении, передаче и использовании информации, а также привить навыки научного решения этих проблем.

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотрение и анализ обобщенных типовых моделей систем передачи информации, их характеристик и параметров;
- построение моделей источников информации и задание основной характеристики — энтропии, вычисление энтропии для типовых источников, включая наиболее популярные источники марковского типа;
- построение различных моделей дискретных, непрерывных и полунепрерывных каналов связи и вычисление основной характеристики – пропускной способности;
- освоение основных алгебраических понятий теории полей Галуа;
- рассмотрение наиболее эффективных алгебраических кодов – Хэмминга, Боуза—Чоудхури, Рида—Соломона.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы теории передачи и хранения информации;
- существующие проблемы в области информатики.

##### **уметь:**

- применять методы теории информации на практике: современные методы сжатия данных, эффективные методы кодирования и декодирования;
- анализировать и определять характеристики систем хранения и передачи информации;
- пользоваться технической литературой научного и прикладного характера.

**Владеть:**

- культурой постановки и моделирования научных задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими и табличными данными;
- навыками самостоятельного моделирования;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой, ведения поиска и ориентирования в библиографии.

**Темы и разделы курса:****1. Информационные меры. Энтропия и количество информации**

Различные определения информации. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины. Энтропия (мера неопределенности) случайной величины и ее свойства. Условная энтропия при условии, что задано значение другой случайной величины. Условная энтропия при условии, что задана другая случайная величина. Цепное равенство. Информационная дивергенция.

**2. Схема передачи информации. Побуквенное кодирование и условие однозначного декодирования**

Схема дискретной передачи информации. Роль каждого из блоков в процессе передачи информации. Побуквенное кодирование. Необходимое и достаточное условие однозначного декодирования (неравенство Мак-Миллана). Префиксные коды и кодовые деревья. Неравенство Крафта. Обратная и прямая теоремы Шеннона для побуквенного кодирования. Кодирование стационарных источников. Обратная и прямая теоремы Шеннона для стационарных источников.

**3. Практические методы сжатия данных**

Практические методы сжатия данных. Коды Шеннона и Фано. Оптимальный код Крафта. Алгоритмы сжатия и восстановления Лемпела—Зива LZW и LZ77. Коэффициенты сжатия. Примеры для каждого случая.

**4. Арифметическое кодирование**

Арифметическое кодирование. Подробное объяснение этого метода на нескольких примерах. Вычисление коэффициента сжатия. Восстановление сжатого сообщения.

**5. Каналы связи. Теоремы Шеннона**

Дискретные каналы связи без памяти. Матрица переходных вероятностей. Каналы, симметричные по входу. Каналы, симметричные по выходу. Пропускная способность. Лемма об обработке данных. Лемма оценивания Фано. Теоремы Шеннона для канала с шумом. Принципы блочного кодирования.

**6. Стратегии декодирования**

Стратегии декодирования. Разделение всего пространства выходных сигналов на области по принципу наименьшей вероятности ошибки. Вывод формулы для вероятности ошибки. Два подхода – без отказов и с отказами от декодирования.

#### 7. Непрерывные источники

Непрерывные источники. Информационные характеристики непрерывных источников. Теорема Котельникова о представлении непрерывного сообщения набором отсчётов в дискретные моменты времени.

#### 8. Непрерывные каналы

Непрерывные каналы. Формула Шеннона для пропускной способности канала с белым Гауссовым шумом. Формула для пропускной способности с цветным Гауссовым шумом.

#### 9. Группы, кольца, конечные поля

Группы, кольца, конечные поля. Аддитивные группы. Мультипликативные группы. Конечные кольца. Простые поля. Пространства.

#### 10. Расширенный алгоритм Евклида

Многочлены над полем. Расширенный алгоритм Евклида. Расширенные поля.

#### 11. Блочные коды

Блочные коды. Общие понятия. Длина, мощность и скорость кода. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова—Гилберта.

#### 12. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова

Линейные коды. Порождающая матрица. Кодирование. Систематические коды. Проверочная матрица. Синдромное декодирование. Расстояние линейного кода.

#### 13. Циклические коды

Циклические коды. Алгебраические методы построения циклических кодов. Порождающий многочлен.

#### 14. Коды Боуза—Чоудхури

Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема (БЧХ). Конструкция и параметры. Проверочная матрица кодов БЧХ. Декодирование кодов БЧХ. Исправление одиночных и двойных ошибок. Общий случай исправления ошибок с помощью симметричных многочленов. Локаторы ошибок и их вычисление.

#### 15. Коды Рида—Соломона

Коды Рида—Соломона. Конструкция и параметры кодов. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Циклическая свертка и произведение Адамара. Кодирование кодов Рида—Соломона с помощью ДПФ. Исправление ошибок с помощью обратного ДПФ. Пример: исправление одиночных и двойных ошибок.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория информационных систем**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области синтеза, анализа и практического применения алгоритмов обработки данных и принятия решений в информационных системах.

#### **Задачи дисциплины:**

Изучение статистических методов обработки данных и принятия решений в информационных системах.

Обучение технологии применения методов математической статистики для построения алгоритмов обработки данных и принятия решений (обнаружения, оценивания, идентификации, классификации, управления) в информационных системах.

Обучение технологии решения практических стохастических задач обработки данных и принятия решений при проектировании и создании информационных систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- классические и современные методы решения задач принятия статистических решений;
- технологию решения прикладных задач обнаружения, оценивания, отождествления, классификации;
- вычислительные процедуры решения алгоритмов принятия статистических решений.

##### **уметь:**

- формулировать практические задачи из предметной области в виде канонических задач принятия статистических решений;
- численно реализовывать алгоритмы решения канонических задач принятия статистических решений.

##### **владеть:**



- методами решения задач принятия статистических решений;
- численными процедурами, необходимыми для реализации оптимальных алгоритмов принятия статистических решений.

### Темы и разделы курса:

#### 1. Используемые плотности вероятности, их характеристики и преобразования.

- Многомерная гауссовская плотность вероятности (ПВ) и её характеристическая функция. Воспроизводимость формы при линейных преобразованиях. Линейная комбинация независимых гауссовских векторов. Независимость некоррелированных гауссовских векторов. Теорема о нормальной корреляции. Выделение полного квадрата в показателе экспоненты при произведении гауссовских плотностей. Приведение гауссовской плотности к нормированному виду. Алгоритм генерации нормального вектора с заданными средним и ковариационной матрицей.
- Тождественные преобразования и предельный вид (при бесконечно большой ковариационной матрице априорной ПВ) квадратичной невязки, функции правдоподобия и апостериорной ПВ.
- Доверительная область гауссовского вектора в одномерном, двумерном, трёхмерном и многомерном случаях.
- Полигауссовская плотность, её среднее, ковариационная матрица и доверительная область.
- Кусочно-гауссовская плотность вероятности, её среднее, ковариационная матрица и доверительная область.
- Кусочно-равномерная плотность вероятности.
- Преобразования случайных векторов. Линейное преобразование гауссовского вектора. Линейное преобразование полигауссовского вектора. Линейное преобразование полигауссовского вектора. Линейное преобразование вектора с кусочно-гауссовской плотностью. Кусочно-линейное преобразование гауссовского вектора. Кусочно-линейное преобразование вектора с кусочно-гауссовской плотностью. Полигауссовская аппроксимация для нелинейного преобразования вектора с произвольной плотностью вероятности.
- Пересечение прямой с эллипсоидом в многомерном пространстве.
- Область пересечения гиперплоскости с эллипсоидом
- Проекция гауссовской плотности на гиперплоскость
- Визуализация двумерного эллипсоида
- Аппроксимация для нелинейного преобразования вектора с произвольной плотностью вероятности.
- Совместная плотность вероятности ненаблюдаемого и наблюдаемого случайных векторов. Функция правдоподобия. Априорная плотность вероятности. Апостериорная плотность вероятности. Тождество Байеса.

## 2. Байесовский подход к принятию статистических решений

- Рассматриваемый класс задач
- Решение. Функция потерь. Решающее правило (рандомизированное и нерандомизированное). Средний и апостериорный риски. Теорема об оптимальном (байесовском) решающем правиле. Простая и квадратичная функции потерь.
- Байесовское решение задачи оценивания случайного параметра для простой и квадратичной функций потерь.
- Байесовское решение задачи проверки двух альтернатив без штрафа за ошибки оценивания параметров.
- Решение задачи обнаружения с использованием критерия Неймана-Пирсона. Вероятности ложной тревоги, правильного обнаружения, пропуска. Оптимальное решающее правило. Выбор порога принятия решения.
- Задача совместного обнаружения и оценивания случайного параметра при простой и квадратичной функциях потерь. Выбор констант в оптимальном решающем правиле.
- Задача проверки двух альтернатив совместно с оцениванием параметров при простой и квадратичной функциях потерь. Выбор констант в оптимальном решающем правиле.
- Задача проверки многоальтернативных гипотез без штрафа за ошибки оценивания параметров.
- Задача проверки многих альтернатив совместно с оцениванием параметров при простой и квадратичной функциях потерь.
- Пример. Оценивание константы, измеряемой с некоррелированными нормальными ошибками. Случай равномерного априорного распределения.
- Пример. Оценивание константы, измеряемой с некоррелированными нормальными ошибками. Случай нормального априорного распределения.
- Пример. Обнаружение полезного сигнала в шуме.
- Пример. Линейная задача совместного обнаружения и оценивания параметра при его равномерной априорной ПВ.
- Пример. Линейная задача обнаружения-оценивания с полигауссовской априорной ПВ параметра.
- Пример. Задача совместного обнаружения-оценивания с кусочно-постоянным уравнением наблюдения.

## 3. Алгоритмы принятия решений в базовых линейных гауссовских задачах обработки данных в информационных системах

Линейная гауссовская задача совместного обнаружения и оценивания параметров полезного сигнала в шуме

- Постановка задачи.
- Байесовское решающее правило для случая равномерной априорной ПВ.
- Байесовское решающее правило для случая нормальной априорной ПВ.
- Решение с помощью метода обобщённого отношения правдоподобия.
- Определение порога принятия решения.

Идентификация и объединение двух независимых оценок и ковариационных матриц ошибок оценивания случайного векторного параметра

- Постановка задачи.
- Байесовское решающее правило для случая равномерной априорной ПВ.
- Решение с помощью метода обобщённого отношения правдоподобия.
- Определение порога принятия решения.

Линейная гауссовская задача проверки многих альтернативных гипотез совместно с оцениванием их параметров

- Постановка задачи
- Байесовское решающее правило
- Определение порога принятия решения

#### 4. Алгоритмы решения линейных задач оценивания и последовательной фильтрации

Алгоритмы оценивания параметра

- Гауссовско-марковская оценка (метод наименьших квадратов).
- Рекуррентный вариант метода наименьших квадратов.
- Наихудшая ошибка измерения с ограниченной энергией для гауссовско-марковской оценки.
- Гауссовско-марковская оценка с ограничением типа равенства на оцениваемый параметр.
- Оптимальная оценка для регуляризованного критерия Гаусса-Маркова
- Оптимальная в среднеквадратическом смысле оценка. Эквивалентное представление оптимальной в среднеквадратическом смысле оценки. Предельный вид оптимальной в среднеквадратическом смысле оценки для бесконечно большой ковариационной матрицы априорной ПВ.
- Рекуррентное вычисление оптимальной в среднеквадратическом смысле оценки параметра.

- Сведение последовательной задачи оценивания параметра к статической. Гауссовско-марковская оценка. Оптимальная в среднеквадратическом смысле оценка. Оценка вектора состояния процесса с полиномиальной динамикой

#### Линейная задача фильтрации

- Постановка задачи.
- Байесовское рекурсивное соотношение для апостериорной плотности вероятности.
- Фильтр Калмана.
- Фильтр Калмана для процесса с полиномиальной динамикой.
- Дуальность линейно-квадратичной детерминированной задачи управления и задачи фильтрации.

#### 5. Классические методы решения нелинейной задачи оценивания параметра

- Метод линеаризации.
- Метод наименьших квадратов для линеаризованной задачи.
- Оптимальная в среднеквадратическом смысле оценка для линеаризованной задачи.
- Итерационный метод наименьших квадратов.
- Итерационный метод наименьших квадратов при ограничении типа равенства на оцениваемый параметр
- Итерационный алгоритм построения оптимальной в среднеквадратическом смысле оценки
- Сведение последовательной задачи оценивания параметра к статической. Итеративная гауссовско-марковская оценка. Итеративная регуляризованная гауссовско-марковская оценка.
- Оценка параметра на основе полигауссовской аппроксимации апостериорной плотности вероятности.
- Эффективные оценки неизвестного параметра. Неравенство Крамера-Рао. Метод максимального правдоподобия

#### 6. Кусочно-линейная задача оценивания параметра (статическая постановка)

- Кусочное представление байесовской формулы для апостериорной плотности вероятности.
- Апостериорная ПВ для функции правдоподобия и априорной ПВ кусочного вида
- Точное решение задачи оценивания для кусочно-постоянного по оцениваемому параметру уравнения наблюдения. Случай кусочно-равномерной априорной ПВ. Случай кусочно-гауссовской априорной ПВ

- Пример: дискриминатор релейного типа.
- Точное решение задачи оценивания для кусочно-линейного по оцениваемому параметру уравнения наблюдения. Случай кусочно-равномерной априорной ПВ. Случай кусочно-гауссовской априорной ПВ. Предельный случай бесконечно большой ковариационной матрицы априорного распределения.
- Апостериорная доверительная область оцениваемого параметра.
- Приближенное вычисление интегралов  $P, S, Q$  с помощью дополнительного разбиения пространства. Редукция интегралов для случая нелинейности по части компонент оцениваемого параметра. Вычисление интегралов  $P, S, Q$  в одномерном случае. Вычисление интегралов  $P, S, Q$  для двумерного случая.
- Пример. Одномерный кусочно-линейный дискриминатор
- Точная формула для ковариационной матрицы ошибок оценивания параметра методом наименьших квадратов для линеаризованной кусочно-линейной задачи. Одномерный пример.

## 7. Методы нелинейной фильтрации

- Фильтр Калмана для линеаризованной задачи.
- Нелинейная фильтрация с использованием полигауссовской аппроксимация апостериорной ПВ.
- Кусочная задача последовательного оценивания случайного параметра. Байесовское рекурсивное соотношение для кусочной апостериорной плотности вероятности. Последовательный алгоритм оценивания.

## 8. Приложение к задачам обработки изображений в оптических системах мониторинга околоземных космических объектов

- Корреляционные методы определения взаимного смещения изображений.
- Пространственно-временные методы фильтрации фона наблюдения.
- Выделение и классификация разрешенных точечных объектов в цифровом изображении.
- Выделение и классификация неразрешенных групповых объектов в цифровом изображении.
- Выделение изолированного протяженного (перемещающегося в кадре за время экспозиции) объекта во фрагменте кадра изображения.
- Выделение следов группы объектов во фрагменте кадра изображения
- Выделение малоконтрастных протяженных следов объектов в цифровом изображении.

Алгоритм совместной обработки последовательных изображений для компенсации искажений полезных сигналов на этапе традиционной внутрикадровой пороговой обработки.

Алгоритм сверхразрешения в цифровом изображении и определения индивидуальных параметров близких космических объектов.

9. Приложение к задачам идентификации измерений в оптических системах мониторинга околоземных космических объектов и оценивания параметров их движения

Модели измерения и движения

Численный метод определения якобианов преобразования.

Оценивание параметров движения объектов, одновременно наблюдаемых системой оптических сенсоров.

Первоначальное определение неизвестной орбиты.

Уточнение орбиты пассивного КО по новому оптическому треку.

Идентификация измерений с известными орбитами пассивных космических объектов.

Идентификация двух разнесенных по времени треков.

Оценка и контроль характеристик текущей и прогнозируемой точности параметров орбит пассивных КО.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория кодирования мультимедийной информации**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных принципов и алгоритмов сокращения избыточности, лежащих в основе кодирования видеоинформации для ее передачи по каналам связи;
- изучение основных стандартов компрессии статических и динамических изображений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами подходов и методов сокращения избыточности видеоинформации;
- приобретение практических навыков применения современных методов и стандартов компрессии статических и динамических изображений.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общую структуру цифровых систем передачи видеоинформации;
- основы статистического (энтропийного) кодирования;
- методы устранения визуальной избыточности статических и динамических изображений;
- стандарты кодирования статических и динамических изображений.

##### **уметь:**

- применять знания основ и стандартов видеокодирования при построении, эксплуатации и техническом обслуживании сетей цифровой передачи видеоинформации.

##### **владеть:**

- основными методами устранения избыточности видеоинформации и оценки качества работы этих методов при эксплуатации и техобслуживании программно-аппаратных средств цифровой передачи видеоинформации;

- теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью изучения перспективных методов и систем видеокompрессии.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Системы формирования и передачи видеoinформации, видеoinформационные приложения

Форматы изображений. Аналоговые и цифровые растровые изображения. Цветовые системы. Эталонные изображения. Монохромное телевидение. Системы цветного телевидения. Цифровые компонентные телевизионные сигналы. Видеoinформация с пониженным и повышенным разрешением. Представление изображения конечным объемом данных. Фурье-преобразование, теорема о дискретизации. Видеопоследовательность. Квантование, импульсно-кодовая модуляция.

#### 2. Визуальная избыточность изображений

Статистика монохромных изображений без преобразования. Заметность пространственных и временных изменений яркости изображения. Влияние помех. Особенности восприятия цветов. Методы субъективной оценки качества изображений. Количественные меры оценки качества изображений. Компьютерные методы хранения изображений.

#### 3. Непосредственное кодирование изображений и кодирование с предсказанием

Классификация методов кодирования изображений. Импульсно-кодовая модуляция. Кодирование изображений с предсказанием, дифференциальная импульсно-кодовая модуляция. Основные виды предсказания. Квантование сигналов, ошибки предсказания. Помехоустойчивость кодирования с предсказанием.

#### 4. Групповое кодирование изображений

Дискретные линейные ортогональные преобразования. Дискретное преобразование Фурье. Преобразование Хаара. Преобразование Уолша-Адамара. Дискретное синусное преобразование. Дискретные косинусные преобразования. Преобразование Кархунена-Лоэва. Другие виды преобразований. Квантование коэффициентов преобразования. Кодирование коэффициентов преобразования. Межкадровое или трехмерное кодирование.

#### 5. Вейвлеты и кратномасштабная обработка изображений

Непрерывное вейвлет-преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование. Кратномасштабный вейвлет-анализ. Основные сведения о субполосном кодировании. КИХ-фильтры с нечетным числом отсчетов цифровой решетки и линейной (нулевой) ФЧХ. Ортогональные КИХ-фильтры с четным числом отсчетов цифровой решетки. Квадратурно-зеркальные КИХ-фильтры. Кратномасштабное дискретное вейвлет-преобразование изображений. Использование банков трехполосных КИХ-фильтров при обработке изображений. Оценка энергетических характеристик изображения в зависимости от вида вейвлет-базиса разложения. Выбор маски квантования высокочастотных компонент вейвлет-преобразований изображений. Обработка тестовых изображений двухполосными вейвлет-фильтрами. Обработка тестовых изображений трехполосными вейвлет-фильтрами.

#### 6. Внутрикадровое кодирование изображений



Изменения коэффициентов квантования блоков в JPEG-подобных алгоритмах видеокompрессии. Направленное пространственное внутрикадровое предсказание. Уменьшение влияния блокинг-эффекта.

#### 7. Методы анализа и компенсации движения в динамических изображениях

Классификация методов компенсации движения. Основные методы анализа движения. Основные методы компенсации движения. Глобальная компенсация движения. Анализ смены сюжета в динамических изображениях.

#### 8. Стандарты кодирования статических и динамических изображений

Стандарт JPEG и его модификация. Стандарт JPEG-2000. H.261 – видеокодек для аудиовизуальных сервисов при скоростях потока  $p \times 64$  Кбит/с. H.263 – видеокодирование для систем связи с низкой пропускной способностью. MPEG-1 – кодирование видео и аудиоинформации для цифровых систем с объемом данных приблизительно до 1,5 Мбит/с. MPEG-2 – кодирование динамических изображений и связанной с ними звуковой информации. MPEG-4 – обобщенное кодирование аудиовизуальных объектов. Стандарт DIRAC. H.264/AVC – улучшенное видеокодирование. H.265/HEVC – высокоэффективное видеокодирование.

#### 9. Медиаконтейнеры

Потоковые и файловые контейнеры. Растровые форматы хранения изображений. BMP, GIF, JPEG, PNG, WebP, HEIF, RAW. Векторные форматы. SVG. TIFF. Единые форматы сжатия аудио и видео. Мультимедийные контейнеры. IFF, RIFF, MP4, Matřöška, Ogg, WebM.

#### 10. Принципы и стандарты кодирования речи и звука

Основные характеристики и цифровое представление звуковой информации. Основные стандарты кодирования речевой информации. Стандарты кодирования звуковой информации. Подавление акустического эха в системах видеоконференцсвязи.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория массового обслуживания**

#### **Цель дисциплины:**

— изучение основ теории массового обслуживания и ознакомление с базовыми моделями систем массового обслуживания.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение основ теории массового обслуживания;
- приобретение теоретических знаний о потоках событий, системах массового обслуживания и соответствующих случайных процессах;
- освоение методов исследования важнейших систем массового обслуживания;
- приобретение навыков построения математических моделей реально существующих систем массового обслуживания.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

— основные понятия теории массового обслуживания, а именно, рекуррентный поток (пуассоновский поток и поток Пальма), марковский процесс рождения-гибели, стационарное распределение вероятностей, сетевые процессы Джексона и Виттла;

— основные факты теории массового обслуживания, такие как, теорема об эквивалентных способах описания пуассоновского потока, теоремы о прореживании и суперпозиции потоков, формулы Литтла, Эрланга, уравнения Колмогорова для определения стационарных вероятностей состояний процесса рождения-гибели.

##### **уметь:**

— строить математические модели реальных систем массового обслуживания;

— проводить компьютерное моделирование процессов, описывающих работу типовых систем массового обслуживания;

— определять основные вероятностные характеристики систем массового обслуживания и соответствующих им случайных процессов.

**владеть:**

— методами описания систем массового обслуживания, методами нахождения вероятностных характеристик соответствующих случайных процессов.

**Темы и разделы курса:****1. Введение в теорию массового обслуживания**

Системы массового обслуживания в окружающей нас жизни. Символика Д. Кендалла для обозначения моделей. Примеры алгебраического описания моделей. Проблемы построения и исследования систем.

**2. Необходимые сведения из теории вероятностей**

Некоторые факты из теории вероятностей. Случайные величины и их распределения. Моменты случайных величин. Теорема о вычислении моментов. Примеры дискретных и непрерывных распределений. Преобразование Лапласа—Стилтьеса и производящая функция.

**3. Пуассоновский поток**

Определение рекуррентного потока. Теорема об эквивалентных определениях пуассоновского потока.

**4. Элементы теории восстановления**

Элементы теории восстановления. Представления для функции восстановления. Уравнения восстановления. Теорема о единственности потока Пуассона. Поток Пальма. Элементарная теорема восстановления Смита.

**5. Однородные и неоднородные потоки**

Неоднородный поток Пуассона. Некоторые свойства рекуррентных потоков. Стационарность рекуррентных потоков с задержкой.

**6. Прореживание потоков**

Прореживание потоков. Геометрическое просеивание, теорема Реньи. Построение потока с требуемой функцией распределения.

**7. Суперпозиция потоков**

Суперпозиция потоков. Теорема Григелиониса.

**8. Элементарные методы теории массового обслуживания**

Элементарные методы теории массового обслуживания. Система  $M\lambda | M\mu | 1 | \infty$ . Среднее число и дисперсия. Длина очереди. Длительность ожидания обслуживания. Полное время пребывания в системе.

**9. Формула Литтла**

Формула Литтла и схема ее доказательства для произвольной системы.

## 10. Условно-пуассоновские потоки

Метод условно-пуассоновского потока. Распределение числа обслуживающих заявок в системе  $M\lambda | GI | \infty$ . Выходной поток системы.

## 11. Метод построения точек восстановления

Метод построения точек восстановления. Длительность периода занятости системы  $M\lambda | GI | 1 | \infty$ . Среднее число заявок в системе  $M\lambda | GI | 1 | \infty$ . Периоды занятости и простоя в системе  $GI | M\mu | 1 | \infty$ . Количество обслуженных заявок в период занятости.

## 12. Процессы рождения и гибели

Процесс рождения и гибели в приложении к ТМО. Нахождение стационарных вероятностей. Основные характеристики модели  $M\lambda | M\mu | m | n$ . Некоторые частные случаи этой модели. Выходной поток системы  $M\lambda | M\mu | m | \infty$ . Теорема Бёрке.

## 13. Основы теории марковских сетей

Основы теории марковских сетей. Слияние и расщепление пуассоновских потоков. Процессы, используемые при моделировании сетей. Тандем как простейший пример сети. Сетевые процессы Джексона. Нахождение стационарных распределений. Некоторые свойства скачкообразных марковских процессов. Процессы Виттла. Теорема Виттла.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория нейронных сетей**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с теорией обучающихся систем и основными парадигмами искусственных нейронных сетей и их применением для решения широкого круга задач, в том числе для построения сложных моделей, прогнозирования, распознавания образов, обработки изображений.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических и практических знаний и опыта в области обучающихся систем и нейронных сетей;
- разработка компьютерных программ моделирования различных парадигм нейронных сетей.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- структуры и методы создания обучающихся систем;
- основные парадигмы нейронных сетей и алгоритмы их обучения;
- области применения нейронных сетей.

##### **уметь:**

- применять теорию нейронных сетей к решению практических задач;
- создавать компьютерные модели парадигм нейронных сетей.

##### **владеть:**

- общими понятиями и определениями, связанными с теорией нейронных сетей;
- методами программирования нейронных сетей.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в теорию обучающихся систем

Понятие обучающихся систем, память, критерии качества, целевые функционалы обучение с учителем и без учителя. Алгоритмы обучения: режимы online и offline. Примеры обучающихся систем. Линейная параметрическая система. Нелинейная параметрическая система. Искусственный нейрон. Линейный и нелинейный фильтр. Адаптивные системы управления. Многослойные нейронные сети. Нейронная сеть СМАС.

### 2. Метод обратного распространения ошибки и метод градиентного спуска

Метод градиентного спуска и его вариации. Стохастический градиентный спуск. Минибатчевый градиентный спуск. Методы градиентного спуска с моментом. Метод обратного распространения ошибки.

### 3. Основные компоненты нейронных сетей, функции потерь и метрики качества

Основные структурные компоненты нейронных сетей. Виды нейронов. Функции активации. Функции потерь для разных задач. Метрики качества для разных задач.

### 4. Фреймворки для создания и обучения нейронных сетей

Фреймворк Tensorflow и создание моделей в нем. Фреймворк Pytorch и создание моделей в нем. Автодифференцирование. Сохранение и загрузка моделей.

### 5. Сверточные нейронные сети

Виды сверток и слоев субдискретизации. Известные архитектуры сверточных нейронных сетей. Борьба с исчезающим градиентом в глубоких нейросетях. Сверточные сети типа UNET.

### 6. Рекуррентные нейронные сети

Рекуррентные нейронные сети и их архитектуры. Метод обратного распространения ошибки в рекуррентных нейронных сетях. Рекуррентные сети NARX. Вентильные нейронные сети и их архитектуры. Вентильные нейронные сети GRU. Вентильные нейронные сети LSTM.

### 7. Трансформеры

Векторное представление текста. Архитектура трансформера BERT. Архитектура трансформера GPT. Реализация трансформеров во фреймворках.

### 8. Другие парадигмы нейронных сетей

Нейронные сети Хопфилда, Кохонена, радиальных базисных функций. Структура, назначение, возможности. Применение в задачах распознавания образов и обработки изображений.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория поля**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания необходимые для описания различных физических явлений в области приложений специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории относительности и классической электродинамики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять, как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методов релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;
- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;

- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.

#### **уметь:**

- Пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.

#### **владеть:**

- Основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Принцип относительности

Однородность пространства и однородность времени, изотропия пространства, инерциальные системы отсчёта. Ньютонова механика и принцип относительности Галилея. Потенциальность сил и дальноедействие. Постоянство скорости света. Несовместимость



конечности скорости распространения взаимодействий с принципом относительности Галилея. Принцип относительности Эйнштейна. Изменение представлений о свойствах пространства и времени в результате опытов со светом. Преобразования Лоренца, их вывод и следствия из них. Относительность одновременности и промежутков времени. Мысленные опыты по измерению длин, промежутков времени и синхронизации часов. Сокращение длин, замедление времени и собственное время. Релятивистское сложение скоростей и преобразование направлений. Эффект прожектора. Аберрация света.

## 2. Четырехмерное псевдоевклидово пространство Минковского.

Декартовы координаты. Мировая точка (событие) и мировая линия. Интервалы между событиями как мера расстояния в пространстве Минковского. Пространственно-подобные, временно-подобные и нулевые интервалы. Световой конус. Принцип причинности. Инвариантность интервала и геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. Аффинные преобразования. Понятие 4-вектора. Скалярное произведение. Метрика четырехмерного пространства. Контра- и ковариантное представление. 4-градиент и 4-дивергенция. 4-векторы скорости и ускорения. Ковариантность физических законов относительно преобразования Лоренца как переформулировка принципа относительности. Векторы и тензоры в трехмерном пространстве.

## 3. Описание движения свободной релятивистской точечной частицы.

Понятие точечной элементарной частицы, её 4-координата и мировая линия. Ковариантная формулировка принципа наименьшего действия в пространстве Минковского, функция Лагранжа свободной частицы. Принцип соответствия. Энергия, импульс и гамильтониан свободной релятивистской частицы. 4-вектор импульса. Частицы с нулевой массой. Ультрарелятивистское движение. Закон сохранения 4-импульса замкнутой системы как следствие однородности пространства-времени. Лабораторная система и система центра масс. Применение закона сохранения 4-импульса для описания упругих столкновений частиц. Эффективная масса системы. Неупругие столкновения и распады с образованием новых частиц. Дефект массы для составных

систем. Порог реакции. Волновой 4-вектор. Эффект Доплера.

## 4. Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем.

Понятия заряда точечной элементарной частицы и электромагнитного поля. 4-вектор потенциал электромагнитного поля. Действие и лагранжиан для точечной частицы во внешнем векторном поле. Энергия, обобщенный и кинематический импульсы. Уравнение Лагранжа и сила Лоренца. Функция Гамильтона. Градиентная (калибровочная) инвариантность. Ковариантный вывод уравнения движения заряженной частицы в четырехмерном виде. 4-вектор силы.

## 5. Тензор электромагнитного поля.

Понятие тензора. 4-тензоры и их свойства. Абсолютно антисимметричный и метрический тензоры. Инвариантность 4-объема. Электрическое и магнитное поля как компоненты антисимметричного 4-тензора электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для потенциалов ( $\phi$ ,  $A$ ) 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: Радиотехника и компьютерные технологии

### Теория случайных процессов

#### Цель дисциплины:

освоение студентами основных понятий и методов в области исследования стохастически определенных систем, параметры состояния которых являются случайными функциями времени и координат.

#### Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий теории случайных процессов;
- изучение основных характеристик случайных процессов различных типов;
- изучение методов исследования случайных процессов и оценки их статистических характеристик;
- изучение преобразований случайных процессов в линейных и нелинейных системах;
- изучение способов представлений и моделирования случайных процессов;
- изучение способов применения теории случайных процессов для исследования стохастически определенных систем различной природы, в частности, в задачах оптимальной обработки случайных сигналов в информационных системах.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия теории случайных процессов,
- основные статистические свойства и характеристики случайных процессов различных типов,
- основные методы математического анализа, применяемые в теории случайных процессов,
- способы применения теории случайных процессов для исследования стохастически определенных систем и обработки информации.

##### уметь:

- выбирать подходящие математические модели для описания и исследования характеристик, рассматриваемых стохастически определенных систем,
- решать задачи по определению характеристик процессов на выходе рассматриваемых систем и устройств по известным характеристикам входных воздействий.

**владеть:**

- методами статистического описания случайных процессов и сигналов;
- методами представления и моделирования случайных процессов различных типов;
- методами применения теории случайных процессов для решения практических задач преобразования и обработки входных данных при наличии случайных воздействий.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы теории случайных процессов.

Введение. Понятие случайного процесса (СП). Основные определения. Реализации СП. Примеры некоторых типов СП. Одномерные и многомерные распределения вероятностей, плотности распределений вероятностей СП, их свойства, условие согласованности. Одномерные и многомерные характеристические функции СП, их свойства, условие согласованности. Моментные функции СП. Начальные и центральные моментные функции. Связь моментных и характеристических функций СП.

2. Основные классы случайных процессов. Элементы стохастического анализа случайных функций.

Некоторые основные типы случайных процессов. Элементы стохастического анализа случайных функций Дифференциальные уравнения со случайной правой частью. Стохастические интегралы. Разложение СП по ортогональным функциям (Карунена-Лозва). Представления СП в виде стохастических интегралов.

3. Стационарные случайные процессы. Эргодичность случайных процессов.

Пуассоновские импульсные СП. Дробовой шум. Определения стационарности в узком и широком смысле. Эргодичность СП. Необходимые и достаточные условия эргодичности стационарного СП при определении математического ожидания, дисперсии, функции корреляции. Определение плотности вероятности по одной реализации эргодического СП. Необходимое и достаточное условие эргодичности гауссовского стационарного СП.

4. Практическое определение статистических характеристик стационарного эргодического случайного процесса.

Практическое определение математического ожидания и ковариационной функции стационарного эргодического СП. Требуемая длительность обрабатываемой реализации для заданной точности оценок. Время корреляции. Свойства ковариационной функции стационарного СП. Примеры ковариационных функций стационарных СП.

5. Спектральное представление стационарных в широком смысле случайных процессов.

Теорема о спектральном представлении стационарных в широком смысле СП. Спектральная интенсивность и спектральная плотность СП. Связь спектральной плотности с ковариационной функцией (теорема Винера-Хинчина). Основные свойства спектральной плотности. Соотношение неопределенности для эффективной ширины спектра СП и времени корреляции. Примеры спектральных плотностей стационарных СП.

6. Белый шум. Аппроксимация реального случайного процесса белым шумом.

Асимптотический смысл дельта-коррелированных СП. Белый шум. Аппроксимация реального случайного процесса белым шумом (функция корреляции и спектральная плотность). Взаимные спектральные плотности и их свойства. Примеры спектральных представлений стационарных СП. Практическое определение спектральной плотности стационарного СП. Спектральный анализ нестационарных СП.

7. Гауссовские (нормальные) случайные процессы и их статистические свойства.

Определение гауссовского СП. Многомерные плотности вероятности и соответствующие характеристические функции. Основные свойства гауссовских СП. Некоррелированность и независимость. Стационарность в строгом и широком смысле. Многомерные смешанные моменты и их вычисление. Линейные преобразования гауссовских СП. О законе распределения на выходе линейных систем. Производная гауссовского СП. Оценка значения гауссовского случайного процесса по значениям процесса в другие моменты времени.

8. Преобразование случайных процессов в линейных системах.

Временной и спектральный подходы при описании преобразований СП в линейной системе. Математическое ожидание, ковариационная функция и дисперсия процесса на выходе системы в переходном и установившемся режимах. Спектральная плотность выходного процесса в установившемся режиме.

9. Преобразования стационарного случайного процесса в линейных динамических системах с постоянными параметрами.

Примеры преобразования стационарных СП в линейных динамических системах с постоянными параметрами: винеровский процесс, преобразование белого шума линейной динамической системой первого порядка. Броуновское движение и тепловой шум в электрических цепях. Воздействие шума на следящую систему. Фильтрация квазистационарных процессов линейными системами с постоянными параметрами.

10. Оптимальные линейные системы.

Задачи теории оптимальных линейных систем. Сглаживание и прогнозирование стационарных воздействий с использованием бесконечной предыстории. Сглаживающий фильтр с бесконечной задержкой. Выражения для функции передачи и среднеквадратической ошибки оптимального фильтра. Примеры. Максимизация отношения сигнал/шум; согласованный фильтр.

11. Узкополосные случайные процессы.

Определение узкополосного СП. Ковариационная функция узкополосного высокочастотного процесса. Эквивалентность узкополосного СП двум медленно меняющимся процессам. Узкополосные случайные процессы, определяемые дифференциальными уравнениями. Огибающая и фаза узкополосного случайного

процесса. Совместная двумерная плотность вероятности, огибающей и фазы гауссовского узкополосного СП. Релеевские флуктуации. Огибающая суммы гармонического сигнала и шума. Обобщенный закон распределения Релея.

## 12. Преобразование случайных процессов в безынерционных нелинейных системах.

Законы распределения процесса на выходе безынерционных нелинейных систем. Плотность вероятности при квадратичном преобразовании. Определение ковариационных функций на выходе нелинейных систем. Случай узкополосного входного сигнала. Квадратичное детектирование шума и аддитивной смеси полезного сигнала и шума. Вычисление моментных функций при экспоненциальном преобразовании. Измерение шумовых сигналов. Чувствительность радиометров.

## 13. Марковские случайные процессы.

Основные определения марковских случайных процессов. Плотность вероятности перехода и ее свойства. Многомерная плотность вероятности. Однородные и стационарные процессы. Уравнение Смолуховского. Дифференциальные уравнения Колмогорова и уравнение Фоккера-Планка. Начальные и граничные условия. Запись уравнения Фоккера-Планка через поток вероятности. Вычисление коэффициентов сноса и диффузии для процессов, заданных стохастическими дифференциальными уравнениями. Примеры марковских СП: винеровский случайный процесс, воздействие белого шума на линейную динамическую систему первого порядка.

## 14. Решение уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова.

Стационарное решение уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова. Методы решения нестационарных уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова. Гауссовские марковские процессы. Многомерные непрерывные (диффузионные) марковские процессы. Многомерные марковские процессы, определяемые системами стохастических уравнений первого порядка. Приведение немарковского процесса к марковскому с большей размерностью.

## 15. Приложения теории марковских случайных процессов.

Задача о времени первого достижения границ марковским случайным процессом. Определение математического ожидания времени первого достижения границы марковским случайным процессом с использованием обратного уравнения Колмогорова. Статистическое описание явления «переброса» процесса из одного устойчивого состояния в другое.

## 16. Применение теории случайных процессов к задачам обнаружения, различения и оценки параметров сигналов в присутствии шумов.

Некоторые основные понятия статистической теории решений. Отношение и функция правдоподобия, метод максимума правдоподобия. Наблюдаемые координаты СП. Использование ортогональных представлений. Обнаружение сигналов на фоне белого гауссова шума. Бинарное обнаружение. Корреляционный приемник. Многоальтернативная задача различения сигналов на фоне белого гауссова шума. Оценка параметров сигналов в присутствии белого гауссова шума. Линейные и нелинейные оценки. Обнаружение и оценка параметров сигналов в присутствии небелого гауссова шума. Использование разложения Карунена-Лоэва. Интегральное уравнение для опорного сигнала.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория стохастических систем**

#### **Цель дисциплины:**

изучение особенностей управления в живых организмах и популяциях, знакомство с теоретическими основами и методами математического моделирования процессов на уровне организма и популяций.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство студентов с основами строения организма, популяции и биоценоза как объектов управления;
- освоение студентами базовых знаний в области управления в живых системах;
- приобретение теоретических знаний в области математического моделирования процессов, протекающих на популяционном уровне, и моделирования влияния факторов риска на популяцию;
- изучение методов математического моделирования эпидемического процесса и оценки эффективности управления им;
- знакомство с современными программными системами для математического моделирования и статистического анализа медико-биологической информации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- аксиоматику современной теории вероятностей и случайных процессов;
- измеримые функции (случайные величины) и виды сходимости их последовательностей;
- основы теории меры и интеграла Лебега;
- теоремы о предельном переходе под знаком интеграла Лебега;
- условные математические ожидания и их свойства;
- винеровский процесс и его свойства;
- стохастический интеграл Ито по винеровскому процессу и его свойства.



**уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- алгоритмизировать процесс построения математической модели явления;
- делать качественные выводы по результатам математического моделирования;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие оценки изучаемых параметров и правильно оценивать степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа вероятностных процессов.

**Темы и разделы курса:****1. Аксиоматика теории вероятностей и случайных процессов**

Вероятностные модели с конечным и счетным числом исходов. Основные понятия элементарной теории вероятностей. Сигма-алгебры и измеримые пространства. Вероятностные пространства. Основы теории меры.

**2. Измеримые функции (случайные величины) и виды сходимости их последовательностей**

Определение измеримой функции (случайной величины). Сходимость последовательностей случайных величин. Поточечная сходимость. Сходимость по мере (по вероятности). Сходимость почти всюду (с вероятностью единица). Сходимость по распределению. Сходимости в среднем и в среднем квадратическом. Связь между различными видами сходимости.

**3. Интеграла Лебега и его свойства**

Конструкция интеграла Лебега. Абсолютная непрерывность мер. Теорема Радона-Никодима. Замена переменных в интеграле Лебега. Теорема Фубини.

**4. Теоремы о предельном переходе под знаком интеграла Лебега**

Теорема о монотонной сходимости. Лемма Фату. Теорема о сходимости мажорируемой последовательности. Равномерная интегрируемость. Необходимые и достаточные условия для предельного перехода под знаком интеграла Лебега.

#### 5. Условные математические ожидания и их свойства

Условные математические ожидания и условные вероятности. Определения. Основные свойства.

#### 6. Винеровский процесс и его свойства

Процессы с независимыми приращениями. Функции Хаара. Построение винеровского процесса в виде ряда со случайными коэффициентами.

#### 7. Стохастический интеграл Ито по винеровскому процессу и его свойства

Интегралы от простых функций. Свойства стохастических интегралов. Существование непрерывной модификации. Неравенство Колмогорова для мартингалов. Формула Ито. Стохастические дифференциальные уравнения в форме Ито.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория управления организационно-экономическими системами**

#### **Цель дисциплины:**

Основной целью дисциплины является получение теоретических знаний об основных понятиях и результатах теории управления в социально-экономических (организационных) системах.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомиться с основными понятиями теории управления в организационных системах;
- получить представление о специфике управления деятельностью человека как рационального агента, роли и способе применения теоретико-игрового подхода для решения задач управления в организационных системах;
- изучить базовые механизмы управления в организационных системах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные типах иерархических организационных структур управления;
- основы теории управления организационными системами;
- основные моделях и методах управления организационными системами;
- современные направления развития и совершенствования систем корпоративного управления;
- технологии внедрения перспективных систем управления;
- методы управления современными организационно-экономическими системами;
- принципы построения и анализа систем управления;
- технологию управления организационными системами,
- общие подходы к решению задач управления организационными системами,
- принципы функционирования и границы применимости основных механизмов управления организационными системами;

- методы принятия решений в условиях внешней и игровой неопределенности;
- базовые механизму управления.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных организационных систем;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- решать задачи построения оптимальных механизмов управления организационными системами;
- корректно идентифицировать практические задачи управления с точки зрения теории управления организационными системами;
- строить адекватные практическим задачам управления математические модели;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования управленческих задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами активности управляемого субъекта.

**Темы и разделы курса:**

1. Моделирование организационных систем

Основные понятия – организационная система, управление, человек как управляемый субъект. Базовая модель организационной системы.

## 2. Задачи управления организационными системами

Структура системы управления. Общая постановка задачи управления. Типы управлений. Методология решения задачи управления.

## 3. Детерминированные модели и методы принятия решений

Рациональное поведение как оптимизационная задача. Подходы к моделированию индивидуальных предпочтений. Предпочтения агентов. Условия существования функции полезности. Отношение к риску. Специфика многокритериальных оптимизационных задач при принятии индивидуальных решений.

## 4. Модели и методы принятия решений в условиях внешней неопределенности

Подходы к моделированию внешней неопределенности. Критерии эффективности в условиях внешней неопределенности. Интервальная, вероятностная и нечеткая неопределенность.

## 5. Методы теории игр в задачах управления в организационных системах

Роль теории игр в решении задачи управления в организационных системах. Основные понятия теории некооперативных игр. Игра в развернутой и нормальной формах. Матричные игры. Концепции решения игры – условия существования и методы поиска.

Основы теории некооперативных игр. Определение и основные свойства характеристической функции. Переход от нормальной формы игры к игре в форме характеристической функции. Определение дележа, доминирование дележей. Определение С-ядра. Содержательная интерпретация. Критерий не-пустоты С-ядра (теорема Бондаревой). Непустота С-ядра в выпуклых играх. Значения игры. Вектор Шепли. Арбитражная схема Шепли. Соотношение вектора Шепли с С-ядром.

Игры с фиксированным порядком ходов. Основы теории иерархических игр - Определение иерархической игры ( $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$  и т.д.). Модель поведения второго игрока (агента) в иерархических играх. Теорема о значении МГР первого игрока (центра) в игре  $\Gamma_2$ . Теорема о связи значения МГР центра в играх  $\Gamma_1, \Gamma_2$  и  $\Gamma_3$ . Теорема о МГР первого игрока в играх  $\Gamma_{2m}$  и  $\Gamma_{2m+1}$ . Равновесие Штакельберга. Иерархические игры как метод моделирования подчиненности в организационных системах.

Основы теории рефлексивных игр. Основные понятия: структура информированности, фантомные агенты, граф рефлексивной игры, информационное равновесие – истинность и стабильность. Подходы к решению рефлексивных игр, условия существования информационного равновесия.

## 6. Базовые механизмы управления организационными системами

Механизм управления, как базовый элемент системы управления. Классификация механизмов управления по функциям управленческой деятельности. Комплекс базовых механизмов управления. Примеры базовых механизмов планирования и стимулирования.

Примеры базовых механизмов организации и контроля. Построение комплексных механизмов организационного управления на основе базовых. Примеры комплексных механизмов управления. Технология внедрения механизмов управления.

## 7. Модели индивидуального стимулирования.

Базовые системы стимулирования

Задача стимулирования в теории управления. Базовая модель стимулирования. Механизм стимулирования. Множество реализуемых действий. Прямая и обратная задачи стимулирования. Условия согласованности и индивидуальной рациональности. Затраты на стимулирование. Область компромисса. Принцип компенсации затрат. Скачкообразные, компенсаторные, линейные и комиссионные системы стимулирования, их свойства и сравнительная эффективность. Суммарные и составные системы стимулирования. Формы и системы оплаты труда. Индивидуальные стратегии предложения труда.

## 8. Модели стимулирования за индивидуальные результаты

Модели стимулирования за результаты коллективной деятельности

Унифицированные системы стимулирования

Система со слабо связанными агентами. Сепарабельные и несепарабельные затраты агентов. Принцип декомпозиции игры агентов для случаев зависимого и независимого стимулирования.

Результат деятельности. Функция агрегирования. Решение задачи синтеза оптимальной функции коллективного стимулирования в системе с агрегированием информации. Идеальное агрегирование.

Пропорциональные унифицированные системы стимулирования. Унифицированные системы стимулирования за результаты коллективной деятельности.

## 9. Модели стимулирования в условиях внешней и внутренней неопределенности

Задача синтеза оптимального механизма стимулирования в активной системе с внешней вероятностной неопределенностью. Модель простого активного элемента. Элементы теории контрактов - задачи ухудшающего отбора и морального риска.

10. Методы устранения внутренней неопределенности. Условия неманипулируемости механизмов планирования.

Постановка задачи планирования в активных системах. Прямые и не прямые механизмы. Условия неманипулируемости механизмов планирования. Механизмы открытого управления. Оптимальность механизмов открытого управления в организационных системах с одним активным элементом. Задача ухудшающего отбора как задача планирования.

11. Неманипулируемые механизмы планирования без трансфертов. Основы теории коллективного выбора

Задачи планирования без трансферабельной полезности: задача распределения ресурсов и задача активной экспертизы. Теорема о структуре равновесия Нэша. Оптимальность неманипулируемых механизмов распределения ресурсов и активной экспертизы. Элементы теории коллективного выбора, условия существования неманипулируемых механизмов без трансфертов.

12. Неманипулируемые механизмы планирования с трансфертами. Основы теории дизайна механизмов.

Механизм внутренних цен. Гипотеза слабого влияния. Принцип выявления. Механизм Викри-Гровса-Кларка. Проблема несбалансированности платежей

13. Введение в теорию информационного управления в организационных системах

Основные понятия информационного управления. Виды информационного управления: информационное регулирование, активный прогноз, рефлексивное управление. Стабильность информационного управления. Примеры решения задач информационного управления – модель «конкурентная борьба».

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Теория функций комплексного переменного**

#### **Цель дисциплины:**

изучение методов и овладение аппаратом анализа функций комплексного переменного для их применения при решении задач математической физики, гидродинамики, аэродинамики и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение свойств регулярных функций, разложение регулярных функций в кольце в виде суммы ряда Лорана;
- умение исследовать изолированные особые точки функции и применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- владение методом конформных отображений при решении задач уравнений математической физики на плоскости.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- условия Коши-Римана, интегральную теорему Коши, интегральную формулу Коши;
- критерии регулярности функций: теоремы Морера и Вейерштрасса, представление регулярной функции, заданной в кольце, в виде суммы ряда Лорана; типы изолированных особых точек;
- понятие вычета в изолированной особой точке;
- теорему Коши о вычислении интегралов через сумму вычетов;
- понятие регулярной ветви многозначной функции;
- понятие конформного отображения, дробно-линейные функции и функции Жуковского;
- теорему Римана о конформной эквивалентности односвязных областей;
- решение классической задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости методом конформных отображений.



**уметь:**

- представлять регулярную функцию, определенную в кольце, в виде суммы ряда Лорана;
- находить и исследовать изолированные особые точки функции;
- применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- находить функции, осуществляющие конформные отображения заданных областей;
- применять метод конформных отображений при решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости.

**владеть:**

- методами комплексного анализа, применяемыми при вычислении интегралов с помощью вычетов;
- методами комплексного анализа, применяемыми при решении задач гидродинамики, аэродинамики, математической физики и др.

**Темы и разделы курса:**

1. Элементарные функции комплексного переменного, их дифференцируемость и интегрируемость по контуру. Условия Коши-Римана. Теорема об обратной функции. Многозначные функции. Главные регулярные ветви функций. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

1.1. Комплексные числа. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Последовательности и ряды. Понятие функции комплексного переменного. Непрерывные функции.

1.2. Дифференцирование по комплексному переменному. Условия Коши--Римана. Понятие функции, регулярной в области. Сопряженные гармонические функции двух переменных.

1.3. Элементарные функции комплексного переменного: степенная, рациональная, показательная и тригонометрическая, их свойства. Теорема об обратной функции (невыврожденный случай). Понятие о многозначной функции и ее регулярных ветвях. Главные регулярные ветви многозначных функций.

1.4. Интегрирование по комплексному переменному. Интегральная теорема Коши для регулярных функций (доказательство для случая кусочно-гладкого контура в односвязной области). Интегральная формула Коши (интеграл Коши). Интеграл типа Коши, его регулярность.

1.5. Первообразная. Достаточное условие существования первообразной. Формула Ньютона--Лейбница. Теорема Морера.

1.6. Приращение аргумента  $z$  вдоль гладкого контура, его интегральное представление и свойства. Приращение аргумента функции  $f(z)$  вдоль непрерывного контура и его свойства.

Общий вид регулярных ветвей многозначных функций и в односвязной области, не содержащей нуля. Условия существования и общий вид регулярных ветвей многозначных функций.

2. 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.

3. 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.

4. Целые и мероморфные функции. Их свойства. Понятие об аналитическом продолжении. Особые точки аналитических функций. Принцип аргумента. Теорема Руше.

4.1. Целые функции. Теорема Лиувилля. Теоремы Сохоцкого-Вейерштрасса и Пикара (последняя без доказательства) для целых функций.

4.2. Мероморфные функции. Разложение мероморфных функций в конечную сумму элементарных дробей.

4.3. Понятие об аналитическом продолжении элементов друг в друга с помощью конечной цепочки кругов и вдоль контура, эквивалентность этих понятий. Единственность аналитического продолжения. Понятие об аналитической функции и ее римановой поверхности. Теорема о монодромии (без доказательства).

4.4. Особые точки аналитических функций, точки ветвления. Теорема Коши-Адамара о наличии особой точки на границе круга сходимости степенного ряда.

4.5. Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.

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.

6. Классическая задача Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости.

6.1. Классическая задача Дирихле для уравнения Лапласа. Единственность решения. Интеграл Пуассона для круга. Существование решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Технологии обеспечения целостности сигналов**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами базовых знаний в части инженерного обеспечения совместной работы различных устройств в составе вычислительных комплексов (ВК) на базе современных СБИС, включая высокочастотные каналы обмена, и методы достижения их максимальной производительности.

#### **Задачи дисциплины:**

- целостности сигналов при взаимодействии различных устройств вычислительного комплекса, т.е. методов уменьшения искажений при передаче сигналов и снижения уровней помех в системе связей;
- электромагнитной совместимости (ЭМС) вычислительного комплекса с другими объектами, т.е. методов защиты ВК от внешних воздействий и методы по снижению уровня излучений ВК, вредных другим устройствам.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- модели линий передачи логических сигналов с сосредоточенными параметрами;
- модели линий передачи логических сигналов с распределенными параметрами (длинные линии), виды искажений при передаче и методы согласования в длинных линиях;
- механизмы возникновения помех и каналы проникновения их в электронные схемы;
- влияние конструктивных неоднородностей на работоспособность цифровых устройств и в том числе на работу высокоскоростных каналов связи;
- методы обеспечения электромагнитной совместимости ВК с другой аппаратурой.

##### **уметь:**

- провести на качественном уровне анализ работы электронных схем при многофакторном воздействии окружающих элементов и внешней среды;
- провести расчет временных параметров логических устройств, шин и каналов связи;

- сформировать программу, подготовить измерительную и испытательную технику для проведения комплексных испытаний ВК с целью определения области работоспособности ВК и выявления скрытых дефектов различного происхождения;
- протестировать проект до изготовления опытного образца на предмет наличия нарушений в части обеспечения целостности сигналов;
- ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к параметрам,

**владеть:**

- методами использования ключевых программ САПР для:
- моделирования переходных процессов в электрических схемах;
- выявления цепей с повышенным уровнем помех сложных платах;
- определения реальных характеристик систем электропитания цифровых модулей;
- навыками использования современной измерительной техники типа многоканальных осциллографов гигагерцового диапазона и высокоскоростных логических анализаторов.

**Темы и разделы курса:**

1. Линии связи с сосредоточенными параметрами

Сосредоточенные параметры линий связи ( $L$ ,  $C$ ,  $R$ , взаимная индуктивность и взаимная емкость) и их влияние на параметры логических сигналов .

2. Линии связи с распределенными параметрами

Длинные линии связи. Виды искажений в рассогласованных линиях (искажения формы, интерференция в высокочастотных каналах).

3. Методы согласования

Параллельное, последовательное, диодное согласование и области их применения.

4. Расчет временных параметров передачи сигналов

Методы проверочного расчета временных параметров логических устройств, включая анализ шин и каналов связи

5. Виды помех и основные причины их возникновения

Дифференциальные и синфазные помехи, «шум на земле», пульсации на шинах питания. Каналы проникновения помех в микросхему (несимметричные логические входы, аналоговые входы, питание PLL, питание core ).

## 6. Эффект SSO

Сигнал помехи при одновременном переключении многих выходов микросхемы. Зависимость эффекта SSO от реализации назначения выводов корпуса.

## 7. Конструктивные неоднородности в платах

Конструктивные неоднородности в платах (разрезы в слоях питания, недостаточное количество земляных контактов в соединителях, «тени» в парах логических слоев, нарушение симметрии в дифференциальных парах) и их влияние на работоспособность устройств.

## 8. Разводка питающих напряжений на плате

Методы анализа высокочастотной системы разводки питающих напряжений на плате

## 9. Влияние искажений в монтаже интерфейсов

Влияние искажений в монтаже на работу различных интерфейсов (DDR, PCIexpress, USB, SATA, AGP и др.)

## 10. Электромагнитная совместимость ВК с другой аппаратурой

Методы обеспечения электромагнитной совместимости ВК с другой аппаратурой

## 11. Система заземления

Влияние системы заземления на работу ВК и методы корректного заземления сложных вычислительных систем

## 12. Выявление нарушений целостности сигналов при испытаниях ВК

Опыт выявления нарушений целостности сигналов при испытаниях ВК и методы их устранения

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Технологии оптимизирующей компиляции**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами базовых знаний в области устройства и разработки оптимизирующих компиляторов, изучение различных способов представления программы, изучение классов оптимизирующих преобразований и строителей аналитической информации, ознакомление с организацией процесса разработки компилятора.

#### **Задачи дисциплины:**

- лексического, синтаксического и семантического разбора программ на языках высокого уровня;
- алгоритмов поиска и преобразования графов, широко применяемых в оптимизирующей компиляции;
- классов оптимизирующих преобразований, их внутреннего устройства, а также сбора, построения и хранения аналитической информации, используемой в процессе работы оптимизаций;
- оптимизирующего планирования и генерации кода под целевую архитектуру;
- оптимизации работы с памятью;
- организации процесса разработки оптимизирующего компилятора.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общее устройство современного оптимизирующего компилятора;
- принципы лексического, синтаксического и семантического разбора программ;
- основные аналитические структуры данных, используемые в оптимизирующих компиляторах;
- основные алгоритмы на графах и деревьях;
- общее представление об оптимизирующих преобразованиях;
- общее представление о реализации крупного программного проекта в области компиляторов.

**уметь:**

- преобразовывать исходную программу на языке высокого уровня в промежуточное представление;
- анализировать промежуточное представление программы;
- строить аналитические структуры данных по промежуточному представлению;
- строить алгоритмы на аналитических структурах данных, используемых в оптимизирующем компиляторе;
- моделировать работу простых потоковых, цикловых и межпроцедурных оптимизаций на промежуточном представлении.

**владеть:**

- современными программными методиками, используемыми в оптимизирующих компиляторах;
- приемами организованной разработки и сопровождения крупного программного проекта.

**Темы и разделы курса:****1. Введение в компиляторы**

Основные понятия и виды трансляторов. Устройство современных компиляторов. История развития компиляторов.

**2. Лексический анализ**

Определение и задача лексического анализа. Регулярные выражения. Практические вопросы создания лексических анализаторов.

**3. Синтаксический анализ**

Определение и задача синтаксического анализа. Формальные грамматики. Деревья разбора.

**4. Семантический анализ**

Определение и задача семантического анализа. Таблицы символов. Области видимости. Типы данных.

**5. Промежуточное представление программы**

Определение и виды промежуточных представлений. Основные языковые конструкции в представлении.



## 6. Планирование и генерация кода

Основные стадии работы хвостовой части компилятора. Алгоритмы планирования инструкций. Алгоритмы распределения регистров.

## 7. Введение в оптимизации

Определение и задача оптимизаций. Классификация оптимизаций.

## 8. Локальные оптимизации

Локальные оптимизации потока данных. Оптимизации алгебраических выражений. Удаление мёртвого кода.

## 9. Оптимизации потока управления

Задача оптимизации потока управления. Упрощение условных конструкций. Сортировка графа потока управления. Оптимизация конструкций switch.

## 10. Оптимизации памяти

Виды памяти в программе. Оптимизация работы со стеком. Оптимизация работы с массивами.

## 11. Оптимизации циклов

Основные понятия циклов. Оптимизации циклов для устранения избыточности. Оптимизации циклов для работы с кешем. Оптимизации циклов для уплотнения широкой команды.

## 12. Межпроцедурные и межмодульные оптимизации

Оптимизации вызовов функций. Проблемы неявных вызовов функций. Проблемы и способы решения межпроцедурных оптимизаций в разных.

## 13. Анализы указателей

Понятие указателей и их роль во время оптимизации. Определение и задача анализа указателей. Классификация и виды анализов указателей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Технологии физического уровня беспроводных сетей**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами основных технологий, применяемых при передаче цифровой информации в современных системах связи.

#### **Задачи дисциплины:**

- фундаментальная подготовка студентов в области теории передачи информации;
- формирование у студентов навыков применения полученных знаний при проектировании, исследовании и моделировании телекоммуникационных сетей и систем;
- консультирование студентов, при проведении ими самостоятельных исследований в области построения телекоммуникационных сетей и систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные принципы построения телекоммуникационных сетей и систем;
- методы приема и передачи данных в современных телекоммуникационных системах и сетях;
- современные тенденции развития телекоммуникаций.

##### **уметь:**

- самостоятельно формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области проектирования телекоммуникационных систем;
- использовать полученные знания и навыки для исследования моделей систем множественного доступа.

##### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;

- математическими методами описания и исследования телекоммуникационных сетей и систем.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Методы цифровой модуляции

Методы цифровой модуляции. Представление сигнала в виде комплексной функции. Гильбертово пространство. Методы цифровой модуляции: ASK, PSK, FM и QAM.

Ортогонализация Гильберта-Шмидта. Мультиплексирование с использованием ортогональных частот (OFDM) и его использование в современных системах связи.

#### 2. Каналы связи

Каналы связи: общая классификация. Особенности распространения сигнала в беспроводных каналах связи: затухание сигнала на расстоянии, замирания, смещение частоты несущей. Классификация замираний и ее связь с параметрами системы связи. Линейный фильтр как модель канала с замираниями. Распределения Релея, Райса и Накагами. Оценивание параметров беспроводных каналов связи. Компенсация искажений сигнала при распространении по беспроводным каналам связи. Синхронизация в системах связи использующих беспроводные каналы.

#### 3. Задача множественного доступа

Задача множественного доступа. Модели систем множественного доступа: модель с центральным узлом и модель без центрального узла. Прямой и обратный каналы и методы их разделения (TDD и FDD). Методы доступа TDMA и FDMA. Использование OFDM в системах множественного доступа: OFDMA.

#### 4. Кодовые методы разделения пользователей в системах множественного доступа

Кодовые методы разделения пользователей в системах множественного доступа. Использование последовательностей с низкой корреляцией для разделения пользователей в системах множественного доступа (DS CDMA). Выбор ансамблей кодовых последовательностей и особенности приема в DS CDMA. Псевдослучайная перестройка рабочей частоты (FH CDMA). Связь с использованием сигналов со сверхширокой полосой (UWB). Использование линейной частотной модуляции в системах множественного доступа (CSS).

#### 5. Пространственное разнесение

Пространственное разнесение. Технология многоантенной передачи MIMO. Коды для многоантенной передачи: критерии построения и примеры конструкций.

#### 6. Общая структура физического уровня широкополосного радиointерфейса

Общая структура физического уровня широкополосного радиointерфейса. Эволюция технологий физического уровня в сетях WLAN на примере IEEE 802.11, WMAN на примере IEEE 802.16, WPAN на примере Wireless USB, ECMA 368, IEEE 802.15.3a/c, Bluetooth, IEEE 802.15.4.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Управление требованиями, конфигурацией, изменениями**

#### **Цель дисциплины:**

Подготовить специалистов, способных на высоком уровне обеспечивать соответствие разрабатываемых продуктов предъявляемым требованиям, управлять конфигурацией и изменениями на различных этапах жизненного цикла продукта.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать теоретические основы и практические навыки в областях управления требованиями, конфигурацией и изменениями сложных инженерных продуктов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методы управления и инжиниринга требований;
- подходы и стандарты к управлению конфигурацией;
- способы организации управления изменениями в зависимости от их области и целей реализации.

##### **уметь:**

- определять источники требований и оценивать качество требований;
- проводить декомпозицию продукта и организовывать работу с ним;
- проводить оценку целесообразности изменений.

##### **владеть:**

- навыками анализа и инжиниринга требований;
- навыками построения и организации структур продукта;
- навыками организации и проведения работ по управлению изменениями.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Введение в управление конфигурацией, требованиями и изменениями

История возникновения. Современное применение и взаимосвязь между процессами/дисциплинами

### 2. Управление жизненным циклом продукта/АЭС

Описание основных этапов жизненного цикла продукта от разработки до закрытия

### 3. Управление требованиями продукта/проекта

Общий обзор дисциплины, основные понятия, процессы.

### 4. Источники требований и критерии

Рассмотрение понятия требования, различных источников, критериев формирования требований на основе применимой нормативной базы

### 5. Основные этапы организации работы с требованиями

Планирование, мониторинг и контроль требований

### 6. Анализ и инжиниринг требований

Проведение анализа требований и работа по разработке и описанию требований

### 7. Верификация и валидация требований

Организация работ по проверке исполнения требований на разных этапах жизненного цикла

### 8. Мониторинг и закрытие требований

Рассмотрение инструментов мониторинга и принятия решения о завершении работ

### 9. Инструменты управления требованиями

Краткий обзор применяемых инструментов

### 10. Искусственный интеллект в управлении требованиями - обработка естественного языка (NLP)

Обзор применимости NLP в рамках управления требованиями

### 11. Управление конфигурацией продукта

Общий обзор дисциплины, основные понятия, процессы.

### 12. Декомпозиция продукта и управление разработкой

Рассмотрение структур продукта и их применение при разработке

### 13. Идентификация элементов продукта

Рассмотрение различных правил кодирования для контроля состава

### 14. Базовые линии и управление состоянием

Рассмотрение концепции базовых линий и способов управления состоянием

## 15. Управление рассмотрением и выпуском

Рассмотрение практики рассмотрения и выпуска конфигурации продукта

## 16. Аудиты конфигурации

Подходы к проведению аудитов по конфигурации

## 17. Инструменты управления конфигурацией

Обзор применяемых инструментов

## 18. Big Data в управлении конфигурацией

Обзор применимости Big Data в рамках управления конфигурацией

## 19. Управление изменениями продукта

Общий обзор дисциплины, основные понятия, процессы.

## 20. Управление изменениями на разных этапах жизненного цикла. Часть 1

Применяемые методы управления изменениями, специфика для различных стадий

## 21. Управление изменениями на разных этапах жизненного цикла. Часть 2

Применяемые методы управления изменениями, специфика для различных стадий

## 22. Сквозное управление конфигурацией - управление конфигурацией предприятия/проекта

Общий обзор дисциплины, основные понятия, процессы.

## 23. Сквозная интеграция процесса управления конфигурацией

Управление составом структур предприятия/проекта и их взаимосвязями - оргструктура, бизнес-процессы, WBS, CBS, FBS/PBS

## 24. Сквозная интеграция управления требованиями

Управление требованиями предприятия/проекта - организационные/административные процедуры, договора, поручения

## 25. Сквозная интеграция процесса управления изменениями

Управление изменениями предприятия/проекта - оргструктура, бизнес-процессы, WBS, CBS, FBS/PBS

## 26. Сквозное управление результатом как основа для применения Machine Learning и Data Science

Рассмотрение возможностей применения Machine Learning и Data Science в рамках внедрения сквозного управления конфигурацией

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Уравнения математической физики**

#### **Цель дисциплины:**

Конечной целью дисциплины «Уравнения математической физики» является формирование базовых компетенций вместе с лежащими в их основе знаниями, умениями и навыками использования стандартного математического аппарата, предназначенного для описания физических процессов, зависящих от двух и большего числа переменных. Как правило, такие процессы описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. И хотя в наиболее интересных случаях уравнения оказываются нелинейными, простейший путь к построению теории даже нелинейных уравнений в частных производных второго и более высокого порядка начинается с линеаризации таких уравнений. В связи с тем, что введение в теорию квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка вошло в предшествующий курс обыкновенных дифференциальных уравнений, общая цель вводного курса в базовый математический аппарат описания многомерных физических процессов традиционно сводится к изучению методов решения корректно поставленных задач математической физики, сформулированных как задачи с начальными, краевыми и начально-краевыми условиями для линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. При этом уравнения порядка выше второго, как правило, остаются за пределами стандартного вводного курса, невзирая на их важность, например, для механики сплошных сред и теории упругости. Главной целью данного вводного курса является освоение основных классических подходов к решению корректно поставленных задач, используя при этом как аналитические методы решения, дополненные элементами современных методов, так и качественные методы анализа искомых решений, применимые даже тогда, когда аналитический вид самих решений не известен. Решаемые в курсе классическими методами конкретные классические задачи не следует воспринимать чисто утилитарно, как решения неких задач, которые к чему-то можно, а к чему-то и нельзя приложить непосредственно. Основополагающей мотивацией данного курса следует считать введение в классические подходы к классическим задачам математической физики, которые следует воспринимать скорее как наиболее простые и понятные образцы и примеры, на которые можно и нужно ориентироваться исследователю, ставящему и решающему актуальные задачи современной математической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

Освоить все этапы решения задачи математической физики по полной схеме:

«классификация задачи – анализ корректности постановки – выбор подходящего аналитического метода решения – решение задачи – анализ найденного решения». Освоить также все этапы анализа задачи математической физики общего вида по неполной схеме:

«классификация задачи – анализ корректности постановки – качественный анализ свойств искомого решения» в случае, когда задача не поддается аналитическому решению в явном виде, что для уравнений в частных производных является скорее общим правилом, чем исключением. На практике такой анализ позволяет быстрее определить правильное направление поиска каких-либо иных средств решения задачи, помимо аналитических, таких, например, как приближенные и численные методы, хотя и основанных на курсе УМФ, но выходящих за его традиционные рамки.

### **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;
- принципы максимума для параболических и эллиптических уравнений;
- метод Фурье построения классических решений начально-краевых задач для уравнения теплопроводности и волнового уравнения;
- основные свойства гармонических функций;
- формулу Пуассона решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре;
- формулу Пуассона решения задачи Неймана для уравнения Лапласа в шаре.

#### **уметь:**

- определять тип дифференциальных уравнений в частных производных; приводить уравнения 2-го порядка с переменными коэффициентами к каноническому виду;
- решать методом характеристик задачи Коши и Гурса для гиперболического уравнения на плоскости;
- решать смешанные задачи на полуоси для одномерного волнового уравнения;
- решать задачу Коши для волнового уравнения;
- решать задачу Коши для уравнения теплопроводности;
- применять метод Фурье при решении смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности;
- решать краевые задачи для уравнения Пуассона в круговых и шаровых областях.



**владеть:**

- методами и подходами теории уравнений в частных производных, ориентированными на решение широкого круга прикладных задач в области механики, физики и экономики и др;
- знаниями, умениями и навыками, приобретенными в ходе изучения курса уравнений математической физики, позволяющими корректно формулировать и решать краевые и начально-краевые задачи, возникающие при математическом моделировании реальных процессов в рамках различных областей науки и техники.

**Темы и разделы курса:****1. Гармонические функции и их свойства.**

Гармонические функции. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Потенциалы простого и двойного слоев. Объемный (ньютонов) потенциал. Бесконечная дифференцируемость гармонических функций. Теоремы о среднем. Теорема об устранении особенности. Принцип максимума. Теорема Лиувилля.

**2. Задача Коши для волнового уравнения.**

Волновое уравнение в случае двух и трех пространственных переменных. Плоские характеристики волнового уравнения, световой конус. Постановка задачи Коши. Задача Коши для волнового уравнения. Необходимые условия для существования решения. Закон сохранения энергии и единственность решения задачи Коши. Существование решения задачи Коши в случаях трех пространственных переменных (формула Кирхгофа). Существование решения задачи Коши в случае двух пространственных переменных (формула Пуассона, метод спуска). Непрерывная зависимость решения от начальных функций.

Распространение волн в случае двух и трех пространственных переменных. О диффузии волн в случае двух пространственных переменных.

**3. Задача Коши для уравнения теплопроводности.**

Задача Коши для уравнения теплопроводности. Необходимые условия для существования решения. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Единственность решения, ограниченного в каждой характеристической полосе. Класс единственности Тихонова. Решение задачи Коши для однородного уравнения теплопроводности-формула Пуассона. Бесконечная дифференцируемость решения. Принцип максимума. Непрерывная зависимость решения от начальной функции. Отсутствие непрерывной зависимости решения задачи Коши для уравнения «обратной теплопроводности» (пример Адамара).

**4. Классификация уравнений. Характеристики.**

Дифференциальные уравнения в частных производных. Линейные дифференциальные уравнения. Классификация уравнений второго порядка.

Характеристики линейных уравнений второго порядка. Обыкновенное дифференциальное уравнение для характеристик в двумерном случае. Характеристики волнового уравнения.

Волновое уравнение в случае одной пространственной переменной. Постановка задачи Коши (в частности, локализованной задачи), формула Даламбера. Область зависимости решения задачи Коши. Непрерывная зависимость решения от начальных функций. Пример отсутствия непрерывной зависимости в случае уравнения Лапласа (пример Адамара).

5. Метод Фурье решения смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности.

Смешанная задача для одномерного уравнения теплопроводности на конечном отрезке. Необходимые условия разрешимости задачи (условия гладкости правой части уравнения и начальной и граничных функций и условия их согласования). Принцип максимума и теорема единственности. Теорема о непрерывной зависимости решения от начальной и граничных функций.

Метод Фурье доказательства теоремы о существовании решения.

Смешанная задача для одномерного волнового уравнения на конечном отрезке. Необходимые условия разрешимости задачи (условия гладкости правой части уравнения и начальных и граничных функций и условия их согласования). Теорема единственности и теорема о непрерывной зависимости решения от начальных функций (закон сохранения энергии).

Метод Фурье доказательства теоремы о существовании решения.

6. Области внешнего типа. Краевые задачи для уравнения Лапласа в областях внешнего типа.

Области внешнего типа. Преобразование инверсии и его свойства. Преобразование Кельвина. Регулярность гармонической функции на бесконечности. Принцип максимума для гармонической функции в области внешнего типа.

Задача Дирихле для уравнения Лапласа в области внешнего типа. Необходимые условия разрешимости задачи. Теорема единственности решения. Теорема о непрерывной зависимости решения от граничной функции. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа во внешности шара -формула Пуассона.

7. Решение задачи Дирихле и задачи Неймана для уравнения Лапласа в круге и в шаре.

Задача Дирихле для уравнения Пуассона в ограниченной области. Необходимые условия ее разрешимости. Единственность решения; непрерывная зависимость решения от граничной функции. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре-формула Пуассона.

Задача Неймана для уравнения Пуассона в ограниченной области. Необходимые условия разрешимости. Теорема об общем виде решения задачи. Решение задачи Неймана для уравнения Лапласа в шаре.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Фазированные антенные решетки**

#### **Цель дисциплины:**

изучение основ теории и техники современных фазированных антенных решеток (ФАР).

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о назначении ФАР применительно к системам ра-диолокации и радиосвязи и их основных характеристиках;
- освоение базовых знаний в области физического моделирования ФАР;
- приобретение навыков анализа и синтеза современных ФАР разных конструкций и оценки их характеристик;
- получение представления об алгоритмах и методах формирования луча современных ФАР.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории и техники ФАР;
- порядки численных величин, основных характеристик ФАР;
- типы современных ФАР и области их применения
- современные проблемы теории и техники ФАР.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения задач теории и техники ФАР;
- производить численные оценки характеристик ФАР;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

##### **владеть:**

- основными методами моделирования фазированных антенных решеток и расчета их характеристик;
- навыками самостоятельной работы и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов численного эксперимента и сопоставления с теоретическими данными.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Диаграммоформирование в ФАР**

Управление полем в апертуре – фазовращатели, аттенуаторы. Комплексные амплитуды. Непрерывное и дискретное управление, ошибка установки комплексной амплитуды. Влияние ошибок установки на форму ДН ФАР.

Вычисление комплексных амплитуд - формирование острого луча в заданном направлении. Формула для вычисления фаз. Управление амплитудой для расширения луча и снижения уровня БЛ. Особенности вычисления распределения для конформных антенн. Формула для вычисления фаз для случая конформных антенн.

Многолучевые решетки. Одновременное формирование нескольких лучей. Распределение в апертуре, необходимое для формирования нескольких лучей. Мощности в каналах, для случая когерентных и некогерентных лучей.

Метод парциальных диаграмм для формирования луча. Применение теоремы Котельникова совместно с методом парциальных диаграмм. Взаимное влияние лучей. Синтез ДН методом парциальных диаграмм. Применение метода парциальных ДН для формирования контурных диаграмм направленности.

Адаптивное диаграммоформирование, задачи. Решение задачи в общем виде, через управление распределением в апертуре. Метод Аппельбаума – вычисление ковариаций. Требования к вычислительной мощности и архитектуре системы управления. Итерационные методы оптимизации.

Управление распределением в апертуре с помощью метода парциальных диаграмм. Формирование нулей через вычисление матрицы ковариаций. Итерационные методы формирования нулей. Метод прямого вычисления весов парциальных лучей (многолучевая антенна).

Управление положением нулей для случая линейной антенны. Управление формой ДН. Подавление помехи.

Выбор критериев адаптации (отношение сигнал-шум или уровень сигнала помехи). Особенности адаптации для случая мерцающей помехи. Широкополосная помеха.

Влияние неточности установки комплексного веса на глубину нуля. Поэлементное управление в канале для увеличения глубины нуля.

#### **2. Калибровка и контроль ФАР**

Калибровка ФАР. Принципы калибровки. Определение начальной комплексной длины каналов и определение коэффициентов передачи в каждом состоянии. Методы калибровки – прямое измерение с помощью зонда, REV, другие методы. Особенности калибровки многоэлементных антенн. Особенности калибровки в процессе эксплуатации. Методы возбуждения апертуры контрольным сигналом. Влияние ошибки установки зонда на точность калибровки. Влияние безэховости на точность калибровки.

Методы контроля ФАР. Использование методов калибровки для контроля ФАР.

### 3. Основные характеристики ФАР

Поле ФАР как системы излучателей. Вычисление поля. ДН ФАР как комбинация ДН элемента и множителя решетки. ДН ФАР как преобразование Фурье от распределения в апертуре. Основные особенности ДН – интерференционные лепестки. Расположение и периодичность интерференционных лепестков в линейной антенне, антенне с прямоугольной и гексагональной сетками расстановки излучателей.

Взаимная связь в АР. Парциальная диаграмма излучателя в решетке. Коэффициент усиления ФАР и его изменение при сканировании. Синтез излучателей для ФАР и методы их согласования. Минимальное число управляющих элементов ФАР.

Подавление интерференционных лепестков. Использование ДН элемента для подавления интерференционных лепестков, оптимальная ДН элемента. Подавление интерференционных лепестков в неэквилибральных антеннах. Использование разбиения на подрешетки для подавления интерференционных лепестков.

### 4. Принципы конструирования ФАР

Принципы конструирования ФАР. Активные и пассивные ФАР. Модульность и компактность при конструировании ФАР. Надежность ФАР, взаимозаменяемость элементов. Необходимость контроля исправности составных элементов ФАР. Особенности конструирования больших антенн. Особенности конструирования ФАР миллиметрового диапазона. Особенности конструирования космических ФАР.

### 5. Системы управления ФАР

Системы управления ФАР. Принципы управления. Синхронное и несинхронное управление лучом. Центральное и распределенное вычисление. Скорость переключения луча – два времени. Момент переключения луча, синхронизация по импульсу и по времени получения команды. Принципы организации автоматического непрерывного контроля.

### 6. Схемы возбуждения ФАР

Схемы возбуждения ФАР – оптические, фидерные. Цифровые ФАР.

Волноводные и микрополосковые возбудители для ФАР. Схема "елочка" с делителями. Многолучевые ФАР – схема Батлера и Бласса.

Оптическое возбуждение. Проходные и отражательные ФАР. Многолучевые ФАР с оптическим диаграммоформированием. Линза Ротмана.

## 7. Фазированные антенные решетки и их назначение

ФАР. Область применения ФАР – локация, системы связи, облучатели ГЗА. Основные задачи – быстрое сканирование, формирование луча сложной формы, адаптивное диаграммоформирование.

Преимущество – быстрое переключение луча, гибкость управления формой луча.

Недостатки – относительно высокая стоимость, относительно низкая надежность при отсутствии возможности обслуживания (надежны при обслуживании).

Типы ФАР – линейные, плоские, конформные, многопанельные, круговые. Эквилистантные и неэквилистантные ФАР. Активные и пассивные ФАР. ФАР с управлением фазой, амплитудой, с дискретным и непрерывным переключением. Цифровые и аналоговые ФАР.

## 8. Широкополосные ФАР

Изменение положения и формы луча с частотой. Частотное сканирование, волноводно-щелевая антенна.

Вопрос широкополосности ДН, связь ширины рабочей полосы с размерами антенны и размером сектора электронного сканирования. Расширение полосы с использованием линий задержки. Широкополосность ФАР с оптическим диаграммоформированием

Формирование расширенного нуля для подавления помехи в рабочем диапазоне частот.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Физическая культура**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

#### **Задачи дисциплины:**

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

##### **уметь:**

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

## **владеть:**

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

## **Темы и разделы курса:**

### **1. ОФП (общая физическая подготовка)**

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, быстроте, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или 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 тромбофлебиту.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потоотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

#### Выносливость.

Выносливость определяет возможность выполнения длительной работы, противостояния утомлению. Выносливость решающим образом определяет успех в таких видах спорта, как лыжи, коньки, плавание, бег, велоспорт, гребля.

В спорте под словом «выносливость» подразумевается способность выполнять интенсивную мышечную работу в условиях недостатка кислорода. Разные люди по-разному справляются со спортивными нагрузками. Кому-то они достаются легко, кому-то с напряжением, так как все зависит от индивидуальной устойчивости человека к кислородной недостаточности.

Кислородная недостаточность возникает при значительной физической нагрузке. Не успевая получить из атмосферного воздуха необходимый кислород, организм спортсмена вырабатывает энергию за счет анаэробных реакций, при этом образуется молочная кислота. Для восстановления нарушенного равновесия и используется получаемый после финиша «кислородный долг». Ученые установили, что, чем выше кислородный долг после предельной работы, тем он обладает большими возможностями работать в бескислородных условиях.

Секрет выносливости – в направленной подготовке организма. Для развития общей выносливости необходимы упражнения средней интенсивности, длительные по времени, выполняемые в равномерном темпе. С прогрессивным возрастанием нагрузки по мере усиления подготовки.

В значительной мере выносливость зависит от деятельности сердечно-сосудистой, дыхательных систем, экономным расходом энергии. Она зависит от запаса энергетического субстрата (мышечного гликогена). Запасы гликогена в скелетных мышцах у нетренированных людей составляет около 1,4%, а у спортсменов – 2,2%. В процессе тренировки на выносливость запасы гликогена значительно увеличиваются. С возрастом выносливость заметно повышается, на при этом следует учитывать не только календарный, но и биологический возраст.

Чем выше уровень аэробных возможностей, то есть выносливость, тем лучше показатели артериального давления, холестерина обмена, чувствительности к стрессам. При понижении выносливости повышается риск ишемических болезней сердца, появления злокачественных новообразований.

Ловкость и методы ее воспитания.

Под ловкостью подразумевается способность человека к быстрому овладению новыми движениями или к быстрой перестройке двигательной деятельности в соответствии с требованиями внезапно изменившейся ситуации.

Воспитание ловкости связано с повышением способности к выполнению сложных по координации движений, быстрому переключению от одних двигательных актов к другим и с выработкой умения действовать наиболее целесообразно в соответствии с внезапно изменившимися условиями или задачами (т.е. способность быстро, точно и экономно решать сложную двигательную задачу).

Координирующие способности:

- 1) способность координировать движения при построении действия;
- 2) способность перестроить их для изменения параметров действия или переключение на другое действие при изменении условий.

Ловкость характеризуется координацией и точностью движений. Координация движений - основной компонент ловкости: способность к одновременному и последовательному согласованному сочетанию движений. Она зависит от четкой и соразмерной работой мышц, в которой строго согласованы различные по силе и времени мышечные напряжения.

Некоторые авторы определяют координацию движений по-разному, акцентируя внимание на одной из ее сторон. Н.А. Бернштейн, принимая во внимание внешнюю сторону координации движений, определяет ее как преодоление избыточных ступеней свободы движущегося органа, т.е. превращение его в управляемую систему. Звено тела движется по равнодействующей внутренних, внешних и реактивных сил. Центральная нервная система получает от проприорецепторов движущегося органа информацию об отклонении его траектории от “надлежащей” и вносит соответствующие поправки в эффекторный процесс. Данный принцип координирования он назвал принципом сенсорной коррекции.

Ведущее место принадлежит ЦНС. Создание сложнейших координаций, необходимых для осуществления трудных задач, происходит за счет высокой пластичности нервных процессов, обуславливающих быстрое переключение с одних реакций на другие и создание новых временных связей (Н.В. Зимкин, 1970).

Ловкость в значительной степени зависит от имеющегося двигательного опыта. Владение разнообразными двигательными умениями и навыками положительно сказывается на функциональных возможностях двигательного анализатора. Следовательно, ловкость можно считать проявлением дееспособности функциональных систем управления движением и распределения энергозатрат.

К основным факторам, определяющим ловкость, относятся: деятельность ЦНС, богатство динамических стереотипов, степень развития систем, умение управлять мышечным тонусом, полноценность восприятия собственных движений и окружающей обстановки. Все эти факторы тесно взаимосвязаны.

Ловкость может измеряться временем овладения или выполнения двигательного действия (мин, с), координационной сложностью выполняемого действия (оценка элементов в гимнастике из 8,9 и 10 баллов), точностью выполняемого действия (слалом - количество сбитых флажков, акробатика - высота, группировка, градусы в поворотах, устойчивость в приземлении), результатом (прыжки в высоту с шестом-м, см).

Средства развития ловкости.

Наиболее эффективным средством считают следующие упражнения: гимнастические, акробатические, легкоатлетические, спортивно-игровые, единоборства, горнолыжные. У акробатов и гимнастов высока точность движений, и зависит она от уровня спортивной подготовленности. Эта зависимость проявляется в точности оценки пространственно-временных интервалов и дозирования мышечных усилий. Гимнастические и акробатические упражнения развивают анализаторные системы, повышают вестибулярную устойчивость (особенно ТСО: лопинг, качели, батут, гимнастическое колесо), улучшают координационные возможности занимающихся. Специально подобранные ОРУ на согласование и точность движений особенно эффективны для воспитания координации движений рук.

Тройной прыжок, прыжки с шестом, в длину и высоту способствуют развитию прежде всего координации движений занимающихся. Наиболее эффективным и доступным средством воспитания ловкости у занимающихся являются подвижные и спортивные игры. Они развивают координацию, точность и соразмерность движений, анализаторные системы. В спортивно-игровых упражнениях приобретаются навыки быстрых и эффективных движений в неожиданно сложившейся ситуации.

Упражнения в единоборствах развивают ловкость. Бокс, борьба, фехтование развивают точность и быстроту реакции. Они формируют такие тонкие ощущения, как “чувство дистанции”, “чувство времени”, расширяя тем самым двигательные возможности человека. Варьирование тактических условий в спортивных играх и единоборствах способствует своевременной перестройке двигательной деятельности.

Скоростные спуски, слалом выполняются в непрерывно меняющихся условиях и также способствуют развитию ловкости.

Методика воспитания ловкости.

Общими методическими требованиями в процессе обучения является “новизна” упражнений и постепенное повышение их координационной сложности. Для развития ловкости можно использовать любые новые упражнения или изученные упражнения с элементами новизны. Это обучение новому должно осуществляться постоянно. Простое повторение изученных упражнений не ведет к развитию ловкости, а длительные перерывы

приводят к потере способности обучаться (при длительных перерывах мастера спорта проигрывают I-разрядникам по времени освоения нового элемента). Автоматизация динамического стереотипа аналогична, в известной степени, скоростному барьеру и не способствует развитию ловкости.

Постепенное повышение координационной трудности упражнения может заключаться в повышении требований:

- 1) к точности движений;
- 2) к их взаимной согласованности;
- 3) к внезапности изменения обстановки.

Методические приемы, с помощью которых реализуются общие методические положения:

- выполнение I раз показанных комплексов ОРУ или несложных гимнастических и акробатических элементов;
- выполнение упражнений оригинальным (необычным) способом (выполнение подъема не силой, а махом; преодоление препятствий нетрадиционным способом);
- зеркальное выполнение упражнения (соскок в “чужую” сторону, метание или прыжок “чужой” ногой или толчок “чужой” рукой);
- применение необычных исходных положений (прыжки или бег спиной вперед). Приемы необычных двигательных заданий развивают способность быстро обучаться новым движениям, т.е. “тренируют тренированность ЦНС”;
- изменение скорости или темпа движений;
- изменение пространственных границ (увеличение размеров препятствий или высоты снаряда, уменьшение площадок для игры);
- введение дополнительных движений (опорный прыжок с последующим кувырком или поворотом в воздухе);
- изменение последовательности выполняемых движений (элементов в комбинации);
- комплексирование видов деятельности (ходьба и прыжки, бег и ловля);
- выполнение движений без зрительного анализатора.

Данные методические приемы повышают координационную сложность упражнений. Координация движений зависит от точности движений, устойчивости вестибулярного аппарата, умения расслаблять мышцы.

Точность и соразмерность движений - это способность выполнять их в максимальном соответствии с требуемой формой и содержанием. Они предполагают наличие не только точно согласованной мышечной деятельности, но и тонких кинестезических, зрительных ощущений и хорошей двигательной памяти. Соответствие пространственных параметров действия заданному эталону достигается взаимосвязью пространственной, временной и динамической точности движений в различных двигательных действиях.

Воспитание точности обеспечивается систематическим развивающим воздействием на восприятие и анализ пространственных условий, а одновременно и на управление пространственными параметрами движений.

Рекомендуемые методические приемы и подходы:

- ОРУ на точность движений по командам;
- разметка дистанции, постановка дополнительных ориентиров в прыжках или соскоках;
- метание по цели (на указанное расстояние, в корзину, по мишени);
- прыжки и соскоки на точность приземления (0,5 x 0,5 м);
- бег с различной величиной и частотой шага;
- сочетание контрастных заданий (метание на разные расстояния или предметов разного веса на одно расстояние, удары по воротам с 10 и 20 м);
- улучшение пространственн



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Философские проблемы взаимодействия России и мира**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения данной дисциплины является развитие самостоятельного, критического мышления обучающихся и глубокой мировоззренческой культуры, опирающейся на выработанные европейской философской традицией рациональные принципы, а также формирование навыков поиска интерпретаций современных проблем и дискурсов: адекватно ставить и решать широкий спектр научно-технических, социально-экономических и нравственно-гуманистических проблем

#### **Задачи дисциплины:**

сформировать представление об общих методологических принципах современных естественных и социально-гуманитарных наук на основе описания динамики естественных наук и их особых типов рациональности;

познакомить с базовыми принципами современной научной парадигмы;

сформировать у обучающихся навыки оформления научных исследований в форме статей и докладов на основе указанных методологических принципов;

научить грамотной аргументации научной гипотезы с опорой на методологический аппарат философии и гуманитарных наук;

дать обучающимся основные сведения о специфике философского мировоззрения, показать особенности философского знания, его структуру, функции, основные проблемы;

рассмотреть основные этапы истории философии через призму базовых концептов современной науки, а также показать значение таких философских разделов, как онтология, гносеология, философия культуры, философская антропология, социальная философия для формирования научной методологии.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

исходные философские принципы, категории, термины и специфику подхода философии и гуманитарной науки к изучению общества и культуры;

философские концепции личности и фундаментальные программы реализации самоизменений в истории философии.

**уметь:**

применять техники постановки проблем (формирование навыков проблемного мышления);  
использовать философское знание для понимания межкультурного взаимодействия.

**владеть:**

способностью применения философских идей для построения публичного выступления.  
способностью конструировать собственное философское мировоззрение.

**Темы и разделы курса:****1. Динамика естественных наук и типы научной рациональности**

Классическая наука и механистическая картина мира: редукционизм, детерминизм, разделение объекта и познающего субъекта. Неклассическая наука и квантово-релятивистская картина мира: природа как сложная динамическая система, индетерминизм, 3 уровня организации – микро, макро и мегамиры, наблюдатель внутри природы. Постнеклассическая наука и эволюционно-синергетическая картина мира: нелинейность, иерархия сложности, познание как «идеал исторической реконструкции» и как «человекообразный процесс», включение ценностных, этических и социальных факторов

**2. Базовые принципы современного естествознания**

Глобальный эволюционизм: утверждение всеобщности принципа эволюции по ступеням – космическая, химическая, биологическая, психосоциальная, культурная. Признаки: рост сложности, разнообразия, способности накапливать энергию. Системность связи неживой природы, живой природы и человека. Признаки: взаимодействие элементов, иерархичность, наличие эмерджентных свойств. Самоорганизация (от неживых систем до человеческой культуры). Признаки: чередование устойчивости и неравновесности, точки бифуркации, рождение систем более высокого уровня организации. Относительность разделения на субъект и объект. Признаки: «диалог с природой», включение в объект ценностных, этических и социальных факторов.

**3. Два класса наук – «науки о природе» и «науки о культуре»: тенденция к их сближению**

В. Дильтей о различиях методологии естественных и гуманитарных наук. Неокантианцы В. Виндельбанд и Г. Риккерт: науки о природе и науки о культуре. Ценности и оценки.

**4. Философские аспекты глобального эволюционизма, системности и нелинейности (самоорганизации)**

Этапы эволюции духовной культуры: мистика (200 тыс. лет назад), искусство (40 тыс. лет), мифология (10 тыс. лет), философия (2500 лет), мировые религии (2000-1300 лет), наука (400 лет), идеология (200 лет). Философские системы – субъективные рациональные системные картины мира. Стадии развития отраслей культуры: зарождение, становление, расцвет, инерционность, упадок. Новая точка бифуркации.

5. «Осевое время»: рождение рациональности и индивидуальности. Философия как горизонт постижения мира: Древняя Индия, Древний Китай и Древняя Греция

Цель философии – познание истины. Философы – авангард, прорывающийся к новизне. Особенности философских систем Древней Индии, Древнего Китая, Древней Греции. Философская формула рациональности

6. Первый круг развития философии: античная философия

Сократ – родоначальник философии: философская формула Сократа: Счастье = Мудрость = Добродетель = Удовольствие. Философия Платона: 2 мира – мир идей (сверхчувственный) и мир чувственный. Философия Аристотеля. Структура знания: физика, метафизика, логика, этика, риторика, политика.

7. Принципы самосозидания античного человека

Филогенетическое развитие человечества и эволюция культуры на определенном этапе приводят к осознанию существования триединства «Творчество ↔ Поиск истины ↔ Поиск смысла». Роль самотворчества в становлении индивидуальности в Античности. Система духовных упражнений: «научиться жить», «научиться общению с Другим», «научиться умирать».

8. Второй круг развития философии: средневековая философия. Реализм и номинализм

От «Исповеди» Бл. Августина к «Сумме теологии» Фомы Аквинского: философия – служанка богословия. Реализм и номинализм. «Бритва Оккама».

9. Третий круг развития философии: философия Нового времени. Теория познания как цель философии: английский эмпиризм и континентальный рационализм

Теория познания как цель философии. Английский эмпиризм: «идолы» Ф. Бэкона, первичные и вторичные качества Д. Локка, скептицизм Д. Юма; Континентальный рационализм: ясность и отчетливость идей Р. Декарта, монады Г. Лейбница.

10. Значение немецкой классической философии для создания научной картины мира

Агностицизм И. Канта: «рассудок предписывает законы природе». Объективный идеализм Г. Гегеля: «все действительное разумно, все разумное – действительно».

## 11. Иррационализм и позитивизм как два направления развития постклассической философии

Воля и бессознательное как движущие силы истории: философские системы А. Шопенгауэра, Ф. Ницше, А. Гартмана. Позитивизм как философия науки. Кризис европейской философии.

## 12. Этапы позитивизма как философии науки

Позитивизм О. Конта. Неопозитивизм XX в.: Б. Рассел и К. Поппер. Постпозитивизм: Т. Кун, И. Лакатос, М. Полани., П. Фейерабенд.

## 13. Философия культуры: предмет, функции и типы культур

Культура как предмет философского познания. Функции культуры. Исторические типы культур, понятие цивилизации как социокультурной системы: любой отдельный социокультурный мир (А. Тойнби), высший уровень культурной идентичности (Хантингтон) или эпоха заката (О. Шпенглер). Отличия культур Востока и Запада. Особенности российской цивилизации

## 14. Философия постмодернизма как отражение упадка европейской культуры

Отказ от линейности и детерминизма в трактовке социальных процессов (замена традиционного концепта «История» концептом «Постистория» - «эпоха комментариев» М. Фуко)). Отказ от универсальных законов развития и ориентация на плюрализм. Признание множественности реальностей — виртуальных реальностей, возможности создания гиперреальности, единицей которой выступает симулякр (Ж. Бодрийяр). Исчезновение субъекта, который отныне выступает не столько как творец, сколько как комбинатор отдельных элементов.

## 15. Перспективы современной науки

Наука как эволюционный процесс. Противоречия современной науки

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Французский язык**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне A1+ (A2.1) (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, ceux*, Степени сравнения прилагательных (повторение).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

## 17. Решение проблем.

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов\людей, разрешить\запретить что-либо, высказать\написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Цифровые методы обработки в системах передачи данных**

#### **Цель дисциплины:**

дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация – электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современных приемах обработки и передачи дискретной информации, имеющих различное назначение и реализацию, познакомить со структурой и принципами организации передачи данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области обработки и передачи дискретной информации;
- раскрытие сущности и значения задач обработки и преобразования данных, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ технологии передачи данных;
- формирования системного подхода в сфере цифровых методов передачи и обработки информации, т.е. умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы цифровой передачи и обработки информации;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы реализации технологии цифровой передачи данных;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации технологии передачи данных;
- методы и средства аппаратно-программного обеспечения задач передачи данных;
- критерии возможной реализации и качества обработки информации;
- требования к построению систем передачи информации и рекомендации по обеспечению их функционирования и обслуживания.

##### **уметь:**

- эффективно использовать приемы, методы и средства обработки и передачи информации;
- практически реализовывать полученные навыки разработки цифровых систем передачи данных;
- формулировать задачи создания систем, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

**владеть:**

- существующими приемами, методами и средствами обработки информации;
- навыками использования современных методов передачи данных;
- приемами использования современных технологий построения, комплексирования и развития средств и систем передачи данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Общие положения. Технология передачи данных.

Основные понятия, принципы передачи информации. Структура устройств передачи и приема данных, основные блоки и их назначение.

2. Преобразование аналоговых, в том числе и речевых сигналов в цифровую форму.

Виды передаваемых данных. Методы цифрового представления данных. Дискретизация сигнала. Использование кодеков.

3. Кодирование информации в цифровых системах связи при передаче.

Кодирование источника. Криптографическое кодирование. Помехоустойчивое кодирование, классификация кодов. Скремблирование и перемежение данных.

4. Группобразование.

Принципы многоканальной передачи данных на физическом и канальном уровнях модели OSI. Разновидности мультиплексоров. Процедуры демультиплексирования.

5. Плезioxронная цифровая иерархия (ПЦИ), общие понятия.

Уровни цифровой иерархии. Структура потока E1. Принципы синхронизации сети. Процедура выделения основного цифрового канала.

6. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), общие понятия.

Основные отличия от ПЦИ. Виртуальные контейнеры. Структура кадра, особенности мультиплексирования. Совместимость с ПЦИ.

7. Способы модуляции цифровых сигналов.

Понятие комплексной огибающей. Универсальный квадратурный модулятор. Виды модуляции. Режим АСМ. Особенности импульсной передачи. Сигналы с расширением спектра.

## 8. Перспективы развития цифровой связи.

Характеристики современного оборудования проводной и беспроводной передачи данных.  
Обзор перспективных принципов и технологий передачи.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Цифровые системы вещания**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных принципов построения и математических основ функционирования современных цифровых систем вещания;
- изучение структуры и параметров применяемых в настоящее время систем цифрового звукового, мультимедийного и телевизионного вещания.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами принципов построения и структуры современных цифровых систем вещания;
- приобретение практических навыков применения современных методов канального кодирования и модуляции в современных системах вещания;
- приобретение знаний для ориентации в современных системах вещания и выбора перспективных.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общую структуру цифровых систем вещания;
- основы помехоустойчивого кодирования;
- методы модуляции цифровой информации в системах вещания;
- системы цифрового телевизионного вещания первого и второго поколения
- современные системы цифрового звукового и мультимедийного вещания.

##### **уметь:**

- применять знания по цифровым системам вещания при построении, эксплуатации и техническом обслуживании сетей цифрового вещания.

##### **владеть:**

- основными приемами настройки и выбора параметров при эксплуатации и техобслуживании оборудования цифровых систем вещания;
- теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью изучения перспективных систем цифрового вещания.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Цифровое кодирование и мультиплексирование аудиовидеоинформации**

Структура системы цифрового вещания. Кодирование источника. Мультиплексирование видео и звуковой информации.

#### **2. Помехоустойчивое кодирование**

Принципы кодирования источника сообщений. Классификация помехоустойчивых кодов. Линейные блочные коды. Циклические коды. Сверточные коды. Турбокодирование. Низкоплотностные коды.

#### **3. Методы модуляции цифровой информации**

Созвездия дискретной модуляции. Система ортогональной многочастотной модуляции. Алгоритмы синхронизации и демодуляции OFDM сигналов.

#### **4. Системы цифрового телевизионного вещания**

Стандарты цифрового телевизионного вещания DVB, ATSC, ISDB, DTMB. Система цифрового наземного телевизионного вещания DVB-T. Система цифрового спутникового телевизионного вещания DVB-S. Система цифрового кабельного телевизионного вещания DVB-C.

#### **5. Системы цифрового телевизионного вещания второго поколения**

Система цифрового наземного ТВ вещания DVB-T2. Система цифрового спутникового ТВ вещания DVB-S2. Система цифрового кабельного ТВ вещания DVB-C2. Эффективность использования систем цифрового ТВ вещания в России.

#### **6. Системы звукового и мультимедийного вещания**

Система мобильного телевизионного вещания DVB-H. Система мобильного мультимедийного вещания T-DMB. Цифровое радиовещание DAB, DRM. Система цифрового наземного мультимедийного вещания РАВИС: общая структура, кодер источника, передатчик, приемник, конкурентные технологии.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Цифровые системы передачи информации на основе сигнала с одной несущей частотой**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить обучающихся с основными принципами моделирования цифровых систем связи на примере сигнала с одной несущей.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение основных принципов и алгоритмов цифровой системы передачи информации на основе сигнала с одной несущей частотой.
- Освоение обучающимися основных методов построения систем передачи данных.
- Ознакомление с особенностями построения систем передачи данных.
- Знакомство с инструментами моделирования математических систем Matlab

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общую структуру цифровых систем передачи данных;
- область применения цифровой системы передачи данных с одной несущей частотой;
- базовые алгоритмы, применяемые в построении модели и прототипов цифровой системы передачи данных с одной несущей частотой;
- особенности, аппаратные и принципиальные ограничения, влияющие на разработку цифровой системы передачи данных с одной несущей.

##### **уметь:**

- применять знания основных алгоритмов физического уровня при построении модели систем цифровой передачи данных с одной несущей.

##### **владеть:**

- базовыми навыками проектирования цифровой системы связи;

- алгоритмами кодирования, модуляции, фильтрации, временной синхронизации и восстановления несущей в системе цифровой передачи данных с одной несущей.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Цифровые системы передачи данных

Особенности цифрового и аналогового сигнала. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция. Теорема Котельникова (Найквиста — Шеннона). Схема и назначение ключевых блоков цифровой системы передачи данных.

#### 2. Сигнальное созвездие. Отображение информационного сигнала на созвездие

Фазовая модуляция (Phase Shift Keying – PSK). Амплитудно-фазовая модуляция (Amplitude Phase Shift Keying – APSK). Квадратурно-амплитудная модуляция (Quadrature Amplitude Modulation – QAM). Сигнальные созвездия их особенности и применения. Код Грея.

#### 3. Энергетики линии связи. Метрологическое исследование сигнала

Расчет энергетики линии связи. Аддитивный белый гауссовский шум. Метрологическое исследование сигнала: битовая ошибка (Bit Error Ration – BER), ошибка модуляции (Modulation Error Ration – MER).

#### 4. Сигнальное созвездие. Восстановление информационного сигнала из сигнального созвездия

Восстановление информационного сигнала из сигнального созвездия. Жесткое и мягкое решение при демодуляции сигнала. Метод максимального правдоподобия (Maximum Likelihood Estimation – MLE).

#### 5. Формирование сигнала на выходе передатчика

Формирование полосы сигнала. Межсимвольная интерференция (Intersymbol Interference – ISI). Фильтрация. Согласованная фильтрация.

#### 6. Символьная (временная) синхронизация

Временной рассинхронизации. Детектор Гарднера.

#### 7. Кадровая синхронизация

Кадровая структура сигнала. Алгоритмы кадровой синхронизации.

#### 8. Восстановление несущей

Частотная и фазовая рассинхронизации. Алгоритмы восстановления несущей. Связь структуры кадра со скоростью и точностью восстановления несущей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Цифровые системы передачи информации на основе сигнала с ортогональным частотным разнесением каналов (OFDM)**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить обучающихся с основными принципами моделирования цифровых систем связи на примере сигнала с множеством ортогональных частотных поднесущих каналов (OFDM).

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение основных принципов и алгоритмов цифровой системы передачи информации на основе сигнала OFDM;
- освоение обучающимися основных методов построения систем передачи данных;
- ознакомление с особенностями построения систем передачи данных.
- знакомство с инструментами моделирования математических систем Matlab.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные методы построения моделирования и проектирования цифровой связи;
- основы цифровой обработки сигналов в радиосистемах;
- виды цифровой модуляции сигналов;
- алгоритмы синхронизации в цифровых системах.

##### **уметь:**

- Применять полученные теоретические знания при моделировании систем радиосвязи;
- моделировать алгоритмы обработки сигналов в программном комплексе Matlab.

##### **владеть:**

- Базовыми теоретическими и экспериментальными методами организации беспроводной цифровой связи;
- актуальным инструментарием для реализации методов беспроводной связи

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Основы моделирования и построения цифровых систем передачи информации**

Теоретические основы приема и передачи сигналов. Знакомство с используемым программным обеспечением. Цифровая модуляция сигналов. Амплитудно-фазовая модуляция (Amplitude Phase Shift Keying – APSK). Фазовая модуляция (Phase Shift Keying – PSK). Квадратурная амплитудная модуляция (Quadrature Amplitude Modulation – QAM) Сигнальное созвездие. Прямое и обратное Фурье преобразование. Дискретное преобразование Фурье.

#### **2. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов**

Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (Orthogonal frequency-division multiplexing – OFDM). Структура приемника и передатчика OFDM. Преимущества и недостатки OFDM. Понятия OFDM-символ, OFDM-кадр. Квадратурный модулятор и снос на несущую частоту. Рандомизатор на основе регистра сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС). Защитный интервал. Циклический префикс.

#### **3. Искажения сигнала при наземном распространении**

Теплой аддитивный шум приёмника. Временная рассинхронизация приёмника и передатчика. Частотная рассинхронизация приёмника и передатчика. Многолучевое распространение сигнала. Доплеровское размытие и спектр Джексона. Моделирование канальной характеристики.

#### **4. Методы восстановления OFDM сигнала на приёмной стороне**

Корреляция и автокорреляция. Грубая временная синхронизация с использованием защитного интервала и автокорреляционной функции сигнала. Частотная синхронизация сигнала.

#### **5. Пилотный сигнал OFDM**

Пилотные сигналы в OFDM сигнале. Маска пилотных несущих. Постоянные и рассеянные пилоты. Эквилизация сигнала. Тонкая временная синхронизация. Восстановление фазы сигнала. Восстановление амплитудно-частотной характеристики канала. Двухмерная эквилизация с использованием рассеянной маски пилотов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Электротехнические материалы и компоненты для электропривода**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Электротехнические материалы и компоненты для электропривода» является формирование знания и понимания физической природы диэлектрических и проводящих материалов, применяемых в электроприводе, формирование представлений о технологических возможностях изготовления этих материалов и их применения в электроприводе.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний на уровне представлений: освоение основных понятий физики диэлектриков и проводников и теоретических моделей этих материалов, классификации диэлектриков и проводников, их свойств, терминологии, касающейся диэлектриков и проводников, технологии их изготовления, а также описания и методов экспериментального определения их свойств;
- формирование знаний на уровне воспроизведения: освоение принципов выбора диэлектрических и проводниковых материалов для практического применения, понимание технологических возможностей и ограничений при применении диэлектрических и проводниковых материалов, а также методов тестирования данных материалов и определения их свойств;
- формирование знаний на уровне понимания: освоение основных методов оценки требований к диэлектрическим и полупроводниковым материалам и технологии их изготовления исходя из технических требований к устройствам электропривода.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия физики диэлектрических и проводящих материалов и теоретические модели этих материалов;
- классификацию диэлектрических и проводящих материалов;
- свойства диэлектрических и проводящих материалов;
- терминологию, касающуюся диэлектрических и проводящих материалов, технологии их изготовления, а также описания и экспериментального определения их свойств;

- методы экспериментального определения свойств диэлектрических и магнитных материалов.

**уметь:**

- выбирать диэлектрические и проводящие материалы для практического применения, с учётом технологических возможностей и ограничений их применения;
- определять основные свойства диэлектрических и проводящих материалов.

**владеть:**

- навыками оценки требований к диэлектрическим и проводящим материалам и технологии их изготовления исходя из технических требований к устройствам электропривода.

**Темы и разделы курса:**

1. Физика диэлектриков. Часть 1

Электрические взаимодействия и электрическое поле. Уравнения Максвелла и электростатическое поле. Поля систем зарядов различной конфигурации. Мультиполи и электрический диполь.

2. Физика диэлектриков. Часть 2

Диэлектрические среды и поляризация. Свободные и связанные заряды. Вектор электрического смещения и напряжённость электрического поля. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Граничные условия для электрического поля и поляризации. Энергия электрического поля.

3. Физика диэлектриков. Часть 3

Поляризация однородного диэлектрика. Ток связанных зарядов. Ток смещения в диэлектрической среде. Электростатика диэлектриков. Ионные и ковалентные кристаллы. Ковалентные диэлектрики. Теплопроводность диэлектриков.

4. Активные диэлектрики

Пироэлектричество. Сегнетоэлектрики. Теория локального поля и поляризуемости. Пьезоэлектричество. Электрострикция. Мультиферроики. Электрореологические жидкости.

5. Физика проводников. Часть 1

Энергетические зоны. Проводники, полупроводники и изоляторы в зонном представлении. Свободные заряды и проводимость. Электрический ток и сопротивление. Металлы. Теория металлов Друде. Теория металлов Зоммерфельда. Теплопроводность металлов.

6. Физика проводников. Часть 2

Полуклассическая модель динамики электронов и проводимости в металлах. Проводимость сплавов и твёрдых растворов. Статическая и высокочастотная проводимость. Проводники в электрическом и магнитном поле. Влияние примесей, дефектов кристаллической структуры и деформации на проводимость металлов. Термоэлектрические эффекты.

#### 7. Физика сверхпроводников

Сверхпроводимость. Критический ток и критическое поле. Идеальный диамагнетизм и эффект Мейснера. Уравнение Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау. Представления теории БКШ. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхпроводники.

#### 8. Электроизоляционные материалы. Часть 1

Электрические свойства диэлектриков: электропроводность, поляризация, диэлектрические потери, пробой. Виды и классификация электроизоляционных материалов. Термические свойства электроизоляционных материалов.

#### 9. Электроизоляционные материалы. Часть 2

Газообразные и жидкие диэлектрики. Электроизоляционные полимеры и полимерные плёнки. Электроизоляционные лаки (пропиточные и покрывные). Клеящие электроизоляционные лаки. Лаки для обмоточных проводов. Электроизоляционные эмали. Электроизоляционные компаунды и клеи.

#### 10. Электроизоляционные материалы. Часть 3

Электроизолирующее волокно и ткани (натуральные и синтетические волокна и материалы из них, стекловолокно и стеклоткани, пропитанные ткани, локоткани). Электроизоляционная бумага (конденсаторная, трансформаторная и кабельная бумага, картоны). Электроизоляционные слюдяные материалы.

#### 11. Электроизоляционные материалы. Часть 4

Изолирующие трубки (лакированные, эластомерные, пластмассовые, термоусадочные). Листовые слоистые пластики (гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, препреги). Фольгированные слоистые пластики. Печатные платы (однослойные и многослойные). Электротехническая керамика. Электроизоляционные материалы с высокой теплопроводностью. Нагревостойкие и криогенные электроизоляционные материалы.

#### 12. Проводящие материалы

Материалы высокой проводимости. Проводниковые и изоляционные материалы обмоточных и монтажных проводов, силовых кабелей. Контакты проводников. Проводящие нити и ткани. Обмоточные и монтажные провода, силовые кабели. Диагностика изоляции обмоток электрических машин.

#### 13. Сверхпроводящие материалы

Низкотемпературные сверхпроводники (НТСП). Проволочные сверхпроводящие материалы. Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). Сверхпроводящие ленты на основе ВТСП. Технология получения сверхпроводящих проволок и ВТСП лент.

#### 14. Композиционные материалы

Определение композиционного материала (композита). Композиционные материалы с полимерной и металлической матрицей. Прочность композитов. Материалы матриц и

армирующих компонентов. Область применения композитов. Использование и диагностика композиционных материалов в электрических машинах.

#### 15. Производство композиционных материалов

Основные процессы производства композитов. Оборудование и технологическая оснастка производства композитов. Порошковая металлургия. Аддитивные технологии в производстве композиционных материалов.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Элементы цифровых устройств**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами теоретических знаний и практических навыков в области проектирования и применения современной элементной базы интегральных цифровых устройств.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний и навыков в области проектирования элементов цифровых устройств на уровне вентилей и отдельных функциональных блоков;
- обучение студентов навыкам применения средств моделирования электронных схем;
- формирование знаний о схемотехнических решениях, применяемых в современной элементной базе цифровых устройств;
- формирование общего представления о проблемах и направлениях развития схемотехники современной элементной базы цифровых устройств.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные параметры, характеристики, принципы работы полупроводниковых приборов и элементов, применяемых в современных цифровых интегральных схемах;
- принципы построения, параметры, характеристики вентилей и функциональных блоков цифровых устройств;
- схемотехнические решения, наиболее широко применяемые при проектировании цифровых устройств, их достоинства, недостатки;
- методы проектирования и оптимизации по заданным параметрам функциональных блоков цифровых устройств;
- простейшие методики моделирования и численного расчёта параметров вентилей и функциональных блоков цифровых устройств.

##### **уметь:**

- применять стандартные схемотехнические решения при проектировании вентиляей и элементов цифровых устройств;
- давать качественную оценку параметров и характеристик спроектированных устройств, понимать характер влияния схемотехнических решений на эти параметры;
- решать схемотехнические задачи по проектированию узлов цифровых устройств с заданными функциональными и эксплуатационными параметрами;
- применять стандартные методы проектирования функциональных блоков цифровых устройств;
- применять средства и инструменты математического моделирования цифровых устройств и систем на различных уровнях абстракции.

**владеть:**

- навыками работы с технической документацией, в том числе на иностранных языках;
- навыками применения системного и прикладного программного обеспечения, систем автоматизированного проектирования;
- математическим аппаратом, применяемым для инженерных расчётов.

**Темы и разделы курса:**

1. Обзор современной элементной базы интегральных цифровых устройств.

МДП транзистор. Принцип работы, основные уравнения.

Краткие сведения о технологии производства МДП интегральных схем.

Классификация цифровых элементов, основные характеристики.

2. Схемотехника вентиляей, применяемых в современных цифровых ИС.

МОП цифровая схемотехника. Статическая КМОП логика. КМОП инвертор — принцип работы, передаточная характеристика, анализ переходного процесса, оценка задержки, оценка потребляемой мощности. Проектирование вентиляей КМОП, оценка быстродействия вентиля. Схемы на проходных транзисторах (n- p- и комплементарные ключи), параметры, применение. Динамическая логика, логика домино.

3. Схемотехника и проектирование комбинационной логики.

Проектирование комбинационных схем, минимизация логических функций, карты Карно.

Метод минимизации Куайна. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры. Сумматоры (архитектуры, оценка быстродействия).

Умножители (архитектуры, оценка быстродействия).

#### 4. Схемотехника и проектирование триггеров и конечных автоматов.

Триггерные схемы. Классификация триггеров. RS, T, D, JK триггеры. Схемы триггеров с переключением по фронту синхросигнала. Конечные автоматы. Классификация, описание, проектирование. Счётчики. Архитектуры, оценка быстродействия.

Регистры и регистровые файлы.

#### 5. Интегральная память.

Запоминающие устройства.

Статические и динамические ОЗУ, ПЗУ и Flash-память.

Параметры ЗУ, архитектура, основные блоки.

Память с произвольным и последовательным доступом.

Память с ассоциативным доступом и кэш-память.

#### 6. Синхронизация в цифровых схемах.

Связь параметров синхросигнала с эксплуатационными параметрами вентиля и триггеров.

Изохронные, мезохронные и плезиохронные схемы.

Базовые принципы построения схем PLL и DLL.

Распределение синхросигнала по кристаллу. Дерево и сетка синхронизации.

#### 7. Компьютерное моделирование электронных схем.

Обзор средств моделирования электронных систем и схем на различных уровнях абстракции. Базовые сведения о «быстрых» и SPICE симуляторах.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Язык программирования Python**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение концепций разработки программного обеспечения (ПО) и их реализации на мультипарадигменном языке Python.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование навыков создания приложений на языке Python.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Возможности языка Python для написания программ.

##### **уметь:**

Самостоятельно программировать на языке Python, как с использованием готовых модулей, так и создавая свои собственные.

##### **владеть:**

Навыками использования современных технологий программирования, навыками разработки информационных систем для решения прикладных задач.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Особенности языка Python**

- Положительные стороны Python
- Области применения Python
- Преимущества Python перед другими языками
- Недостатки Python

##### **2. Синтаксис Python**

- Интерактивный режим
- Стили кода (PEP8)
- Автоматическое форматирование

### 3. Встроенные типы объектов

- Числа
- Строки
- Списки
- Кортежи
- Словари
- Множества

### 4. Управляющие конструкции

- Логические выражения
- Условия
- Циклы

### 5. Модули и пакеты

- Работа с пакетами PyPI, pip
- Популярные пакеты
- Стандартные модули и пакеты
- Внешние пакеты

### 6. Динамическая типизация

- «Утиная типизация»
- Специальные методы объектов

### 7. Многопоточное программирование

- Создание и завершение потоков
- Методы синхронизации

### 8. Исключения, отладка, линтеры

- Работа с исключениями в Python
- Пользовательские исключения
- Отладка программ
- Отладчик IDE
- Статические проверки кода

### 9. ООП в Python

- Особенности объектно ориентированного подхода в Python
- Особенности наследования и полиморфизма в Python

## 10. Архитектура программ

- Что такое архитектура ПО
- Связи и сцепленность
- Характеристики качества архитектуры
- Дзен Python
- Пример изменения

## 11. Принципы SOLID

- Принцип единственной ответственности
- Принцип открытости/закрытости
- Принцип подстановки Лисков
- Принцип разделения интерфейса
- Принцип инверсии зависимостей

## 12. Код-ревью и рефакторинг программ

- На что стоит обращать внимание при инспекции кода
- Что такое рефакторинг кода
- Хорошие комментарии в коде

## 13. Тестирование

- Unit tests
- PyTest
- Code coverage
- Отчеты

## 14. Создание графических приложений в Python

- Этапы создания GUI
- Создание графического интерфейса на Tkinter
- Принципы построения интерфейса с использованием библиотеки Tk

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Радиотехника и компьютерные технологии**

### **Язык программирования Rust**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков в области разработки программ на языке программирования Rust.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучение студентов основным правилам и особенностям разработки программного обеспечения на языке Rust;
- обучение студентов основным интерфейсам, предоставляемым стандартной библиотекой языка;
- освоение студентами материала на уровне, достаточном для разработки собственных программ на языке программирования Rust.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные конструкции языка Rust;
- особенности модели памяти языка Rust;
- возможности стандартной библиотеки;
- возможности экосистемы Rust.

##### **уметь:**

- Создавать программы, используя язык программирования Rust;
- организовывать и осуществлять тестирование кода средствами экосистемы Rust;
- осуществлять компиляцию и сборку кода на языке Rust.

##### **владеть:**

- Основными приемами программирования с использованием языка Rust;

- Возможностями систем сборки, анализа кода и тестирования.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в Rust. Общие концепции программирования.

- История появления и развития Rust.
- Преимущества и недостатки языка.
- Установка окружения разработки. Hello world application.
- Переменные и изменяемость.
- Типы данных:
  - Скалярные типы данных: целые и вещественные числа, логический тип и символы.
  - Сложные типы данных: tuple & array.
- Функции.
- Управляющие конструкции: if, loop, while, for.
- Структуры.
- Перечисления и сопоставления с образцом.
- Обобщенные типы данных.
- Обработка ошибок.

### 2. Владение. Ссылки и указатели.

- Концепция владения.
- Правила владения.
- Borrow checker.
- Ссылки и заимствование.
- Drop.
- Указатель на данные в куче Box<T>.
- Указатели с подсчетом ссылок: Rc<T> & Arc<T>.
- Внутренняя изменяемость с помощью RefCell<T>.

### 3. Контейнеры в стандартной библиотеке Rust.

- Vec, VecDeque.
- LinkedList.
- BTreeMap, BTreeSet.
- HashMap, HashSet.



- BinaryHeap.
  - String + &str.
4. Трейты. Времена жизни.
- Понятие трейта.
  - Имплементация трейтов и ограничения типажа.
  - Объекты трейтов и шаблоны.
  - Понятие времени жизни.
  - Higher-Rank Trait Bounds (HRTBs).
5. Организация кода в Rust. Пакеты, крейты, модули. Cargo – система сборки и менеджер пакетов Rust. Организация тестирования.
- Пакеты и крейты.
  - Модули.
  - Области видимости и ключевое слово use.
  - Разделение модулей на разные файлы.
  - Возможности cargo.
  - Организация тестирования кода.
6. Функциональные возможности языка: итераторы и замыкания.
- Итераторы
  - Замыкания (closures).
  - Сравнение производительности: циклы и итераторы.
7. Параллельное программирование в Rust.
- Использование потоков для параллельного исполнения кода.
  - Пересылка сообщений для передачи данных между потоками.
  - Параллелизм с общим состоянием.
  - Трейты Sync и Send. Расширяемый параллелизм.
8. Асинхронное программирование в Rust.
- Отложенное выполнение кода. Futures. Pin<Future>.
  - Async / await.
  - Tokio crate – де-факто стандарт асинхронного программирования на Rust.